



Universidad de Valladolid

**Escuela de Ingeniería de la Industria Forestal,
Agronómica y de la Bioenergía**

Campus de Soria

GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES.

TRABAJO FIN DE GRADO

**TITULO: Proyecto de diseño de una planta de fabricación de
pellets procedentes de Biomasa forestal.**

~~~~~

**AUTOR: Mario Bruna García**

**DEPARTAMENTO: Ingeniería Agrícola y Forestal**

**TUTOR/ES: M<sup>a</sup> Daphne Hermosilla Redondo  
M<sup>a</sup> Pilar Lisbona Martín**

**SORIA, JUNIO DE 2019**

# Índice

- Documento 1. Memoria
  - o Anejos a la memoria
- Documento 2. Planos
- Documento 3. Pliego de condiciones
- Documento 4. Mediciones
- Documento 5. Presupuesto

**Documento 1:**

**Memoria**

## **Índice de la memoria**

- **Memoria**
- **Anexo 1- Estudio de mercado**
- **Anexo 2- Estudio del clima**
- **Anexo 3- Calidad del producto y control**
- **Anexo 4- Materia prima y disponibilidad**
- **Anexo 5- Ubicación**
- **Anexo 6- Estudio de alternativas**
- **Anexo 7- Ingeniería del proceso**
- **Anexo 8- Dimensionado de la planta**
- **Anexo 9- Estudio geotécnico del terreno**
- **Anexo 10- Producción en la planta**
- **Anexo 11- Ingeniería de las obras**
- **Anexo 12- Instalación eléctrica**
- **Anexo 13- Fontanería y saneamiento**
- **Anexo 14- Instalación contra incendios**
- **Anexo 15- Calidad en la obra**
- **Anexo 16- Ficha urbanística**
- **Anexo 17- Seguridad y salud**
- **Anexo 18- Estudio de gestión de los RCD**
- **Anexo 19- Valoración energética**
- **Anexo 20- Estudio de impacto ambiental**
- **Anexo 21- Programación de la ejecución**
- **Anexo 22- Estudio económico**



---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE DISEÑO DE UNA PLANTA DE  
FABRICACIÓN DE PELLETS PROCEDENTES DE  
BIOMASA FORESTAL

**MEMORIA**

Grado en Ingeniería Forestal: Industrias forestales

Autor: Mario Bruna García

Tutora: M<sup>a</sup> Daphne Hermosilla Redondo

Cotutora: M<sup>a</sup> Pilar Lisbona Martín

E. de Ingeniería de la Industria Forestal, Agronómica y de la Bioingeniería

JUNIO 2019

## ÍNDICE

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Capítulo 1: Introducción .....                                                    | 3  |
| Capítulo 2: Objeto del proyecto .....                                             | 3  |
| Capítulo 3: Antecedentes .....                                                    | 3  |
| 3.1. Agentes .....                                                                | 3  |
| 3.2. Motivación .....                                                             | 3  |
| Capítulo 4: Naturaleza del proyecto .....                                         | 4  |
| 4.1. Directrices .....                                                            | 4  |
| 4.1.1. Finalidad perseguida .....                                                 | 4  |
| 4.1.2. Condicionantes impuestos por el promotor .....                             | 4  |
| 4.1.3. Condicionantes del medio .....                                             | 4  |
| 4.1.4. Criterios de valor .....                                                   | 5  |
| 4.2. Condicionantes .....                                                         | 5  |
| 4.2.1. Condicionantes internos .....                                              | 5  |
| 4.2.2. Condicionantes externos .....                                              | 5  |
| 4.3. Situación actual .....                                                       | 6  |
| 4.4. Criterios de diseño .....                                                    | 6  |
| Capítulo 5: Estudio de alternativas y justificación de la solución adoptada ..... | 6  |
| 5.1. Restricciones por condicionantes .....                                       | 7  |
| 5.2. Localización .....                                                           | 7  |
| 5.3. Materia prima .....                                                          | 8  |
| 5.4. Plan productivo .....                                                        | 9  |
| 5.5. Calidad del producto terminado .....                                         | 10 |
| 5.6. Control de calidad .....                                                     | 10 |
| 5.7. Parque de madera .....                                                       | 10 |
| Capítulo 6: Ingeniería de las obras .....                                         | 11 |
| 6.1. Configuración de las edificaciones .....                                     | 11 |
| 6.1.1. Nave principal .....                                                       | 12 |
| 6.1.2. Zona de oficinas .....                                                     | 17 |
| 6.1.3. Almacén .....                                                              | 18 |
| 6.1.4. Cuarto de herramientas .....                                               | 19 |
| 6.2. Parque de madera .....                                                       | 19 |
| 6.3. Instalación eléctrica .....                                                  | 20 |
| 6.4. Instalación de saneamiento y fontanería .....                                | 21 |

---

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| Capítulo 7: Ingeniería del proceso.....                                  | 22 |
| 7.1. Fases del proceso productivo. ....                                  | 22 |
| 7.1.1. Recepción de la materia prima. ....                               | 23 |
| 7.1.2. Astillado y triturado en húmedo. ....                             | 23 |
| 7.1.3. Secado. ....                                                      | 23 |
| 7.1.4. Refinado.....                                                     | 24 |
| 7.1.5. Pelletizado.....                                                  | 24 |
| 7.1.6. Enfriado.....                                                     | 25 |
| 7.1.7. Almacenado. ....                                                  | 25 |
| 7.1.8. Ensacadora.....                                                   | 26 |
| 7.1.9. Transporte interno. ....                                          | 26 |
| 7.1.10. Colector de polvo .....                                          | 27 |
| 7.2. Transporte de materiales .....                                      | 27 |
| 7.3. Materia prima.....                                                  | 28 |
| 7.4. Producciones esperadas.....                                         | 29 |
| 7.5. Calidad del producto terminado. ....                                | 29 |
| 7.5.1. Para el control de calidad .....                                  | 31 |
| Capítulo 8: Cumplimiento del Código Técnico de la Edificación (CTE)..... | 33 |
| 8.1. DB-SE Seguridad Estructural.....                                    | 33 |
| 8.2. DB-SI Seguridad Caso de Incendio. ....                              | 33 |
| 8.3. DB-HS Salubridad.....                                               | 33 |
| 8.4. DB-HE Ahorro de Energía.....                                        | 33 |
| Capítulo 9: Programación de las obras.....                               | 34 |
| Capítulo 10: Estudio de impacto ambiental. ....                          | 35 |
| Capítulo 11: Estudio económico. ....                                     | 35 |
| 11.1. Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR) .....      | 36 |
| 11.2. Relación beneficio-Inversión .....                                 | 36 |
| Capítulo 12: Resumen del presupuesto.....                                | 37 |

## **Capítulo 1: Introducción**

Los pellets son un producto de origen natural, catalogados como biomasa sólida. Se elaboran a partir de biomasa tanto forestal, como de otros orígenes que sean naturales, por lo general sin aditivos (existen excepciones), ya que la lignina actúa como aglomerante. Al comprimir a altas presiones la madera se forma el pellet con una composición variable y características dependiendo del tipo de calidad exigido, materia prima y proceso productivo.

En la elaboración se pueden usar materiales procedentes directamente del monte, o procedentes de otros orígenes, siempre que se cumplan los criterios de calidad marcado para su fabricación (ver Anexo 3- Calidad del producto y control).

## **Capítulo 2: Objeto del proyecto**

El presente proyecto tiene por objeto el diseño de las obras e instalaciones para la puesta en funcionamiento de una industria de fabricación de pellets procedentes de biomasa forestal con una producción con la cual tener un equilibrio adecuado entre beneficios y costes que aseguren la viabilidad de la industria (ver Anexo 22- Estudio económico). Dicha instalación, como se desarrolla en el Anexo 5- Ubicación, estará localizada en el polígono industrial: Polígono de Actuación industrial Tarazona en el término municipal de Tarazona (Zaragoza) (Ver Plano 1- Localización) parcela Nº 103, referencia catastral: 7287452XM0378N0001RZ (Ver Plano 2- Situación y replanteo).

## **Capítulo 3: Antecedentes**

### **3.1. Agentes**

- Promotor: Francisco José García Usón
- Proyectista: Mario Bruna García.

### **3.2. Motivación**

La motivación de la realización de este proyecto viene por encargo de un inversor privado por el cual se realizará un proyecto de diseño una planta pelletizadora de biomasa de origen forestal en la localidad de Tarazona (Zaragoza).

Para analizar la viabilidad económica, técnica y legal de este proyecto además del diseño de todas sus partes se redacta el presente proyecto.



---

## Capítulo 4: Naturaleza del proyecto

### 4.1. Directrices

#### 4.1.1. Finalidad perseguida

Este proyecto se enmarca dentro del plan de diversificación empresarial de un inversor privado buscando aprovecharse de una línea de negocio emergente de la que cree que obtendrá beneficios como son las energías renovables y la producción de energía a partir de biomasa de origen forestal.

#### 4.1.2. Condicionantes impuestos por el promotor

El promotor impone dos condicionantes para la realización del proyecto:

- La localización de la planta sea en la localidad de Tarazona (Zaragoza). Esta imposición se debe al arraigo del inversor en la zona y con ello pretende crear empleo y riqueza en la comarca del emplazamiento (Ver Plano 1-Localización).
- El emplazamiento de la industria se realizará en la parcela N° 103 del Polígono de Actuación industrial Tarazona en el término municipal de Tarazona (Zaragoza), referencia catastral: 7287452XM0378N0001RZ adquirida anteriormente a la redacción del proyecto por el promotor (Ver Plano 2- Situación y replanteo).

#### 4.1.3. Condicionantes del medio

La parcela se sitúa a unos 480 m sobre el nivel de la mar situada en la comarca de Tarazona y el Moncayo (Zaragoza) (ver Anexo 5- Ubicación y plano 1- Localización).

Como se desarrolla en el Anexo 2- Estudio del clima, la zona se caracteriza por altas temperaturas en los meses de verano superando los 20° de media e inviernos fríos que no superan los 10°C de media llegando a unas temperaturas medias máximas de más de 27°C y mínimas de unos 2°C a lo largo de todo el año.

La pluviometría de la zona es baja no llegando a los 440mm anuales situándose por debajo de la media española (682mm/año). Estas lluvias se concentran principalmente en los meses de primavera y otoño.

En las calicatas realizadas para el Anexo 9- Estudio geotécnico del terreno, se ha descrito un primer nivel de limos, limos algo arenofinosos o arcillosos (CL) con cantos y pequeñas raíces dispersas. Bajo este nivel se excava un sustrato alterado arcillo-margoso a una profundidad de 1,10-2,50 m.

#### 4.1.4. Criterios de valor

La planta se gestionará en base a unos criterios de valor que se enumeran a continuación:

- Diseño de una planta pelletizadora de biomasa forestal en la que respete el medio ambiente utilizando materias primas provenientes de masas forestales gestionadas con criterios de sostenibilidad.
- Lograr un proceso productivo que sea rentable para el promotor llegando a un equilibrio entre los beneficios obtenidos y la inversión realizada.
- Llevar a cabo un proceso productivo utilizando tecnologías modernas que sean eficientes tanto energéticamente como productivamente.
- Fabricar unos pellets de calidad cumpliendo los baremos establecidos por la norma ENplus recogidos en el Anexo 3- Calidad del producto.
- Conseguir generar empleo con la actividad de la fábrica, tanto directo en la zona de localización de la planta como indirecto.

### **4.2. Condicionantes**

#### 4.2.1. Condicionantes internos

- Infraestructura: Tarazona es una localidad bien situada entre dos capitales de provincia como son Zaragoza y Soria y cerca de otras comunidades autónomas como La Rioja y Navarra. Además, el polígono y parcela escogidos (ver apartado 4.1 Localización) cuentan con buenas comunicaciones para todas ellas mediante la A-122 (Valladolid - Zaragoza) y la A68 (Autovía del Ebro).
- Transporte: Condicionará en gran medida el proyecto por los costes de trasladar la materia prima y el producto terminado ver Anexo 4- Materia prima y disponibilidad). La única vía disponible será por carretera.
- Clima: El clima afectará a nuestro proyecto, tanto en el diseño y cálculo de la nave donde se instalará la planta, como en las condiciones que encontremos en el parque de madera. (ver Anexo 2- Estudio climático y Anexo 11-Ingeniería de las obras)
- Los recursos de la zona condicionaran la disponibilidad de una materia prima cercana reduciendo así los costes (ver Anexo 4- Materia prima y disponibilidad).

#### 4.2.2. Condicionantes externos

- El pellet y las energías renovables son un mercado en auge del que se está aumentando su consumo en nuestro país. (ver Anexo 1- Estudio de mercado).
- En el proyecto se deberá cumplir tanto el CTE, como la normativa de urbanismo de Tarazona, además de la normativa que afecte al proceso industrial. El producto final se ajustará a los criterios de calidad recogidos en la ISO 17225-2 (Anexo 3- Calidad del producto y control).
- Tarazona es un municipio con 601 parados, según datos del Instituto Aragonés del Empleo (INAEM) en octubre de 2018, por lo que es una zona en la que se dispone de mano de obra.

- Competencia: En la zona no encontramos ninguna otra planta de pelletización de biomasa forestal por lo que sería un proyecto pionero en la Comarca de Tarazona y el Moncayo. Este carácter pionero en la zona facilitaría tanto la obtención de materia prima como la venta del producto terminado (Ver anexo 1- Estudio de mercado).

#### **4.3. Situación actual**

La zona donde se va a instalar la planta es la parcela número 103, referencia catastral: 7287452XM0378N0001RZ en el polígono industrial: Polígono de Actuación industrial Tarazona en el término municipal de Tarazona (Zaragoza). Esta parcela, según el "Condiciones para la enajenación mediante procedimiento abierto, por concurso, de 27 parcelas de la actuación industrial en Tarazona 2ª fase, en Tarazona (Zaragoza)" aprobado el 12 de septiembre de 2017 por SEPES, tiene una superficie de 6.385m<sup>2</sup>, linda al frente con la Calle Baleares, a la derecha derecha con las parcelas 81, 82, 83, a la izquierda con la parcela 84 y al fondo con la parcela 130. Se encuentra con uso industrial y al margen de afecciones fiscales y libres de cargas (Ver Planos 1 y 2- Localización y situación)

Además, cabe señalar que la parcela cuenta con abastecimiento de agua, saneamiento separativo, infraestructura telefónica, alumbrado público, red eléctrica, zonas de aparcamiento, aceras, zonas verdes y jardinería.

La parcela cuenta también con comunicaciones con A-122 (Valladolid - Zaragoza) y A 20 Km. del cruce con A68 (Autovía del Ebro) (Ver Plano 1- Localización).

#### **4.4. Criterios de diseño**

Estos criterios servirán para diseñar la planta de una forma proporcionada y eficiente.

- Características tecnológicas de la materia prima (Ver Anexo 4- Materia prima y disponibilidad).
- Mercado del pellet (ver Anexo 1- Estudio de mercado).
- Cuantificación de los recursos (Ver Anexo 4- Materia prima y disponibilidad).
- Parcela disponible. (Ver Plano 2- Situación y replanteo).

## **Capítulo 5: Estudio de alternativas y justificación de la solución adoptada**

Las alternativas presentadas a continuación han sido analizadas y comparadas con otras opciones en el Anexo 6- Estudio de alternativas.

### **5.1. Restricciones por condicionantes**

Las restricciones causadas por los condicionantes son pocas, ya que la situación de la planta la hace disponer de: buenas comunicaciones, mano de obra disponible, poca competencia, buena infraestructura (abastecimiento de agua, saneamiento separativo, infraestructura telefónica, alumbrado público, red eléctrica, zonas de aparcamiento, aceras...), clima estable, buena aceptación de la energía de biomasa en el mercado.

Los condicionantes que más van a limitar el proceso en la fábrica son:

- Cumplimiento tanto del CTE como de la normativa urbanística de Tarazona (Zaragoza) (ver Anexo 11- Ingeniería de las obras y Anexo 16- Ficha urbanística).
- Recursos de la zona. Cantidad de materia prima disponible en los alrededores donde se pretende instalar la planta (ver Anexo 4- Materia prima y disponibilidad).
- Transporte de materias primas. Costes del traslado de materias primas a la fábrica de lugares lejanos en casos donde la madera de la zona sea un factor limitante en la producción.

### **5.2. Localización**

La localización del proyecto viene determinada por la petición expresa del promotor de que sea en la zona de Tarazona (Zaragoza). Dentro del Polígono de Actuación industrial Tarazona seleccionamos la parcela N° 103 por ser la adquirida previamente por el promotor. Además, la parcela elegida tiene fácil acceso a vías de comunicación por carretera como son A-122 (Valladolid - Zaragoza) y a 20 Km del cruce con A68 (Autovía del Ebro) sin necesidad de entrar en el casco urbano del municipio. Estas comunicaciones favorecen una sencilla entrada de materia prima y distribución del producto acabado (Ver plano 2- Situación y replanteo).



Figura 1 Estado actual de la parcela.

La parcela linda: al frente Calle Baleares; derecha con parcelas 81, 82, 83; izquierda, parcela 84 y fondo con parcela 130.

Además:

- Tiene uso industrial.
- Libre de cargas.
- No se ha alterado nunca (exceptuado su nivelación en la construcción del polígono industrial donde se encuentra).
- Cuenta con:
  - Abastecimiento de agua
  - Saneamiento separativo
  - Infraestructura telefónica
  - Alumbrado público
  - Red eléctrica
  - Zonas de aparcamiento
  - Aceras
  - Zonas verdes y jardinería.

### 5.3. Materia prima

A la hora de seleccionar la materia prima para el proceso productivo de la planta se presentaban dos oportunidades, madera de monte o subproducto de otras industrias. Se ha seleccionado como materia prima principal el subproducto de otras industrias sobre la madera del monte principalmente por dos razones: su mayor disponibilidad en la zona y el carácter medioambiental de la reutilización de desechos de otras industrias (ver Anexo 4- Materia prima y disponibilidad).

A pesar de esta elección, como se puede ver en el Anexo 10- Producción en la planta, una opción no es excluyente de la otra, por lo que en momentos de necesidad de la producción se podrá alternar entre las dos materias primas. Por ejemplo, escasez de subproducto de otras industrias madereras o aumento de la necesidad de producción.

Tabla 1 Disponibilidad y coste de la materia prima en un radio de 100Km. Fuente: BIORAISE

|                                                                                | <b>Recursos disponibles (tms/año)</b> | <b>Precio medio en puerta de fabrica (€/tms)</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------|
| <b>Industria de la madera (subproductos de madera no tratada químicamente)</b> | <b>28.719,22</b>                      | <b>37,97</b>                                     |

|                                             |          |       |
|---------------------------------------------|----------|-------|
| Industria de la madera (otros subproductos) | 3.504,41 | 0,00  |
| Industria de la madera (corteza)            | 3.244,77 | 40,00 |
| Industria aceite oliva (hueso aceituna)     | 114,94   | 73,33 |
| Descascaradoras (cáscara almendra)          | 2.013,34 | 87,50 |

#### 5.4. Proceso productivo

El proceso de producción de la planta será el típico de una planta pelletizadora ya sea de biomasa forestal o de cualquier otro origen.

El proceso de pelletizado consiste en aplicar presión a, en este caso, biomasa forestal haciéndola pasar por placas perforadas que le dan la forma deseada. A su salida de dichas placas una cuchilla corta los pellets, para dar la longitud deseada.

Por último, en el proceso de pelletizado se aplica un enfriamiento mediante una corriente de aire a temperatura ambiente.

Terminados estos pasos el producto terminado está listo para su envase en el recipiente seleccionado.

Este trascurso de fases se describe el Anexo 7- Ingeniería del proceso:

1. Entrada de materia prima a la planta.
2. Astillado de la biomasa.
3. Secado de las astillas. La certificación ENplus exige un 10% de humedad en el pellet (Ver Anexo 3- Calidad del producto).
4. Triturado fino. Las astillas se trituran hasta unos 3 mm para su mejor pelletizado en fases posteriores consiguiendo un pellet de mayor calidad.
5. Pelletizado. La madera triturada se hace pasar con presión por un molde que forma el pellet.
6. Enfriado. Los pellets salen de la anterior etapa con temperaturas de hasta 150°C por lo que se enfrían inyectando un flujo de aire.
7. Ensacado o almacenado. Dependiendo de la demanda de los clientes los pellets se ensacan para su venta en formato 15kg (Ver Anexo 1- Estudio de mercado) o almacenado en tolvas para la venta a granel.

Dentro de la elección surgen varias alternativas en diferentes puntos, la solución adoptada y sus alternativas se presentan a continuación (ver Anexo 6- Estudio de alternativas):

Tabla 2 Solución adoptada y alternativas en proceso productivo.

| <b>Solución adoptada</b>           | <b>Alternativas</b>            |
|------------------------------------|--------------------------------|
| Astillado y triturado por separado | Astillado y triturado conjunto |
| Secado de tambor                   | Secado en banda                |
| Una pelletizadora                  | Varias pelletizadoras          |
| Pelletizadora centrífuga           | Pelletizadora de matriz plana  |
| Refino de virutas                  | Refino de virutas no           |

### **5.5. Calidad del producto terminado**

La calidad de los pellets es importante para la empresa para cumplir con los criterios de valor detallados en el Anexo 3- Calidad del producto y control de este proyecto, por lo que es importante implementar un baremo de calidad. Para ello en el producto terminado se utilizará la certificación EN 14961-2 que se basa en la norma ISO 17225-2. Esta certificación de calidad distingue entre tres clases (Ver Anexo 3- Calidad del producto):

- ENplus A1
- ENplus A2
- ENplus B

En nuestro país el 85% de los pellets que se comercializan están certificados por lo que emplearemos esta certificación para ser competitivos en el mercado fabricando pellets de las tres calidades dependiendo en cada momento de la calidad de materia prima y la demanda del mercado (Ver Anexo 1- Estudio de mercado).

### **5.6. Control de calidad**

Como se ha visto en el apartado anterior la calidad del producto terminado es importante, por lo que para evitar desviaciones en esta se implantará un sistema de control de calidad consistente en una combinación de un sistema NIR (Espectroscopia del infrarrojo cercano) y método tradicional mediante maquinaria como: determinador de durabilidad, tamices, balanzas y lanzas de muestreo.

### **5.7. Parque de madera**

El parque seleccionado para el presente proyecto es el parque tipo patio ya que nos aporta ventajas frente a otros como:

- Movimiento de las trozas más fácil y económico.
- Trozas más limpias de tierra y piedras.
- Disminución del azulado.
- Disminuye el riesgo de incendios o es casi nulo.
- Apilado muy sencillo.

Este tipo de parque de madera consiste en la disposición en pilas los diferentes tipos de madera dependiendo de sus características (especie de origen, diámetro de troza, tiempo desde su corta, porcentaje de humedad, etc).

## **Capítulo 6: Ingeniería de las obras**

Este capítulo se desarrolla y presentan su método de cálculo y comprobaciones en el Anexo 11- Ingeniería de las obras.

Para la realización de las obras se han tenido en cuenta las diferentes normativas:

- Cimentación: CTE EHE-08
- Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A
- Categoría de uso: G1. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento. No concomitante con el resto de acciones variables
- Plan general de ordenación urbana de Tarazona. Normas urbanísticas. Mayo 2015.

### **6.1. Configuración de las edificaciones**

Para el desarrollo de la actividad industrial será necesaria la construcción de una nave en la parcela previamente adquirida por el promotor de este proyecto.

La nave se situará en el lado de la parcela por donde linda con la Calle Baleares para un mejor acceso tanto de trabajadores como visitantes de la planta (Ver Plano 2- Situación y replanteo). Esta edificación tendrá una superficie de 1.250m<sup>2</sup> repartidos entre (ver Plano 4- Planta general):

- Sala de maquinaria. Donde se Instalarán las maquinas necesarias para el proceso productivo de la planta además de:
  - Zona de control.
  - Cuarto de herramientas.
  - Espacio para maniobrabilidad de maquinaria.



- Almacén. Donde se guardarán los sacos listos para su distribución mediante camiones. Este almacén contara con una puerta al exterior propia.
- Oficina. En este lugar se llevarán a cabo las tareas administrativas de la planta como son la gerencia y comercial. Además, servirá de recepción para visitantes a la planta.
- Vestuarios. Situados junto a entrada peatonal prestaran un espacio donde los trabajadores y visitantes puedan cambiarse antes de comenzar su jornada laboral o visita. En ellos también se integraran los aseos de la planta.
- Sala polivalente. Esta sala se construye con la finalidad de servir tanto de sala de reuniones como de sala de descanso para empleados y otros usos.
- Entrada. Entrada directa a la fábrica para personas a pie desde la calle. Se situará en el espacio entre el almacén y las oficinas.

Tabla 3 Dimensiones de las zonas.

| Zonas                                | Dimensiones (m <sup>2</sup> ) |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| Almacén de sacos                     | 289                           |
| Vestuarios                           | 2 x 24                        |
| Laboratorio                          | 36                            |
| Despacho                             | 18                            |
| Sala polivalente / Sala de reuniones | 12                            |
| Sala de maquinaria                   | 770                           |
| Total nave                           | 1250                          |

La zonificación se puede ver en el Plano 4- Planta general.

#### 6.1.1. Nave principal.

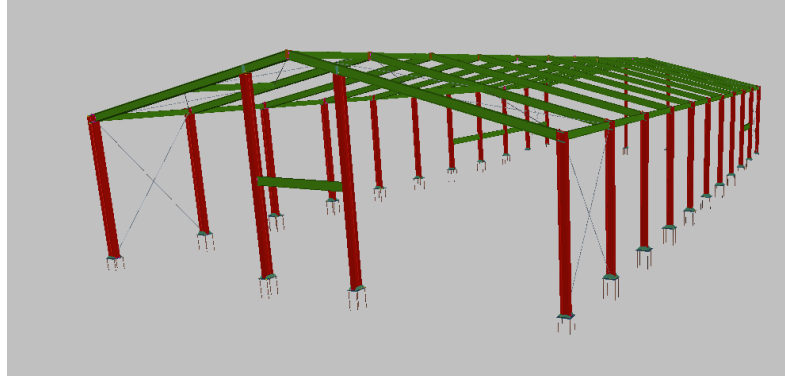


Figura 1 Representación 3D estructural de la nave principal.

La estructura principal estará compuesta por pórticos de acero laminado con separación de 5m con dos pilares más en cada frontal a 10m del lateral de la nave (ver Plano 7-Pórticos).

Además, tanto en cumbrera como en los laterales, se encuentran vigas de atado con tirantes en los vanos de los extremos en forma de cruz de San Andrés.

Por otro lado, se colocan vigas IPE500 a modo dintel en las ventanas de la zona de oficinas y en la puerta exterior del almacén e IPE400 a modo dintel en la puerta principal de la nave.

Tabla 4 Material utilizado en las barras.

| Materiales utilizados                                                                                                                                                                                                                       |             |                       |                       |                       |            |                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------|---------------------|
| Material                                                                                                                                                                                                                                    |             | E                     | G                     | $f_y$                 | $\alpha_t$ | $\gamma$            |
| Tipo                                                                                                                                                                                                                                        | Designación | (kp/cm <sup>2</sup> ) | (kp/cm <sup>2</sup> ) | (kp/cm <sup>2</sup> ) | (m/m°C)    | (t/m <sup>3</sup> ) |
| Acero laminado                                                                                                                                                                                                                              | S275        | 2140672.8             | 825688.1              | 2803.3                | 0.000012   | 7.850               |
| Notación:<br><i>E</i> : Módulo de elasticidad<br><i>v</i> : Módulo de Poisson<br><i>G</i> : Módulo de cortadura<br><i>f<sub>y</sub></i> : Límite elástico<br><i>α<sub>t</sub></i> : Coeficiente de dilatación<br><i>γ</i> : Peso específico |             |                       |                       |                       |            |                     |

Tabla 5 Perfiles utilizados en la estructura.

| Material       |             | Descripción     | A<br>(cm <sup>2</sup> ) | Avy<br>(cm <sup>2</sup> ) | Avz<br>(cm <sup>2</sup> ) | Iyy<br>(cm <sup>4</sup> ) | Izz<br>(cm <sup>4</sup> ) | It<br>(cm <sup>4</sup> ) |
|----------------|-------------|-----------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Tipo           | Designación |                 |                         |                           |                           |                           |                           |                          |
| Acero laminado | S275        | HE 360 B, (HEB) | 180.60                  | 101.25                    | 35.44                     | 43190.00                  | 10140.00                  | 292.50                   |
|                |             | IPE 400, (IPE)  | 84.50                   | 36.45                     | 28.87                     | 23130.00                  | 1318.00                   | 51.10                    |
|                |             | IPE 300, (IPE)  | 53.80                   | 24.07                     | 17.80                     | 8356.00                   | 604.00                    | 20.10                    |
|                |             | IPE 500, (IPE)  | 116.00                  | 48.00                     | 42.96                     | 48200.00                  | 2142.00                   | 89.30                    |
|                |             | R 24, (R)       | 4.52                    | 4.07                      | 4.07                      | 1.63                      | 1.63                      | 3.26                     |

*Notación:*  
 Ref.: Referencia  
 A: Área de la sección transversal  
 Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'  
 Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'  
 Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'  
 Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'  
 It: Inercia a torsión  
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

Tabla 6 Necesidades de barras.

| Tipo                   | Serie | Perfil   | Longitud   |           |              | Peso        |            |               |
|------------------------|-------|----------|------------|-----------|--------------|-------------|------------|---------------|
|                        |       |          | Perfil (m) | Serie (m) | Material (m) | Perfil (kg) | Serie (kg) | Material (kg) |
| Acero laminado<br>S275 | HEB   | HE 360 B | 474.409    |           |              | 67257.46    |            |               |
|                        |       |          |            | 474.409   |              |             | 67257.46   |               |
|                        | IPE   | IPE 400  | 5.000      |           |              | 331.66      |            |               |
|                        |       | IPE 300  | 170.000    |           |              | 7179.61     |            |               |
|                        |       | IPE 500  | 25.000     |           |              | 2276.50     |            |               |
|                        |       |          |            | 200.000   |              |             | 9787.77    |               |

| Tipo | Serie | Perfil | Longitud   |           |              | Peso        |            |               |
|------|-------|--------|------------|-----------|--------------|-------------|------------|---------------|
|      |       |        | Perfil (m) | Serie (m) | Material (m) | Perfil (kg) | Serie (kg) | Material (kg) |
|      | R     | R 24   | 199.111    |           |              | 707.09      |            |               |
|      |       |        |            | 199.111   |              |             | 707.09     |               |
|      |       |        |            |           | 873.520      |             |            | 77752.32      |

En cuanto al cerramiento, encontramos dos: el de la cubierta compuesto por chapa IRONLUX de 5'61 kg/m<sup>2</sup> y los cerramientos laterales se realizarán con bloques de bloques huecos de hormigón blanco de 40x20x20 cm colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento blanco BL-II 42,5 R y arena de río 1/4, mortero M-10/BL, relleno de hormigón HA-25/P/20/I y armaduras.

La cimentación se realizará mediante empotramiento de todos los pilares tanto de pórticos como de los frontales mediante zapatas centradas de hormigón HA-25 con Yc=1'5 y armado con acero B500s con Ys=1'15. Estas zapatas estarán unidas mediante vigas centradoras. (ver plano 9- Cimentación).

Tabla 7 Descripción de la cimentación.

| Referencias                                       | Geometría                                                                                              | Armado                                                                       |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| N8                                                | Zapata rectangular centrada<br>Ancho zapata X: 180.0 cm<br>Ancho zapata Y: 260.0 cm<br>Canto: 100.0 cm | Sup X: 11Ø16c/22<br>Sup Y: 8Ø16c/22<br>Inf X: 11Ø16c/22<br>Inf Y: 8Ø16c/22   |
| N13 y N21                                         | Zapata rectangular centrada<br>Ancho zapata X: 210.0 cm<br>Ancho zapata Y: 310.0 cm<br>Canto: 120.0 cm | Sup X: 10Ø20c/29<br>Sup Y: 7Ø20c/29<br>Inf X: 10Ø20c/29<br>Inf Y: 7Ø20c/29   |
| N18, N23, N28, N33, N38, N43, N41, N36, N31 y N26 | Zapata rectangular centrada<br>Ancho zapata X: 235.0 cm<br>Ancho zapata Y: 345.0 cm<br>Canto: 105.0 cm | Sup X: 16Ø16c/21<br>Sup Y: 11Ø16c/21<br>Inf X: 16Ø16c/21<br>Inf Y: 11Ø16c/21 |
| N48 y N46                                         | Zapata rectangular centrada<br>Ancho zapata X: 195.0 cm<br>Ancho zapata Y: 285.0 cm<br>Canto: 105.0 cm | Sup X: 13Ø16c/21<br>Sup Y: 9Ø16c/21<br>Inf X: 13Ø16c/21<br>Inf Y: 9Ø16c/21   |
| N16 y N11                                         | Zapata rectangular centrada<br>Ancho zapata X: 210.0 cm<br>Ancho zapata Y: 310.0 cm<br>Canto: 105.0 cm | Sup X: 14Ø16c/21<br>Sup Y: 10Ø16c/21<br>Inf X: 14Ø16c/21<br>Inf Y: 10Ø16c/21 |
| N6                                                | Zapata rectangular centrada<br>Ancho zapata X: 180.0 cm<br>Ancho zapata Y: 260.0 cm<br>Canto: 80.0 cm  | X: 9Ø16c/27<br>Y: 6Ø16c/27                                                   |

| Referencias   | Geometría                                             | Armado                                                                       |
|---------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| N60 y N62     | Zapata cuadrada<br>Ancho: 300.0 cm<br>Canto: 85.0 cm  | Sup X: 11Ø16c/26<br>Sup Y: 11Ø16c/26<br>Inf X: 11Ø16c/26<br>Inf Y: 11Ø16c/26 |
| N1            | Zapata cuadrada<br>Ancho: 115.0 cm<br>Canto: 50.0 cm  | X: 6Ø12c/18<br>Y: 6Ø12c/18                                                   |
| N3, N53 y N51 | Zapata cuadrada<br>Ancho: 150.0 cm<br>Canto: 70.0 cm  | Sup X: 8Ø12c/17<br>Sup Y: 8Ø12c/17<br>Inf X: 8Ø12c/17<br>Inf Y: 8Ø12c/17     |
| N58 y N56     | Zapata cuadrada<br>Ancho: 210.0 cm<br>Canto: 100.0 cm | Sup X: 9Ø16c/22<br>Sup Y: 9Ø16c/22<br>Inf X: 9Ø16c/22<br>Inf Y: 9Ø16c/22     |

Los estados límite para la estructura son:

Tabla 8 Estados límite de la estructura.

|                                                                                 |                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones<br>E.L.U. de rotura. Acero laminado | CTE<br>Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m |
| Tensiones sobre el terreno<br>Desplazamientos                                   | Acciones características                                |

La resistencia al fuego de la estructura viene determinada por lo descrito en el Código Técnico de la Edificación CTE DB SI. Anejo D: resistencia al fuego de los elementos de acero. En este caso, al tener riesgo de incendio en la nave, se ha seleccionado una resistencia mínima requerida de R90 y se revestirán todas las vigas y pilares con pintura intumescente.

Tabla 9 Superficie a pintar.

| Serie        | Perfil   | Superficie unitaria (m <sup>2</sup> /m) | Longitud (m) | Superficie (m <sup>2</sup> ) |
|--------------|----------|-----------------------------------------|--------------|------------------------------|
| HEB          | HE 360 B | 1.895                                   | 474.409      | 899.005                      |
| IPE          | IPE 400  | 1.503                                   | 5.000        | 7.514                        |
|              | IPE 300  | 1.186                                   | 170.000      | 201.586                      |
|              | IPE 500  | 1.780                                   | 25.000       | 44.490                       |
| R            | R 24     | 0.075                                   | 199.111      | 15.013                       |
| <b>Total</b> |          |                                         |              | <b>1167.608</b>              |

### 6.1.2. Zona de oficinas.

En esta zona encontramos tanto las propias oficinas, como los vestuarios y laboratorio, por lo que deben disponer de los requisitos necesarios para llevar a cabo tareas administrativas, financieras, higiénicas, ensayos de calidad, etc. Por esta razón se trata de una edificación sencilla situada en el interior de la nave principal.

Para la construcción de la zona de oficinas se utilizarán paneles de distribución de PLADUR<sup>®</sup>, estos tabiques están compuestos por una estructura metálica a la que se atornilla una o placa a cada lado de la estructura. Estos tabiques estarán terminados con pintura blanca.

Los falsos techos de la zona de oficinas se realizarán mediante techos sin cuelgues PLADUR<sup>®</sup>, estos techos son continuos formados únicamente por una única estructura de montantes que se apoyan sobre los tabiques de distribución y fijados en todo el perímetro.

Tanto tabiques como techos estarán revestidos con un enfoscado a buena vista sin maestrear, aplicado con llana, con mortero de cemento CEM II/A-P 32.5 R y arena de río CS III - W0 y un Enlucido de paramentos verticales, mediante pasta de yeso para conseguir un mejor acabado.

Estos tabiques estarán terminados con pintura blanca.

En el caso de los vestuarios se recubrirá con de azulejo de dimensiones 20x20 cm., color blanco mate.

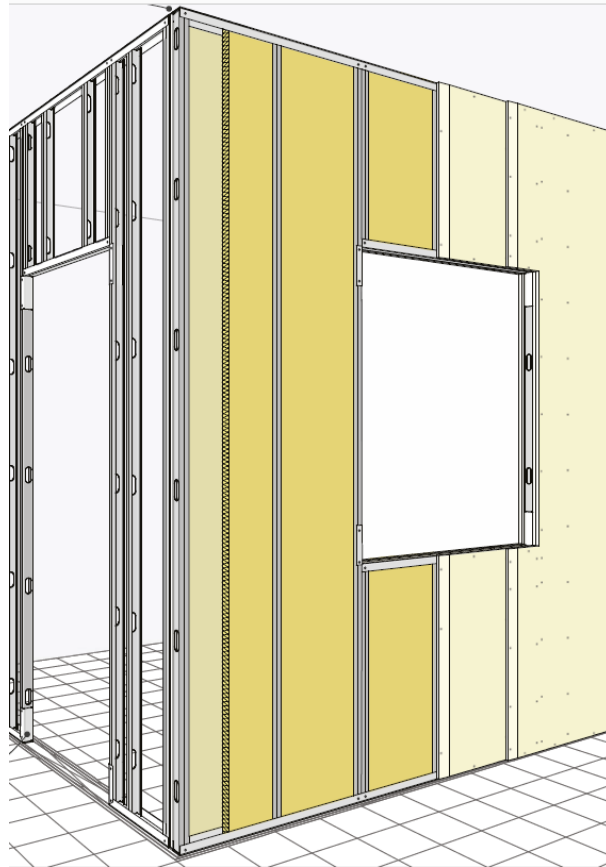


Figura 2 Representación de tabiquería.

### 6.1.3. Almacén.

Para la formación del almacén se utilizarán bloques de bloques huecos de hormigón blanco de 40x20x20 cm colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento blanco BL-II 42,5 R y arena de río 1/4, mortero M-10/BL, relleno de hormigón HA-25/P/20/I y armaduras sobre los que van dispuestos dinteles metálicos de acero laminado en forma de perfil IPE180.

Esta construcción tiene el único fin de separar la zona de maquinaria del almacén por lo que no será necesario la instalación de falso techo o cubierta.

El almacén dispone de dos entradas, una interior en la que únicamente se dejará el hueco abierto y una del exterior en la que se colocara un portón de 3x3m. Este portón será enrollable con apertura vertical de acero galvanizado con apertura manual y dispondrá de cerraduras y pasadores de seguridad.

#### 6.1.4. Cuarto de herramientas.

Esta estancia estará destinada al almacenamiento de herramientas de mano y productos de mantenimiento (lubricantes, productos de limpieza, etc).

El cuarto de herramientas estará construido con los mismos bloques de hormigón que el almacén (descritos en el apartado anterior) y se instalará un techo de chapa con el único fin de hacer de cerramiento con el mismo material de la cubierta de la nave principal.

#### **6.2. Parque de madera.**

En la planta será necesario disponer de un parque de madera. La finalidad de dicho parque será la de suplir la carencia de materia prima en épocas de escasez de la misma almacenándola en temporadas de alta oferta de biomasa.

El parque de madera se situará tras la nave principal en la zona exterior de la parcela con un acceso directo a la Calle Baleares y otro, mediante un portón de 5x5 m a la nave por la zona de producción (ver Plano 2- Situación y replanteo).

En el parque también se llevará a cabo un primer proceso de secado de la biomasa antes de su entrada en el proceso productivo por lo que es necesario tener en cuenta tanto la precipitación como la temperatura de la zona a lo largo del año además de otros parámetros que influyen en el secado de la madera (ver Anexo 2- Estudio del clima).

La organización del parque se realizará al momento ya que depende de factores que no se pueden controlar de antemano como pueden ser:

- Fluctuaciones en el precio de la madera: épocas en la que tengamos mayor madera almacenada debido a su menor coste y viceversa.
- Contenido en humedad de la madera a su llegada al parque: dependiendo de la humedad de la madera en la entrada al parque será necesario que permanezca más o menos tiempo.

A pesar de esto hay varias directrices que quedan marcadas para la organización del parque de madera:

1. La madera será almacenada en pilas de 3-6 metros de altura.
2. Las pilas deberán estar separadas formando calles lo suficientemente amplias para la fácil circulación de la maquinaria.
3. Las pilas estarán separadas por tipo de madera y/o especie de esta para su fácil localización en función de las necesidades de la planta.

Los objetivos de esta instalación son:

- Velar por la ininterrupción del proceso en fábrica. Garantiza el suministro de materia prima a la fábrica.



- Permite aprovecharnos de los ciclos económicos de la madera y comprar en el momento oportuno.
- Realización de operaciones previas.
- Control y clasificación de la madera.
- Medición de la madera disponible, consumida, etc.

### **6.3. Instalación eléctrica.**

La instalación eléctrica viene descrita en el Anexo 12- Instalación eléctrica.

Para la instalación eléctrica se han seguido todas las normas aplicables a este fin como son:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias. (RD 842/2002, de 2 de agosto).
- UNE 12464-1 – Iluminación en lugares de trabajo.
- Código Técnico de la Edificación y documentos básicos.
- Instrucciones ITC-BT-04.05,13,15, 16,17,18,19,20,21,22, 24,27,30, 40, 43, 44, 47, 48.
- Ley 54/1997, de 27 de Noviembre, del Sector Eléctrico y Ley 17/2007, de 4 de Julio, por la que se modifica la ley 54/1997, de 27 de Noviembre, del Sector Eléctrico.

La energía necesaria para el abastecimiento de la planta se realizará por medio de una acometida subterránea situada frente a la parcela. La instalación objeto del presente anexo se inicia en la caja de protección y medida (CPM). Esta consistirá en una caja preparada para alojar el equipo de medida y contará con la protección correspondiente que consistirá en tres cartuchos fusibles con las condiciones marcadas por ITC-BT 13.

En el lugar señalado en el Plano 12- Instalación eléctrica, se instalará el cuadro general. La unión entre la caja de medida y el cuadro general se realizará utilizando cables según ITC-BT 15. Dicho cuadro contendrá los elementos de protección de los circuitos de fuerza y alumbrado. Todo ello según la instrucción ITC-BT 17.

Las conexiones del cuadro general se efectuarán con conductores de colores normalizados y sección de acuerdo con los cálculos de este anexo.

Los tubos utilizados serán de material aislante según la instrucción ITC-BT 21.

La protección contra sobrecargas y cortocircuitos en las diferentes líneas quedará asegurada mediante interruptores magnetotérmicos, siendo la intensidad nominal de estos no superior a la máxima intensidad admisible en la línea que protegen.

La distribución de los cuadros se presenta a continuación:

Tabla 10 Distribución de los cuadros eléctricos.

| <b>Cuadro</b>       | <b>Zona o instrumentos a alimentar</b> | <b>Circuito</b> |
|---------------------|----------------------------------------|-----------------|
| Cuadro General      | Oficinas                               | CG-CS 1         |
|                     | Zona de maquinaria                     | CG-CS 2         |
|                     | Almacén                                | CG-CS 2         |
| Cuadro secundario 1 | Iluminación                            | CS 1.1          |
|                     | Tomas de corriente                     | CS 1.2          |
|                     | Iluminación exterior                   | CS 1.3          |
|                     | Iluminación de emergencia              | CS 1.4          |
| Cuadro secundario 2 | Iluminación zona maquinaria            | CS 2.1          |
|                     | Iluminación almacén                    | CS 2.2          |
|                     | Tomas de corriente                     | CS 2.3          |
|                     | Molino de madera                       | CS 2.4          |
|                     | Secadero                               | CS 2.5          |
|                     | Caldera                                | CS 2.6          |
|                     | Molino                                 | CS 2.7          |
|                     | Pelletizadora                          | CS 2.8          |
|                     | Enfriador discriminador                | CS 2.9          |
|                     | Ensacadora                             | CS 2.10         |
|                     | Cinta transportadora                   | CS 2.11         |
|                     | Tornillo sin fin                       | CS 2.12         |
|                     | Colector de polvo                      | CS 2.13         |

Para la iluminación de toda la planta, incluido exteriores, se ha optado por luminarias LED con el objeto de reducir el consumo eléctrico para este fin. Estas han sido dimensionadas respetando las necesidades lumínicas marcadas por la norma UNE 12464.1.

#### **6.4. Instalación de saneamiento y fontanería.**

(ver Anexo 13- Instalación de fontanería y saneamiento)

Se han calculado las necesidades de la instalación de saneamiento y fontanería que suministre agua a la totalidad de la instalación objeto de proyecto. Los únicos puntos con necesidad de suministro de agua son: laboratorio, vestuarios y sistema antincendios por lo que solo se calculará la instalación de estas zonas.

Tabla 11 Caudal mínimo instantáneo para cada elemento. Fuente: DB-HS Salubridad.

| Zona                | Elemento             | Nº de elementos | Caudal unitario agua fría (l/s) | Caudal unitario agua caliente (l/s) | Caudal total (l/s) |
|---------------------|----------------------|-----------------|---------------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| Laboratorio         | Fregadero            | 1               | 0'20                            | 0'07                                | 0'27               |
| Vestuarios          | Duchas               | 4               | 0'20                            | 0'20                                | 1'60               |
|                     | Inodoro con cisterna | 4               | 0'10                            | -                                   | 0'4                |
|                     | Lavabo               | 2               | 0'10                            | 0'07                                | 0'54               |
| Necesidades totales |                      |                 | 1'6                             | 1'01                                | 2'61               |

El diseño y cálculo se ceñirá a la normativa vigente del Código Técnico de la Edificación (CTE), DB-HS Salubridad (HS 4 Suministro de agua).

Las necesidades de agua en cada punto se han calculado basándose en el DB-HS.Salubridad.

Además del abastecimiento y saneamiento de la planta se debe tener en cuenta la evacuación de aguas pluviales. Para ello se ha diseñado y dimensionado un sistema de canalones, bajantes y colectores de aguas pluviales que desagüe toda el agua que caiga sobre la cubierta de la nave.

## Capítulo 7: Ingeniería del proceso

Este apartado refleja los puntos más relevantes de la actividad productiva de la planta objeto de este proyecto.

Para el diseño del proceso de producción se ha seleccionado maquinaria actual con los últimos desarrollos tecnológicos para el campo de la pelletización de madera.

Los cálculos y soluciones adoptadas están desarrolladas en profundidad en el Anexo 7- Ingeniería del proceso.

### 7.1. Fases del proceso productivo

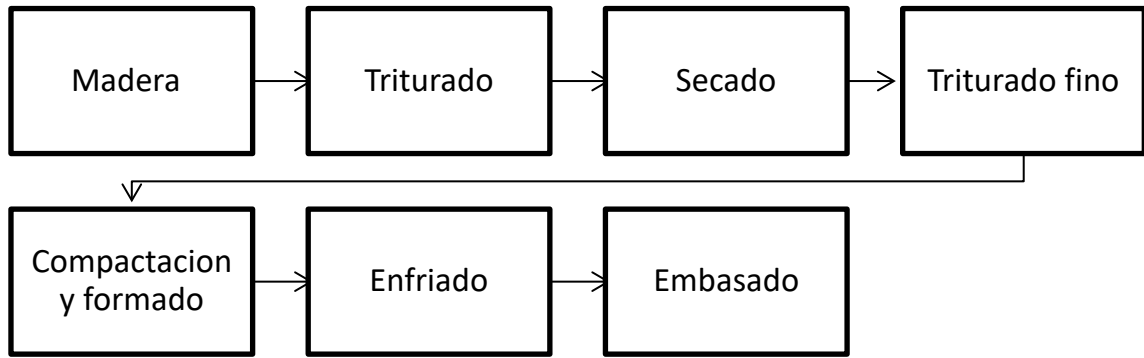


Figura 3 Esquema básico del proceso productivo.

#### 7.1.1. Recepción de la materia prima.

La materia prima será clasificada y ordenada en el parque de madera pasando un proceso de secado al aire, en el caso de la procedente del monte, con el objetivo de reducir costes respecto a si se hiciera artificialmente.

El parque de madera es un conjunto de instalaciones de almacenamiento de madera anejos a la fábrica que sirve para tener madera almacenada y realizar operaciones previas.

En el parque la materia prima será colocada en pilas de 3-6m de altura separando por tipos de madera (especies, procedencia, tamaños, etc.) y dejando calles de separación suficientes para la circulación de los vehiculos de la planta como se ha descrito en el apartado 6.2. de la presente memoria.

#### 7.1.2. Astillado y triturado en húmedo

Para dar comienzo al ciclo la materia prima esta será transportada hasta la astilladora situada al comienzo de la cadena de producción. Esta madera, a pesar de su estancia en el parque, aun no tiene la humedad necesaria para el pelletizado (13-15%) por lo que consideramos esta fase en húmedo.

Para este proceso se utilizará un tipo de triturador de molinos. Estos trituran directamente madera de gran tamaño, incluso troncos y los convierten en serrín sin necesidad de ser transformado previamente en astillas. A su salida las partículas tendrán unos 2-4mm.

Se selecciona una máquina que permite descortezar, astillar y triturar la madera en un solo paso lo que permite ahorrar tiempo en la producción haciéndola más eficiente además de un ahorro considerable en espacio y energía.

#### 7.1.3. Secado

---

En el caso de tener una humedad elevada o proceder de cortas el serrín de madera tras su paso por el parque en forma de trozas más grandes y de las fases de triturado y mezclado aun contiene un alto contenido en humedad de hasta el 40%.

Para esta labor se utilizará un secadero de cilindro rotativo tipo trómel que permite secar sólidos hasta un 10% de humedad sin los riesgos de incendio que puede tener un secadero de banda (ver Anexo 6- Estudio de alternativas):

El cuerpo principal de estos secaderos es un cilindro hueco horizontal en el que por su interior circula el serrín de manera longitudinal. Estos cilindros varían en su medida dependiendo del rendimiento necesario.

El secadero rotativo es un sistema de secado directo ya que el aire caliente entra en contacto con el producto a secar. Este aire caliente es generado por una caldera que en nuestro caso utilizará los residuos de la línea para funcionar. El aire producido puede alcanzar los 400-1000°C.

En su interior el secadero rotativo cuenta con unas paletas removedoras que además de, como su nombre indica, remover el producto y favorecer el contacto aire-partícula, lo hacen avanzar por el cilindro consiguiendo un ciclo continuo de producción.

Tras el secado el serrín ya con la humedad necesaria (13-15%) es descargado en la línea de transporte para continuar el proceso.

#### 7.1.4. Refinado

La fase del pelletizado es muy sensible al tamaño de las partículas introducidas en la maquina por lo que, como se explica en el Anexo 6- Estudio de alternativas, se ve necesaria la introducción de un sistema de refinado de las partículas antes de la fase de pelletizado. Para ello se utilizará un molino de martillos que refinará las astillas y virutas convirtiéndolas en “harina” fina ideal para el pelletizado.

La implementación de esta fase en el proceso productivo reduce problemas que puedan surgir en fases posteriores como atascos y pérdida de calidad en el pelletizado.

#### 7.1.5. Pelletizado

Como se ha visto anteriormente el pellet es, básicamente, biomasa prensada en forma de pequeños cilindros. Esta compresión de la biomasa se realiza mediante una maquina pelletizadora.

Para el presente proyecto se ha seleccionado una pelletizadora tipo centrifuga. Esta máquina pelletizadora está formada principalmente por unos rodillos prensores y una matriz. La matriz es un cilindro metálico con unos orificios por los cuales se hará pasar la biomasa triturada en fases anteriores mediante la fuerza aplicada por unos rodillos situados encima del cilindro matriz. Esta presión aplicada a las virutas de madera además de hacer pasar la madera, compactándola, por los orificios genera un aumento

de temperatura que ayuda a reblandecer la lignina contenida en la madera y favoreciendo la formación del pellet.

Tras este proceso una cuchilla corta los “curros” de biomasa prensada formando el pellet.

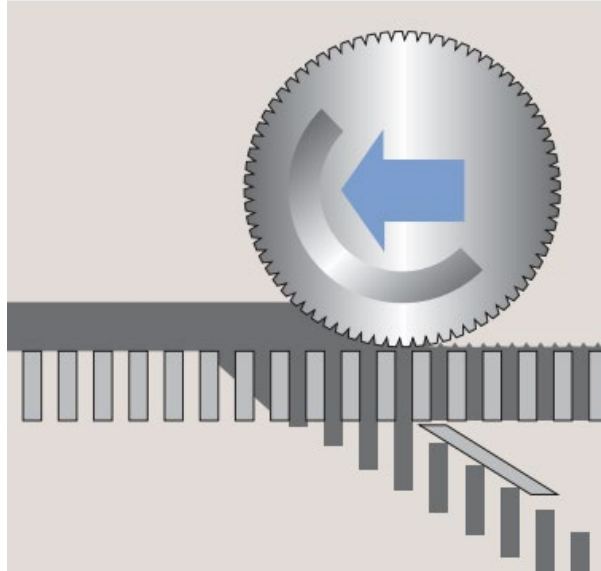


Figura 4 Biomasa pasando por matriz.

#### 7.1.6. Enfriado

Tras el proceso de pelletizado la biomasa que forma el pellet aumenta su temperatura hasta los 80-100°C. Las altas temperaturas producen un reblandecimiento de la lignina necesario para la formación del pellet, pero también producen fragilidad en el formado. Por lo tanto, será necesaria la utilización de un enfriador por el cual caen los pellets y mediante un flujo de aire frío baja la temperatura de estos.

Con este propósito se instala un enfriador. Esta máquina funciona dejando caer el pellet por gravedad y aplicando una corriente de aire a temperatura ambiente en dirección opuesta a su caída.

Otra de las funciones que tiene esta máquina es la de discriminar los pellets por tamaño, es decir, los pellets de dimensiones anómalas serán retirados del proceso mediante una criba incorporada en la máquina.

#### 7.1.7. Almacenado

Dependiendo de la forma de venta (ver Anexo 5- Estudio de alternativas) el pellet final se almacenará en diferentes formatos: sacos de 15kg, BigBags de 1000kg o a granel.

En caso de que el producto final se desee destinar a venta en sacos este pasará a la fase de ensacado que se describe posteriormente. En caso de ir destinado a venta a granel se dirigirá a silos de almacenado mediante un sistema de tornillos sin fin.

El cálculo del tamaño y número de silos se puede ver en el Anexo 8- Dimensionado de la planta. A continuación se presenta una tabla resumen:

Tabla 12 Dimensiones y número de silos.

| Silo         | 104 m <sup>3</sup> | 25 m <sup>3</sup> |
|--------------|--------------------|-------------------|
| Altura (m)   | 9'89               | 6'21              |
| Diámetro (m) | 3'82               | 2'55              |

Estos silos tendrán sistemas para ser alimentados y descargados.

El principal problema que encontramos en el almacenamiento en silos es el de la formación de bóvedas que impiden la caída del material, para evitar este problema utilizaremos rompe bóvedas que solucionen este problema. Este consiste en la colocación de unas aspas en la parte inferior que rompan las bóvedas que se puedan crear.

Este rompe bóvedas se compone de tres partes:

- Registro.
- Rompe bóvedas.
- Dosificador.

La elevación del material hasta los silos se realizará mediante tornillo sin fin. Para la descarga se utilizarán guillotinas en la parte inferior que descarguen su contenido.

#### 7.1.8. Ensacadora

Las máquinas ensacadoras funcionan de manera automática de tal manera que una cinta transportadora lleva los pellets desde la máquina pelletizadora a una pequeña tolva situada en la parte superior de la ensacadora. La máquina de forma automática va llenando sacos, en principio de 15 kg, pero se puede variar la cantidad. La máquina seleccionada tiene la función añadida de sellar los sacos antes de su salida.

Otra de las formas de comercialización del pellet seleccionadas es mediante Big Bag de 1000kg, para el llenado de estas la ensacadora dispone de un complemento que permite esta función.

#### 7.1.9. Transporte interno

Para el transporte entre maquinaria en la que no se necesaria una elevación del material se emplearan cintas transportadoras. Esto será necesario entre las fases de:

- Triturado y mezclado.
- Mezclado y secado.
- Secado y pelletizado.
- Pelletizado y ensacado.

A estas cintas transportadoras en algunos puntos tendremos que añadir un tornillo sin fin que eleve el material. Estas etapas del proceso son: pelletizado y ensacado.

En este caso se utilizará como cinta transportadora una modular con bandas laterales que impidan la perdida de material para cargas medias.

La cinta transportadora seleccionada alcanza una velocidad de 120 m/min y una capacidad de carga máxima de 80 kg/m.

#### 7.1.10. Colector de polvo

Los colectores de polvo tienen la misión de eliminar las partículas de polvo o madera que puedan surgir en el proceso productivo. Están diseñados para usar un patrón de flujo de aire descendente y gravedad para limpiar el aire atrapado en la superficie interna de las bolsas de filtro y para forzar el polvo dentro de las bolsas de desecho en el fondo del colector.

Un ventilador de gran volumen y alta presión para el procesamiento de materiales en trabajos pesados dirige el aire cargado de polvo a la cámara de aire sucio. El aire cargado de polvo es distribuido uniformemente adentro de las bolsas de poliéster de alto flujo, lo que capta el polvo y permite limpiar el aire para pasar de nuevo al entorno de trabajo.

#### 7.1.11. Descortezadora

En el caso de que la madera introducida al proceso sea del monte directamente o que el subproducto de otra empresa aun contenga corteza se introducirá como primer paso del proceso en una descortezadora.

Para el presente proyecto se ha seleccionado una descortezadora de rodillos horizontales muy versátil capaz de descortezar madera desde 5 cm hasta 80 cm de diámetro con una eficiencia de hasta el 99%.

Los rodillos interiores de la máquina están ranurados y presionan la madera contra ellos haciendo saltar la corteza de la troza. El subproducto sale por debajo de la máquina y puede ser revalorizado como combustible para la caldera de la fase de secado.

## **7.2. Transporte de materiales**

### 7.2.1. Pala cargadora



Para el movimiento de las materias primas en el parque y su incorporación al proceso productivo es necesaria una pala cargadora versátil capaz tanto de transportar pequeños subproductos de otras empresas hasta grandes troncos de *Pinus sylvestris* pasando por el movimiento de Big Bags (ver Anexo 6- Producción en la planta). Para ello se ha escogido una pala cargadora capaz de cambiar el cabezal con facilidad entre un cazo y unas pinzas.

### 7.2.2. Carretilla elevadora

Para el movimiento interno de sacos y Big Bags será necesario el empleo de una carretilla elevadora capaz de estas tareas. Teniendo en cuenta que el peso de un pallet de sacos es de 1200kg y un Big Bag 1000kg (ver Anexo 6- Producción en la planta) y que la altura máxima a la que deberán ser elevados es de 2m se ha seleccionado una carretilla elevadora eléctrica.

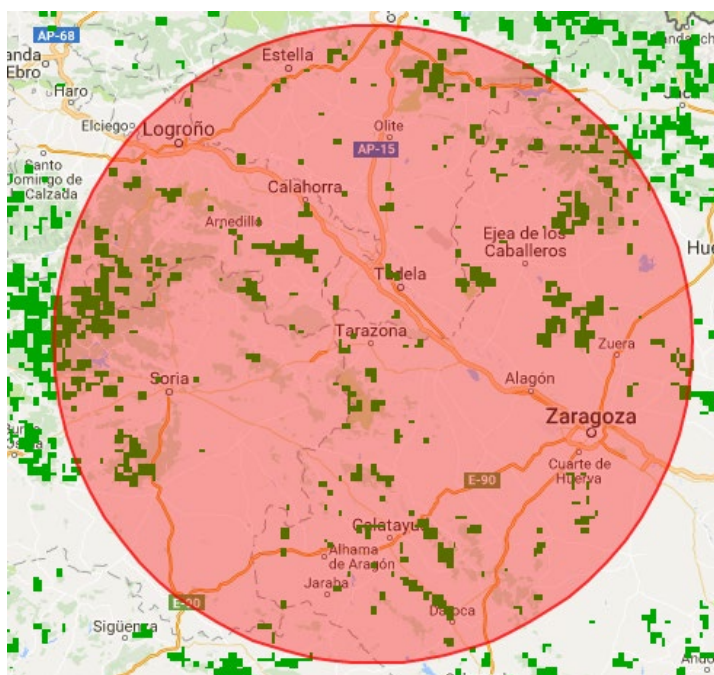
## **7.3. Materia prima**

Este apartado se desarrolla en el Anexo 4- Materia prima y disponibilidad.

Para este proyecto se utiliza principalmente materia prima procedente del subproducto de otras industrias madereras de la zona. Además de esta madera también utilizaremos talas, podas, etc. en monte en caso de necesidades de la producción o desabastecimiento. De estos orígenes disponemos:

- *Pinus sylvestris*: 4.662'76 tms
- *Pinus halepensis*: 6.577'9 tms
- Residuos de otras industrias: 28.719'22 tms

Tabla 13 Distribución de madera de conífera en monte. Fuente: BIORAISE.



#### 7.4. Producciones esperadas

Para estimar la producción esperada en la planta, como se ha señalado anteriormente, se tendrá en cuenta únicamente la madera procedente de subproducto de otras empresas.

En la estimación se tienen en cuenta los días laborables en Tarazona (Zaragoza).

Tabla 14 Días laborables en Aragón.

|                        | <b>Año</b> | <b>Agosto</b> | <b>TOTAL</b> |
|------------------------|------------|---------------|--------------|
| <b>Días totales</b>    | 365        | 31            | 334          |
| <b>Fines de semana</b> | 104        | 8             | 96           |
| <b>Festivos</b>        | 14         | 1             | 13           |
| <b>Laborables</b>      | 251        | 22            | 229          |

Como se detalla en el Anexo 6- Producción en la planta, se prevé una producción de 26.852'47 toneladas de pellets al año o lo que es lo mismo, 117'26 toneladas de pellet al día que hacen 7'33 toneladas a la hora. En esta estimación se han tenido en cuenta las pérdidas de material en el proceso.

Tabla 15 Producción en función de la clase de calidad.

| <b>ENplus A1</b> | <b>ENplus A2</b> |
|------------------|------------------|
| 60%              | 40%              |
| 16.111'48 t/año  | 10.740'99 t /año |

#### 7.5. Calidad del producto terminado

La normalización en el producto fabricado en la industria diseñada es muy importante debido a su carácter como combustible. Con esta normalización conseguimos una homogeneización de nuestro producto con el resto del mercado haciendo más sencilla la compatibilidad con las calderas en las que pretendemos que sea utilizado. Para ello se utiliza la certificación ENplus.

La certificación ENplus contempla tres tipos de calidad que se basan en las clases definidas por la norma ISO 17225-2:

- ENplus A1
- ENplus A2
- ENplus B

Tabla 16 Tipos de madera permitida en función de calidad. Fuente: ISO 17225-2

| ENplus A1                                                                                                                        | ENplus A2                                                                                                                                                                                           | ENplus B                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fuste.</li> <li>- Residuos y subproductos de madera no tratada químicamente.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Arboles completos sin raíces.</li> <li>-Fuste</li> <li>-Residuos de corta.</li> <li>-Residuos y subproductos de madera no tratada químicamente.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Biomasa leñosa procedente del monte, plantación y otra madera virgen.</li> <li>- Residuos y subproductos de madera no tratada químicamente.</li> <li>- Madera usada no tratada químicamente.</li> </ul> |

Tabla 17 Valores umbral de los parámetros más importantes en los pellets. Fuente: ENplus 14961-22.

| Propiedad                                                | Unidad                          | ENplus A1                                  | ENplus A2            | ENplus B | Norma de ensayos <sup>11)</sup> |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------|----------------------|----------|---------------------------------|
| Diámetro                                                 | mm                              | 6 ± 1 u 8 ± 1                              |                      |          | ISO 17829:                      |
| Longitud                                                 | mm                              | 3,15 < L ≤ 40 <sup>4)</sup>                |                      |          | ISO 17829:                      |
| Humedad                                                  | % en masa <sup>2)</sup>         | ≤ 10                                       |                      |          | ISO 18134                       |
| Cenizas                                                  | % en masa <sup>3)</sup>         | ≤ 0,7                                      | ≤ 1,2                | ≤ 2,0    | ISO 18122                       |
| Durabilidad mecánica                                     | % en masa <sup>2)</sup>         | ≥ 98,0 <sup>5)</sup>                       | ≥ 97,5 <sup>5)</sup> |          | ISO 17831-1                     |
| Finos (< 3,15 mm)                                        | % en masa <sup>2)</sup>         | ≤ 1,0 <sup>6)</sup> (≤ 0,5 <sup>7)</sup> ) |                      |          | ISO 18846                       |
| Temperatura de los pellets                               | °C                              | ≤ 40 <sup>8)</sup>                         |                      |          |                                 |
| Poder calorífico neto                                    | kWh/kg <sup>2)</sup>            | ≥ 4,6 <sup>9)</sup>                        |                      |          | ISO 18125                       |
| Densidad aparente                                        | kg/m <sup>3</sup> <sup>2)</sup> | 600 ≤ BD ≤ 750                             |                      |          | ISO 17828                       |
| Aditivos                                                 | % en masa <sup>2)</sup>         | ≤ 2 <sup>10)</sup>                         |                      |          | -                               |
| Nitrógeno                                                | % en masa <sup>3)</sup>         | ≤ 0,3                                      | ≤ 0,5                | ≤ 1,0    | ISO 16948                       |
| Azufre                                                   | % en masa <sup>3)</sup>         | ≤ 0,04                                     | ≤ 0,05               |          | ISO 16994                       |
| Cloro                                                    | % en masa <sup>3)</sup>         | ≤ 0,02                                     |                      | ≤ 0,03   | ISO 16994                       |
| Temperatura de deformación de las cenizas <sup>11)</sup> | °C                              | ≥ 1200                                     | ≥ 1100               |          | CEN/TC 15370-1                  |
| Arsénico                                                 | mg/kg <sup>3)</sup>             | ≤ 1                                        |                      |          | ISO 16968                       |
| Cadmio                                                   | mg/kg <sup>3)</sup>             | ≤ 0,5                                      |                      |          | ISO 16968                       |
| Cromo                                                    | mg/kg <sup>3)</sup>             | ≤ 10                                       |                      |          | ISO 16968                       |
| Cobre                                                    | mg/kg <sup>3)</sup>             | ≤ 10                                       |                      |          | ISO 16968                       |
| Plomo                                                    | mg/kg <sup>3)</sup>             | ≤ 10                                       |                      |          | ISO 16968                       |
| Mercurio                                                 | mg/kg <sup>3)</sup>             | ≤ 0,1                                      |                      |          | ISO 16968                       |
| Níquel                                                   | mg/kg <sup>3)</sup>             | ≤ 10                                       |                      |          | ISO 16968                       |
| Cinc (Zn)                                                | mg/kg <sup>3)</sup>             | ≤ 100                                      |                      |          | ISO 16968                       |

### 7.5.1. Para el control de calidad

Como se desarrolla en el Anexo 6- Estudio de alternativas, se ha optado por un sistema mixto que utilice tanto tecnología NIR como medios más tradicionales como pueden ser hornos de secado o determinadores de durabilidad mecánica.

El proceso de control consiste en varias fases, desarrolladas en el Anexo 3- Calidad del producto y control, que se presentan a continuación:

- a) Muestreo.
- b) Prueba inicial.
- c) Pruebas de verificación extremas.
- d) Pruebas complementarias.
- e) Pruebas especiales.

f) Resultados.

### 7.6. Disposición de la maquinaria

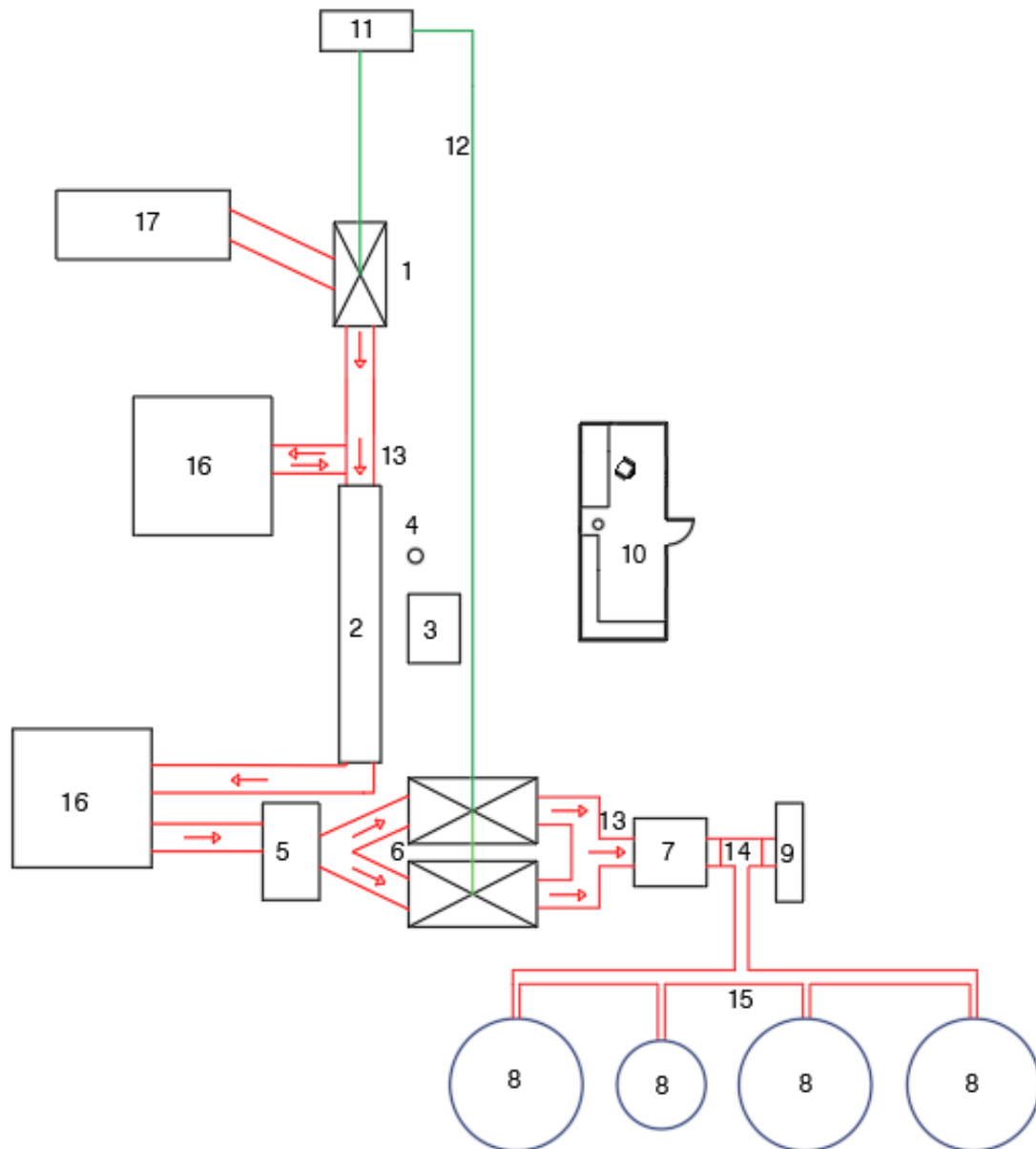


Figura 5 Croquis de disposición de maquinaria (Ver plano 6- Esquema del proceso).

- |                     |                              |
|---------------------|------------------------------|
| 1-Astilladora       | 9-Ensacadora                 |
| 2-Trómel            | 10-Sala de control           |
| 3-Caldera           | 11-Colector de polvo         |
| 4-Ciclón            | 12-Conductos colector        |
| 5-Molino            | 13-Cinta transportadora      |
| 6- Pelletizadora    | 14-Derivacion cinta/tornillo |
| 7-enfriador         | 15-Tornillo sin fin          |
| 8-Silos             | 16- Tolvas                   |
| 17- Descortezadora. |                              |

## **Capítulo 8: Cumplimiento del Código Técnico de la Edificación (CTE).**

### **8.1. DB-SE Seguridad Estructural.**

Los diseños y cálculos recogidos en este proyecto siguen las instrucciones y cumplen la normativa recogida en el CTE (Código Técnico de la Edificación). Todo ello se recoge en el Anexo X- Ingeniería de las obras.

### **8.2. DB-SI Seguridad Caso de Incendio.**

El Código Técnico de la Edificación en su apartado “Seguridad en caso de Incendio” se remite al REAL DECRETO 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. Se debe aplicar este reglamento ya que el presente proyecto tiene como finalidad el diseño de una industria dedicada a la transformación de biomasa forestal.

### **8.3. DB-HS Salubridad.**

Como se encuentra desarrollado en el Anexo 13- Fontanería y Saneamiento el presente proyecto se ha desarrollado cumpliendo el DB-HS Salubridad del CTE y además se han tenido en cuenta para su redacción en este apartado las normas: UNE-EN 1057, UNE-EN 12201, UNE-EN 13244 e ISO 4422:2003.

### **8.4. DB-HE Ahorro de Energía.**

El presente proyecto se encuentra exento de el CTE en este apartado debido a:

- a) Se trata de un edificio industrial, de la defensa y agrícola o parte de los mismos, en la parte destinada a talleres y procesos industriales, de la defensa y agrícolas no residenciales.
- b) La demanda de agua caliente sanitaria es inferior a 50 l/día.
- c) La superficie total construida dentro de una misma parcela catastral no supera los 5.000 m<sup>2</sup>.

Aunque se encuentre exento de su cumplimiento se ha redactado el Anexo 19- Valoración Energética que consiste en relacionar la energía que pueden llegar a suministrar los pellets producidos en la planta con el coste energético que tiene producirlos con la conclusión de que el balance energético es positivo para la planta en la planta se produce una cantidad de pellets equivalente a 443.065.755MJ obtenemos un balance energético positivo para la planta.

## Capítulo 9: Programación de las obras

El comienzo de la obra se efectuará al finalizar los procesos de permisos administrativos y contratación de la empresa constructora encargada de la realización del proyecto.

El proceso detallado de ejecución de la obra se refleja en el Anexo 21- Programación de la ejecución, obteniendo como resultado un tiempo estimado para su realización de 142'2 días que considerando días útiles de lunes a viernes y, como se ha visto en el Anexo 6- Producción en la planta, se tienen 14 festivos al año, la duración del proyecto será de aproximadamente 30 semanas.

Por último, cabe destacar que el Grafo Pert y el diagrama de Gantt se encuentran recogidos en el Anexo 21- Programación de la ejecución, para una mejor comprensión del desarrollo de la obra.

Tabla 18 Duración de actividades en obra.

| Nº   | Actividad                                | Días |
|------|------------------------------------------|------|
| 1    | <b>Replanteo</b>                         | 1    |
| 2    | <b>Construcción de edificaciones</b>     |      |
| 2.1. | Movimiento de tierras                    | 12   |
| 2.2. | Cimentaciones                            | 40   |
| 2.3. | Estructura metálica                      | 5    |
| 2.4. | Cerramientos                             | 7    |
| 2.5. | Cubiertas                                | 7    |
| 2.6. | Albañilería                              | 10   |
| 2.7. | Revestimientos y alicatados              | 15   |
| 2.8. | Carpintería y cerrajería                 | 6    |
| 3    | <b>Instalaciones</b>                     |      |
| 3.1. | Instalación eléctrica                    | 10   |
| 3.2. | Instalación de fontanería y saneamiento  | 15   |
| 3.3. | Instalación de maquinaria y equipamiento | 10   |
| 4    | <b>Entrega de la obra</b>                | 1    |

## **Capítulo 10: Estudio de impacto ambiental**

La ley 11/2014, de 4 de diciembre, de Prevención y Protección Ambiental de Aragón “será de aplicación a los planes, programas, proyectos, instalaciones y actividades que se pretendan desarrollar en el ámbito territorial de Aragón susceptibles de producir efectos sobre el medio ambiente de acuerdo con lo establecido en la presente ley, sin perjuicio de aquellos cuyo control y evaluación ambiental corresponda a la Administración General del Estado conforme a las competencias que se le atribuyen por la legislación básica estatal”.

El objetivo del estudio de impacto ambiental es el de contener la información necesaria para evaluar los posibles efectos significativos del proyecto sobre el medio ambiente y permitir adoptar las decisiones adecuadas para prevenir y minimizar dichos efectos.

Para el presente proyecto no será necesario una Evaluación de Impacto Ambiental al no verse recogido en ninguno de los casos expuestos en el anexo I de la ley 11/2014, de 4 de diciembre, de Prevención y Protección Ambiental de Aragón.

Por lo tanto, y según el Artículo 27 de dicha ley el presente estudio de impacto ambiental deberá contener:

- Descripción general del proyecto y previsiones en el tiempo del uso de recursos.
- Evaluación y cuantificación de los efectos previsibles directos e indirectos acumulativos y sinérgicos del proyecto sobre la población, salud humana, flora, fauna, biodiversidad, geodiversidad, suelo, subsuelo, paisaje, bienes materiales y la interacción entre los parámetros anteriores.
- Cuando el proyecto pueda afectar a espacios protegidos.
- Medidas que permitan prevenir, corregir y, en su caso, corregir efectos adversos.
- Programa de vigilancia ambiental.
- Resumen del estudio y conclusiones en términos fácilmente comprensibles.

En el Anexo 20- Estudio de impacto ambiental se desarrollan estos puntos.

## **Capítulo 11: Estudio económico**

Para conocer la rentabilidad a largo plazo del presente proyecto se ha realizado un estudio económico, desarrollado en el Anexo 22- Estudio económico, teniendo en cuenta tres parámetros:

- VAN (Valor Actual Neto).
- TIR (Tasa Interna de Retorno).
- Relación B/I (Beneficio/Inversión).

Para este fin los parámetros marcados han sido:



Tabla 19 Parámetros para el estudio económico.

|                                           |                              |
|-------------------------------------------|------------------------------|
| <b>Vida útil del proyecto</b>             | 20 años                      |
| <b>Presupuesto ejecución por contrata</b> | 2,025,122.91€                |
| <b>Ingresos</b>                           | Ordinarios y extraordinarios |
| <b>Pagos</b>                              | Ordinarios y extraordinarios |
| <b>Interés de préstamo</b>                | 3%                           |

Las conclusiones obtenidas de este estudio son:

### 11.1. Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)

Para comprobar la rentabilidad del proyecto se han calculado el VAN y el TIR a partir del flujo de caja presentado en la Tabla 5 y utilizando las formulas presentadas en el apartado 3 del presente anexo arrojando los siguientes resultados para una tasa de rendimiento requerida del 20%.

Tabla 7 VAN y TIR.

|            |                |
|------------|----------------|
| <b>VAN</b> | 1.235.593'37 € |
| <b>TIR</b> | 27%            |

De estos datos se deduce que la inversión es satisfactoria, ya que, se obtiene una tasa interna de retorno del 27 % y un V.A.N. es positivo.

### 11.2. Relación beneficio-Inversión

$$Q = C \frac{VAN}{Inversión}$$

La relación Beneficio-Inversión es favorable ya que es de 0'61.

Vistos todos los datos no existe motivo para no recomendar la inversión

## Capítulo 12: Resumen del presupuesto.

A continuación, se presenta el presupuesto detallado y desglosado por capítulos:

| RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO                    |                       |        | €                   |
|----------------------------------------------------|-----------------------|--------|---------------------|
| 01                                                 | Movimiento de tierras | 0.44%  | 5,359.12            |
| 02                                                 | Cimentaciones         | 4.64%  | 56,634.26           |
| 03                                                 | Estructuras           | 14.17% | 173,081.32          |
| 04                                                 | Albañilería           | 4.30%  | 52,525.36           |
| 05                                                 | Cubierta              | 0.20%  | 2,400.00            |
| 06                                                 | Instalaciones         | 6.45%  | 78,788.12           |
| 07                                                 | Maquinaria            | 68.23% | 983,620.00          |
| 08                                                 | Gestión de residuos   | 0.51%  | 6,188.96            |
| 09                                                 | Seguridad y salud     | 0.28%  | 3,480.76            |
| 10                                                 | Cerrajería            | 0.80%  | 9,770.70            |
| <b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>           |                       |        | <b>1,371,848.60</b> |
|                                                    | Gastos generales      | 16.00% | 219,495.78          |
|                                                    | Beneficio industrial  | 6.00%  | 82,310.92           |
|                                                    | Suma                  |        | 1,673,655.30        |
|                                                    | IVA                   | 21.00% | 351,467.613         |
| <b>TOTAL EJECUCION MATERIAL + GG+ BI</b>           |                       |        | <b>2,025,122.91</b> |
| <b>TOTAL EJECUCION MATERIAL + GG+ BI (sin IVA)</b> |                       |        | <b>1,673,655.30</b> |

El total del presupuesto de ejecución por contrata asciende a la expresada cantidad de DOS MILLONES VENTICINCO MIL CIENTO VEINTIDOS CON NOVENTA Y UN CENTIMOS.



---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE DISEÑO DE UNA PLANTA DE  
FABRICACIÓN DE PELLETS PROCEDENTES DE  
BIOMASA FORESTAL.

**ANEXO 1- ESTUDIO DE MERCADO.**

Grado en Ingeniería Forestal: Industrias forestales

Autor: Mario Bruna Garcia

Tutora: M<sup>a</sup> Daphne Hermosilla Redondo

Cotutora: M<sup>a</sup> Pilar Lisbona Martin

E. de Ingeniería de la Industria Forestal, Agronómica y de la  
Bioingeniería.

JUNIO 2019

## ÍNDICE ANEXO 1

|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| 1. Introducción. ....                     | 2  |
| 2. Consumo actual de combustibles.....    | 2  |
| 3. Situación en España. ....              | 3  |
| 4. La biomasa en España.....              | 4  |
| 4.1. Biomasa como fuente de energía. .... | 4  |
| 4.2. Producción de madera en España. .... | 5  |
| 5. El pellet en España. ....              | 6  |
| 5.1. Situación en Aragón.....             | 9  |
| 6. Bibliografía .....                     | 11 |

## 1. Introducción.

El uso de biomasa para la producción de energía en nuestro país está creciendo, este aumento es un hecho que se demuestra en los datos recogidos por el Observatorio Biomasa de AVEBIOM en 2016<sup>1</sup>. Dicho crecimiento se debe tanto a motivos ecológicos como económicos ya que la biomasa como fuente de energía cuenta con múltiples ventajas como pueden ser: ofrecer combustibles renovables y producidos en la zona, valorización de terrenos marginales para su producción, balance de CO<sub>2</sub> neutro, precios bajos respecto a otros combustibles, etc. Estos factores hacen a la biomasa una fuerte competidora para combustibles más extendidos como pueden ser los fósiles.

## 2. Consumo actual de combustibles.

La tendencia en el consumo energético mundial es al alza, según la International Energy Agency<sup>2</sup> en el periodo comprendido entre los años 2002 y 2030 el consumo energético aumentara en un 60% siendo los combustibles fósiles los que abastezcan la mayor parte de este consumo (Figura 1).

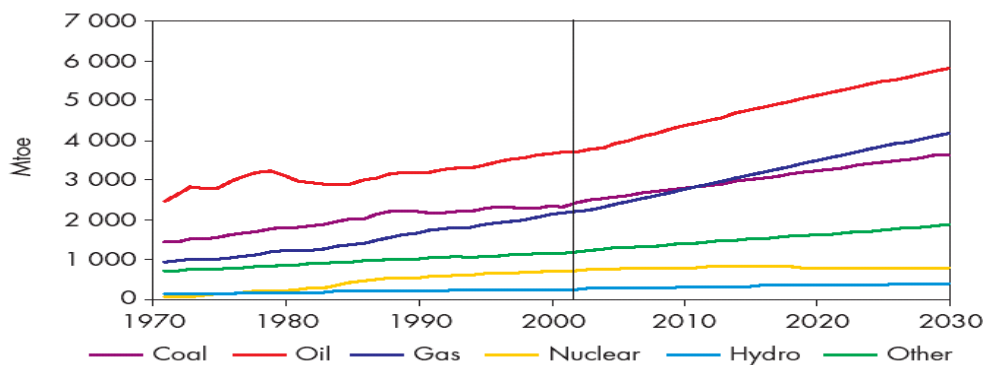


Figura 1 Evolución del consumo. Fuente: International Energy Agency<sup>2</sup>

En la actualidad la mayor parte de la energía consumida a nivel mundial es la procedente del petróleo seguida por el carbón con todos los problemas derivados de estos combustibles como son la contaminación, variabilidad en los precios, su carácter no renovable, tensiones internacionales por la localización de los yacimientos, etc<sup>2</sup>.

Ante estas previsiones los países se ven en la obligación de buscar fuentes de energía alternativas y ahí es donde aparecen las energías renovables. Según datos del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDEA)<sup>3</sup> solo en España aumento en el periodo 2015-2016 casi un 2% mientras que, por ejemplo, el carbón disminuyó un 11%.

En conclusión, parece lógico que la tendencia global va a ir dirigida a la extensión de la producción de las energías renovables donde se encuentra catalogado el combustible que se producirá en este proyecto.

### 3. Situación en España.

Como se exponía en el apartado anterior las principales fuentes mundiales de energía son los combustibles fósiles. En España es muy similar ya que estos combustibles copan la mayor parte de la producción seguidos por la energía nuclear<sup>3</sup>. Esta situación provoca una dependencia exterior en cuanto a recursos energéticos de España ya que no cuenta con yacimientos de hidrocarburos líquidos como el petróleo. Por otro lado, el carbón extraído en nuestro país es poco y de mala calidad. Según datos del Ministerio de Industria, Energía y Turismo en la dependencia energética de España es del 72'8% en el año 2015<sup>4</sup>. Como decimos esto es debido a que combustibles fósiles como el petróleo (44'2%), carbón (8'5%) o gas natural (20'3%) producen la mayor parte de energía primaria en España con 90.110 Ktep del total de la producción del país (123.485 Ktep).

Si anteriormente decíamos que la dependencia exterior de España se sitúa en el 73% aproximadamente también cabe resaltar que en el año 2010 este dato rondaba el 80%, esta reducción es debida a políticas que han impulsado otro tipo de fuentes de energía como son las renovables. En España el consumo primario de energía renovable en 2016 era de un 13,9%, centrándonos en el objeto de este proyecto, la energía primaria producida por biomasa fue en 2016 de un 4'6%<sup>3</sup>.

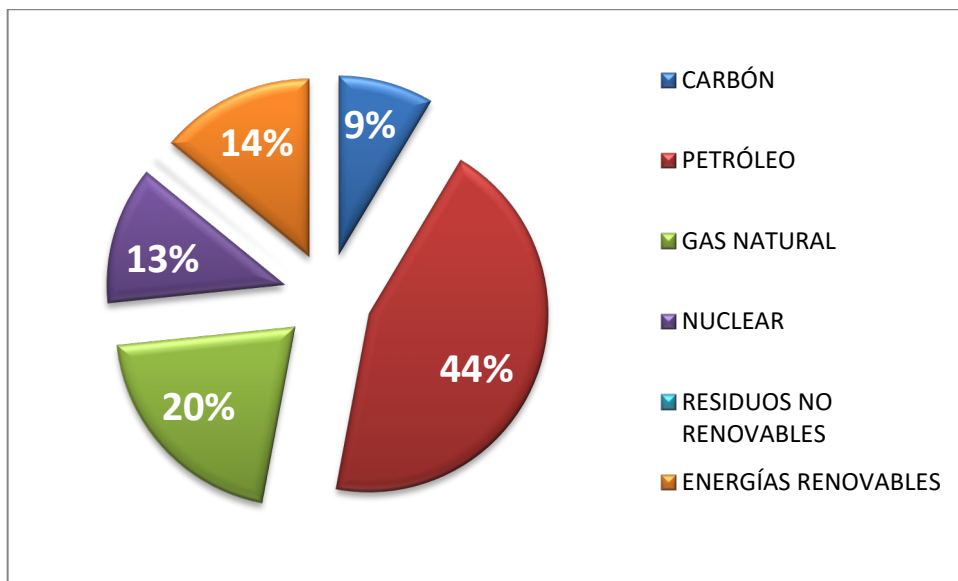


Figura 2 Consumo de energía primaria (2015). Fuente: MINETUR, IDAE.

En la actualidad se ha conseguido que las energías renovables se equiparen e incluso superen a otras como el carbón y la nuclear acercándose al gas natural como segunda fuente de suministro<sup>3</sup>.

El Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética 2017-2020 responde al requerimiento del artículo 24.2 de la Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética, que exige a todos los Estados miembros de la Unión Europea la presentación de estos planes se configura como una herramienta central de la política energética del país.

## 4. La biomasa en España.

### 4.1. Biomasa como fuente de energía.

Con los datos presentados en el punto 3 de este anexo queda claro que la biomasa como fuente de energía se empieza a posicionar como una fuente muy importante dentro de la política energética de España.

La potencia instalada en España procedente directamente de calderas de biomasa es en 2016 de 8.297.634'2 kW. Esta potencia instalada no ha dejado de crecer en los últimos años de manera constante aumentando un 14'03% entre los años 2015 y 2016 y un 449'5% desde 2008 según AVEBIOM<sup>1</sup>.

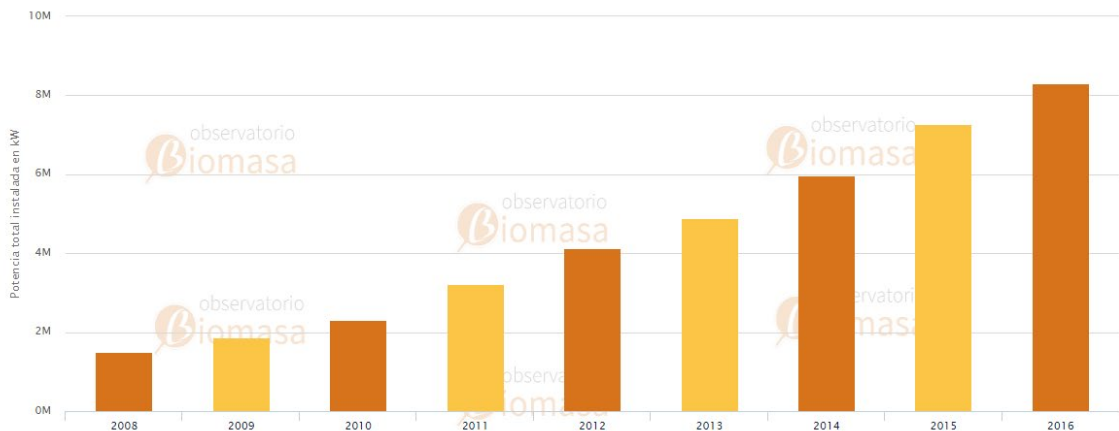


Figura 3 Potencia estimada de biomasa en España (kW) (2016). Fuente: Observatorio Biomasa AVEBIOM<sup>1</sup>.

Esta potencia instalada no se distribuye de igual manera a lo largo de toda España siendo Andalucía con 1.739.793'5 kW la primera Comunidad Autónoma del ranking seguida de Castilla y León con 1.397.793'5 kW<sup>1</sup>.

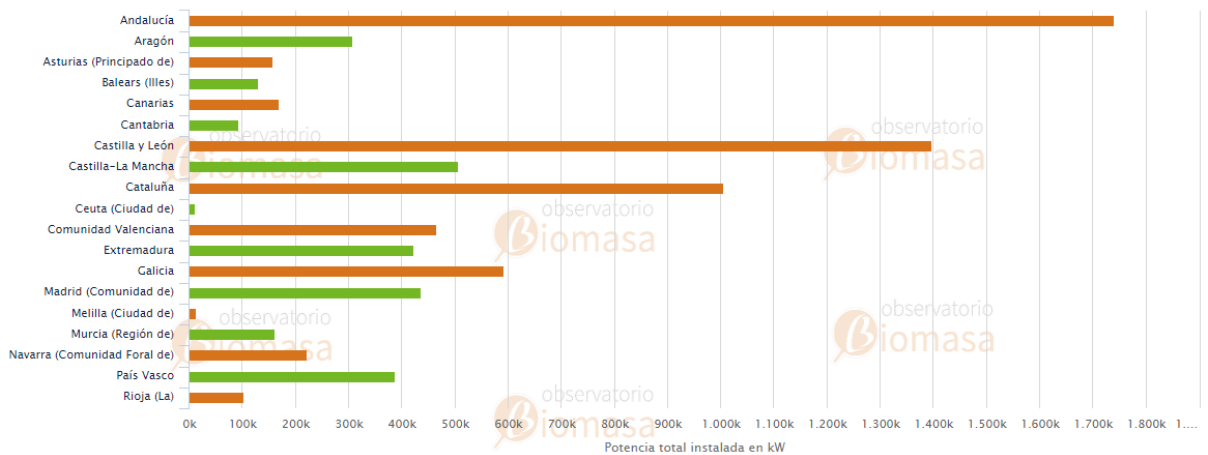


Figura 4 Potencia instalada en kW por C.C.A.A (2016). Fuente: Observatorio AVEBIOM

Lo mismo lógicamente con la energía generada en nuestro país viéndose un gran aumento desde 2008 donde se generaban 3.002'3 GWh y 2015 donde se generaban 12.570 GWh.

Otro de los datos a tener en cuenta es el número de instalaciones por cada 1000 habitantes. Este ranking lo encabeza la Provincia de Soria con 8'5 seguido de Palencia con 8'2 y Segovia con 6'2. Destacan también Teruel con 4'5, Guadalajara con 3'6 y Lleida y Huesca con 2'7<sup>1</sup>.

#### 4.2. Producción de madera en España.

España es el segundo país de la Unión Europea en superficie forestal con 27,7 millones de hectáreas (el triple que Francia y el doble que Alemania) solo superada por Suecia y del total de la superficie forestal el 40% se encuentra en zonas protegidas. En cuanto a las comunidades autónomas el ranking lo encabezan Andalucía, Castilla y León, Castilla la Mancha, Extremadura y Aragón. Además cabe destacar que ha aumentado durante los últimos 25 años a un ritmo de 180.000 hectáreas por año<sup>4</sup>.

Centrándonos en la producción de madera en España disponemos de un inventario de casi 1.900 millones de metros cúbicos catalogados con un crecimiento anual de 46 millones. De estos datos hay que señalar que la producción de madera en los últimos veinte años se ha mantenido en torno a solo 14 millones de metros cúbicos por lo que el margen respecto al crecimiento es aun amplio, es más, España ha pasado de un déficit de 902 millones de euros en 2004, a un superávit de 335 millones de euros en 2013 según el Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital<sup>5</sup>.

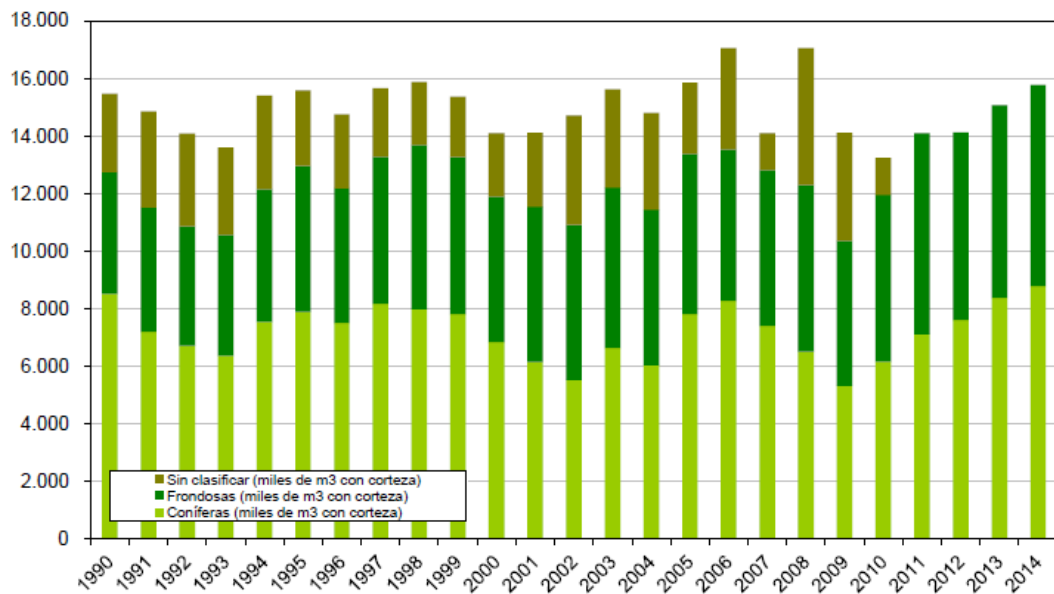


Figura 5 Evolución de la madera cortada según grupo de especies (miles de metros cúbicos) (2015). Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

Como podemos observar en la Figura 5 el mayor volumen de corta se produce sobre las coníferas.



Todos los datos aportados en este apartado han sido obtenidos en el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente en noviembre de 2017.

## 5. El pellet en España.

Los pellets son unos cilindros de 15-30mm de longitud que se fabrican a base de partículas de madera prensadas utilizando las propias sustancias de la madera como aglomerante por lo que no producen sustancias tóxicas en su combustión y sus cenizas son totalmente biodegradables. Sus calidades se clasifican según la norma ISO 17225-2:

Tabla 1 Valores de umbral de los parámetros más importantes para los pellets. Fuente: ENplus<sup>6</sup>

| Propiedad                                               | Unidad                          | ENplus A1                                  | ENplus A2            | ENplus B | Norma de ensayos <sup>11)</sup> |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------|----------------------|----------|---------------------------------|
| Diámetro                                                | mm                              | 6 ± 1 u 8 ± 1                              |                      |          | ISO 17829:                      |
| Longitud                                                | mm                              | 3,15 < L ≤ 40 <sup>4)</sup>                |                      |          | ISO 17829:                      |
| Humedad                                                 | % en masa <sup>2)</sup>         | ≤ 10                                       |                      |          | ISO 18134                       |
| Cenizas                                                 | % en masa <sup>3)</sup>         | ≤ 0,7                                      | ≤ 1,2                | ≤ 2,0    | ISO 18122                       |
| Durabilidad mecánica                                    | % en masa <sup>2)</sup>         | ≥ 98,0 <sup>5)</sup>                       | ≥ 97,5 <sup>5)</sup> |          | ISO 17831-1                     |
| Finos (< 3,15 mm)                                       | % en masa <sup>2)</sup>         | ≤ 1,0 <sup>6)</sup> (≤ 0,5 <sup>7)</sup> ) |                      |          | ISO 18846                       |
| Temperatura de los pellets                              | °C                              | ≤ 40 <sup>8)</sup>                         |                      |          |                                 |
| Poder calorífico neto                                   | kWh/kg <sup>2)</sup>            | ≥ 4,6 <sup>9)</sup>                        |                      |          | ISO 18125                       |
| Densidad aparente                                       | kg/m <sup>3</sup> <sup>2)</sup> | 600 ≤ BD ≤ 750                             |                      |          | ISO 17828                       |
| Aditivos                                                | % en masa <sup>2)</sup>         | ≤ 2 <sup>10)</sup>                         |                      |          | -                               |
| Nitrógeno                                               | % en masa <sup>3)</sup>         | ≤ 0,3                                      | ≤ 0,5                | ≤ 1,0    | ISO 16948                       |
| Azufre                                                  | % en masa <sup>3)</sup>         | ≤ 0,04                                     | ≤ 0,05               |          | ISO 16994                       |
| Cloro                                                   | % en masa <sup>3)</sup>         | ≤ 0,02                                     |                      | ≤ 0,03   | ISO 16994                       |
| Temperatura de deformación de las cenizas <sup>1)</sup> | °C                              | ≥ 1200                                     | ≥ 1100               |          | CEN/TC 15370-1                  |
| Arsénico                                                | mg/kg <sup>3)</sup>             | ≤ 1                                        |                      |          | ISO 16968                       |
| Cadmio                                                  | mg/kg <sup>3)</sup>             | ≤ 0,5                                      |                      |          | ISO 16968                       |
| Cromo                                                   | mg/kg <sup>3)</sup>             | ≤ 10                                       |                      |          | ISO 16968                       |
| Cobre                                                   | mg/kg <sup>3)</sup>             | ≤ 10                                       |                      |          | ISO 16968                       |
| Plomo                                                   | mg/kg <sup>3)</sup>             | ≤ 10                                       |                      |          | ISO 16968                       |
| Mercurio                                                | mg/kg <sup>3)</sup>             | ≤ 0,1                                      |                      |          | ISO 16968                       |
| Níquel                                                  | mg/kg <sup>3)</sup>             | ≤ 10                                       |                      |          | ISO 16968                       |
| Cinc (Zn)                                               | mg/kg <sup>3)</sup>             | ≤ 100                                      |                      |          | ISO 16968                       |

Según AVEBIOM para 2017 en España encontramos 50 fábricas de pellets distribuidas por todo el territorio peninsular (Figura 6). Además de estas plantas existen 29 de pequeña producción asociadas a otras industrias de madera con la intención de valorizar sus residuos.



Figura 6 Fabricas pellets en funcionamiento o en proyecto en España (2017). Fuente: AVEBIOM<sup>10</sup>

En nuestro país nos encontramos con que la producción no llega al 40% de la capacidad instalada produciendo el 3% de los pellets de la Unión Europea aunque el consumo del país solo represente el 2% de la UE. Exactamente, en 2015 nuestro país consumió 400.000 toneladas de las 20,3 millones europeas y produjo 475.000 de 14,1 millones. Esta situación podría parecer mala pero desde 2011 hasta 2016 se ha multiplicado por 2,71 el consumo y la producción se ha elevado un 120% lo que hace tener buenas perspectivas de futuro según AVEBIOM<sup>7</sup>.

En la actualidad este exceso de producto se exporta principalmente a Reino Unido, Italia, Alemania, Dinamarca y Suecia.

Según AVEBIOM actualmente, el 85% de la producción en España cuenta con esta certificación, quince puntos por encima de la media europea.

### 5.1 Precio del pellet y comparación con otros combustibles.

Para tomar los precios del pellet se han utilizado los datos recogidos por AVEBIOM en el tercer trimestre de 2017 usando tres tipos de embases: saco de 15kg, pallet, a granel en volquete y a granel en cisterna.

Debido a la variedad de pellets en el mercado se han tomado como referencia los de mayor calidad posible siendo estos los correspondientes a las A1 y A2 de la norma ISO 17225-2 y tomando una distancia de transporte media de 200km.

Tabla 2 Índice de precios pellet doméstico. Fuente: AVEBIOM<sup>7</sup>

| <b>PmB (Pellets saco 15kg)</b>  | <b>2012</b> | <b>2013</b> | <b>2014</b> | <b>2015</b> | <b>2016</b> | <b>Precio medio</b> |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------------|
| €/Saco                          | 4,13        | 4,24        | 4,35        | 4,21        | 3,93        | 4,21                |
| c€/kWh                          |             | 5,94        | 6,09        | 5,89        | 5,5         | 5,915               |
| <b>PmB (Un palet de pellet)</b> | <b>2012</b> | <b>2013</b> | <b>2014</b> | <b>2015</b> | <b>2016</b> |                     |
| €/tn                            | 264,61      | 273,86      | 280,98      | 269,88      | 254,93      | 269,88              |
| c€/kWh                          |             | 5,75        | 5,9         | 5,66        | 5,35        | 5,705               |
| <b>PmB (A granel volquete)</b>  | <b>2012</b> | <b>2013</b> | <b>2014</b> | <b>2015</b> | <b>2016</b> |                     |
| €/tn                            | 229,29      | 243,19      | 247,18      | 233,44      | 225,98      | 233,44              |
| c€/kWh                          |             | 4,98        | 5,06        | 4,9         | 4,74        | 4,94                |
| <b>PmB (A granel cisterna)</b>  | <b>2012</b> | <b>2013</b> | <b>2014</b> | <b>2015</b> | <b>2016</b> |                     |
| €/tn                            | 230,79      | 244,59      | 253,5       | 245,04      | 234,59      | 244,59              |
| c€/kWh                          |             | 5,13        | 5,32        | 5,14        | 4,92        | 5,135               |

En la tabla podemos observar que el método más barato es el transporte a granel en volquete seguido por cisterna, pallet y saco.

En el uso del pellet para uso térmico al comparar con otro tipo de combustibles de biomasa nos damos cuenta que en relación a otros tipos es más caro pero también es más eficiente y limpio.

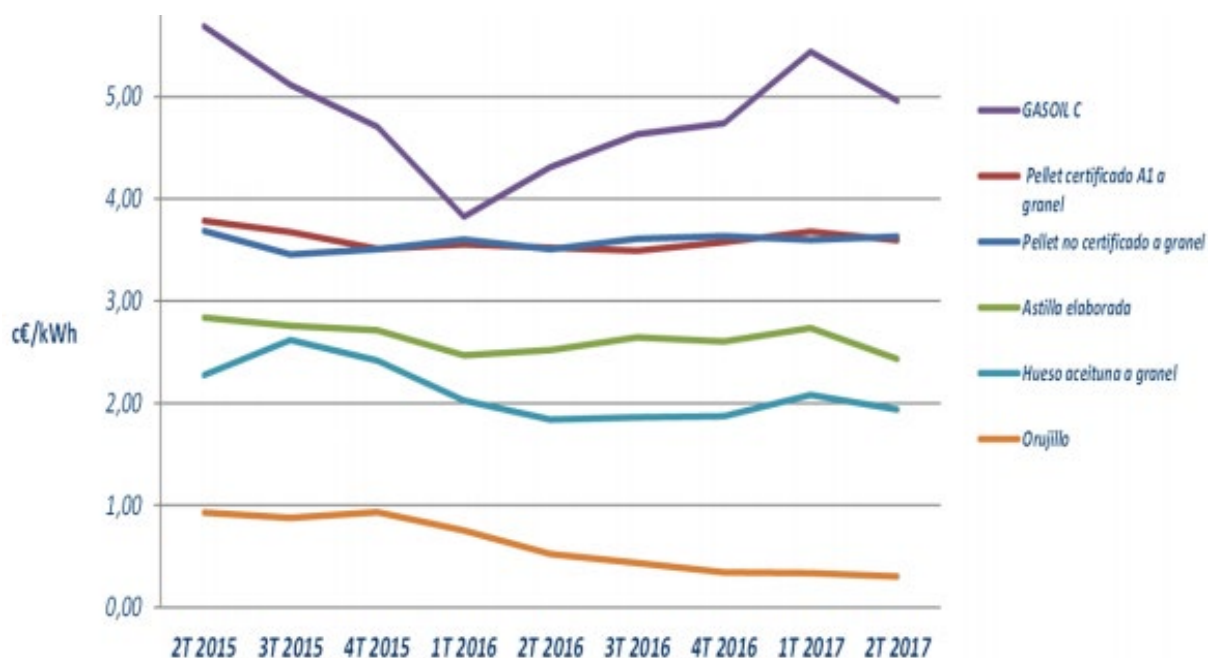


Figura 7 Comparativa de precios de combustibles para uso térmico (2017). Fuente: IDEA<sup>8</sup>

Según los datos de Oil Bulletin para mayo de 2016, el precio del gasóleo en España corresponde al 0,042822 €/kWh. Mientras que el gas natural marca los 0,0407549€/kWh.

En cuanto al pellet, el precio de venta en fábrica es de 170 €/t lo que esto equivale a 0,034 €/kWh, a lo que se le debe de sumar el transporte en el que por cada 10 €/t de transporte que se sumen, hay que añadir 0,002 €/kWh por lo que para llegar al precio del gas natural sería necesario un transporte de 30€/t<sup>1</sup>.

Esta comparativa de precios es muy variable ya que el precio del petróleo y el gas fluctúa mucho.

## 5.2. Situación en Aragón.

La energía procedente de biomasa en Aragón, al igual que en el resto de España, no ha dejado de crecer como se muestra en los datos recogidos por el Observatorio de la Biomasa de AVEBIOM en 2016. Solo en el periodo 2015-2016 se instalaron más de 1.300 calderas nuevas aumentando la potencia procedente de biomasa en más de 27.000 kW.

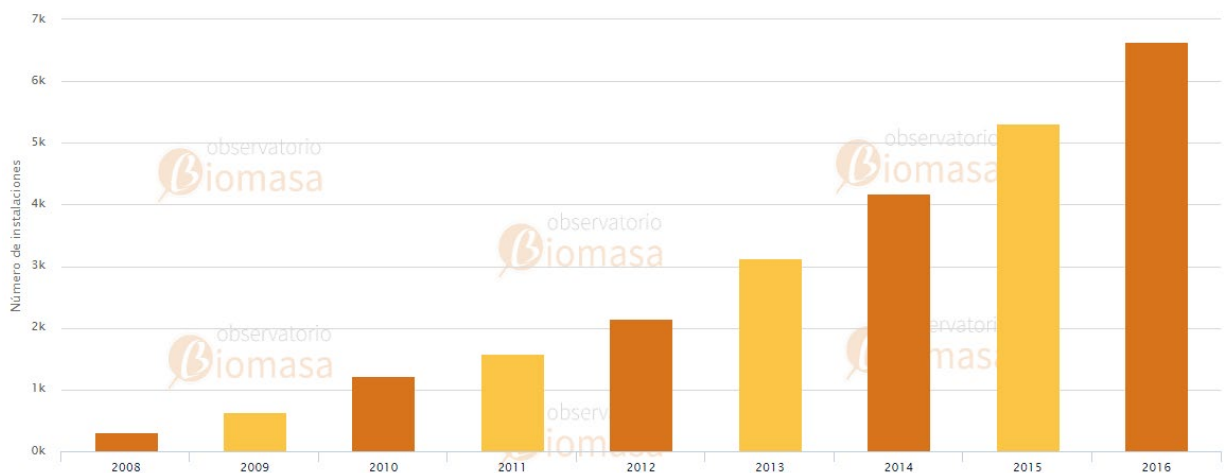


Figura 8 Numero de instalaciones estimada en Aragón (2016). Fuente: Observatorio Biomasa AVEBIOM<sup>1</sup>.

En el caso del pellet, tras una parada en su consumo debido a los bajos precios de otros combustibles, sigue creciendo año a año.

El gran problema que presenta la energía producida por pellets son los altos costes de instalación por lo que el Gobierno de Aragón, tras paralizar las líneas de ayuda para la instalación de nuevas calderas en 2016, lo que no impidió que su instalación siguiera creciendo. En 2017 se convocaron ayudas para la instalación de biomasa entre otras, en concreto, para calderas de potencia máxima de 70 kW de uso residencial y/o doméstico<sup>9</sup>.

Otro de los factores a tener en cuenta para entender el mercado del pellet en Aragón es la tradición de las zonas rurales, que representan gran parte del territorio de la comunidad, del uso de la biomasa para uso energético.

Los datos anteriores demuestran que el mercado del pellet está en auge en esta comunidad autónoma a lo que se le suma la gran disponibilidad de materia prima disponible tanto en Aragón como en comunidades vecinas como se vio en el apartado 4.2 del presente anexo.

## 6. Bibliografía

1. Asociación Española de Valorización Energética de la Biomasa (AVEBIOM). “Observatorio Biomasa” (2017), disponible en: [www.observatoriobiomasa.es](http://www.observatoriobiomasa.es).
2. International Energy Agency. *World Energy Outlook 2017*.
3. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) (2016). “Informe estadístico energías renovables”, disponible en: [www.informeestadistico.idae.es/t2.htm](http://www.informeestadistico.idae.es/t2.htm).
4. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA) (2017). Disponible en: [www.mapama.gob.es/es/](http://www.mapama.gob.es/es/).
5. Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital (METAD)(2018). Disponible en: [www.minetad.gob.es](http://www.minetad.gob.es).
6. ENplus (2015). “Esquema de certificación de calidad para pellets de madera”.
7. Asociación Española de Valorización Energética de la Biomasa (AVEBIOM) (2018). “Índice de precios del pellet doméstico en España 1T 2012 – 3T 2017”.
8. Dirección de energías renovables, Departamento de Biomasa y Residuos (IDAE) (2017). “Informe de precios de la biomasa para usos térmicos”.
9. Gobierno de Aragón, BOA (2017). “ORDEN EIE/840/2017, de 7 de junio, por la que se convocan para el año 2017, ayudas en materia de ahorro y diversificación energética, uso racional de la energía y aprovechamiento de los recursos autóctonos y renovables, financiadas con fondos propios de la Comunidad Autónoma de Aragón y dirigidas a particulares.”
10. Asociación Española de Empresas Productoras de Pellets (2017). Disponible en: [www.apropellets.com/](http://www.apropellets.com/).



---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE DISEÑO DE UNA PLANTA DE  
FABRICACIÓN DE PELLETS PROCEDENTES DE  
BIOMASA FORESTAL.

**ANEXO 2- ESTUDIO DEL CLIMA.**

Grado en Ingeniería Forestal: Industrias forestales

Autor: Mario Bruna Garcia

Tutora: M<sup>o</sup> Daphne Hermosilla Redondo

Cotutora: M<sup>o</sup> Pilar Lisbona Martin

E. de Ingeniería de la Industria Forestal, Agronómica y de la  
Bioingeniería.

JUNIO 2019

## INDICE ANEXO 2

|                       |   |
|-----------------------|---|
| 1. Introducción. .... | 2 |
| 2. Temperaturas.....  | 2 |
| 3. Precipitación..... | 3 |
| 4. Humedad .....      | 5 |
| 5. Viento.....        | 6 |
| 6. Bibliografía. .... | 8 |



## 1. Introducción.

Para la evaluación del clima de la zona de Tarazona (Zaragoza) se utilizarán los datos obtenidos por la estación meteorológica situada en el mismo municipio en el paraje de Valsiel con unas coordenadas UTM X: 604000UTM - Y: 4641230 y a una altitud de 516m. Esta estación se instaló el 25/11/2003 y su última calibración se realizó el 26/04/2017 por lo que está en perfectas condiciones y proporciona unos datos óptimos. A continuación se muestra la relación de instrumentos de medida:

Tabla 1 Instrumentos de medida de la estación. Fuente: MAPAMA<sup>1</sup>

| Instrumento     | Fabricante          | Modelo |
|-----------------|---------------------|--------|
| Termohigrómetro | Rotronic            | HC2-S3 |
| Anemoveleta     | R.M. Young          | 05103  |
| Piranómetro     | SKYE Instruments    | SP1110 |
| Pluviómetro     | Campbell Scientific | ARG100 |
| Datalogger      | Campbell Scientific | CR10X  |

## 2. Temperaturas.

Para las temperaturas vamos a tomar una serie de diez años, concretamente desde el 22/07/2007. Los datos recopilados se presentan a continuación:

Tabla 2 Temperaturas medias, máximas y mínimas. Fuente: MAPAMA

|                   | Temp Media (°C) | Temp Max (°C) | Temp Mínima (°C) | Máxima | Mínima |
|-------------------|-----------------|---------------|------------------|--------|--------|
| <b>Enero</b>      | 6,14            | 17,44         | -3,86            | 19,32  | -6,51  |
| <b>Febrero</b>    | 6,61            | 18,03         | -2,44            | 21,19  | -5,09  |
| <b>Marzo</b>      | 9,26            | 22,79         | -0,73            | 25,86  | -3,35  |
| <b>Abril</b>      | 12,12           | 26,25         | 1,57             | 30,16  | -0,50  |
| <b>Mayo</b>       | 15,46           | 29,58         | 4,17             | 32,97  | 1,32   |
| <b>Junio</b>      | 19,82           | 35,11         | 8,10             | 38,68  | 6,12   |
| <b>Julio</b>      | 22,23           | 36,90         | 9,92             | 38,49  | 8,41   |
| <b>Agosto</b>     | 22,26           | 37,04         | 8,80             | 40,23  | 0,00   |
| <b>Septiembre</b> | 18,67           | 32,36         | 7,43             | 36,26  | 4,96   |
| <b>Octubre</b>    | 14,76           | 28,10         | 2,85             | 31,71  | 0,03   |
| <b>Noviembre</b>  | 9,61            | 20,55         | -0,24            | 23,92  | -4,42  |
| <b>Diciembre</b>  | 5,93            | 16,75         | -4,44            | 19,93  | -7,60  |
| <b>Media</b>      | 13,44           | 27,18         | 2,1              |        |        |

Como podemos observar la temperatura media de la zona se sitúa en 13´44°C siendo el mes más frío de media diciembre, la temperatura más baja registrada en la estación

ha sido de  $-7'6^{\circ}\text{C}$  el día 24/12/2008 siendo diciembre también el mes más frío en cuanto a las temperaturas medias mínimas.

Por otro lado el mes más cálido de media es agosto con  $22'26^{\circ}\text{C}$  seguido muy de cerca por Julio con  $22'23^{\circ}\text{C}$ . En este caso el día de más calor se registró el 11/08/2012 con  $40'23^{\circ}\text{C}$  y en cuanto a la media de las temperaturas máximas también está por encima agosto con  $37'04^{\circ}\text{C}$ .

Por último hay que señalar que en la temperatura mínima absoluta de agosto aparece un valor extraño de  $0^{\circ}\text{C}$ .

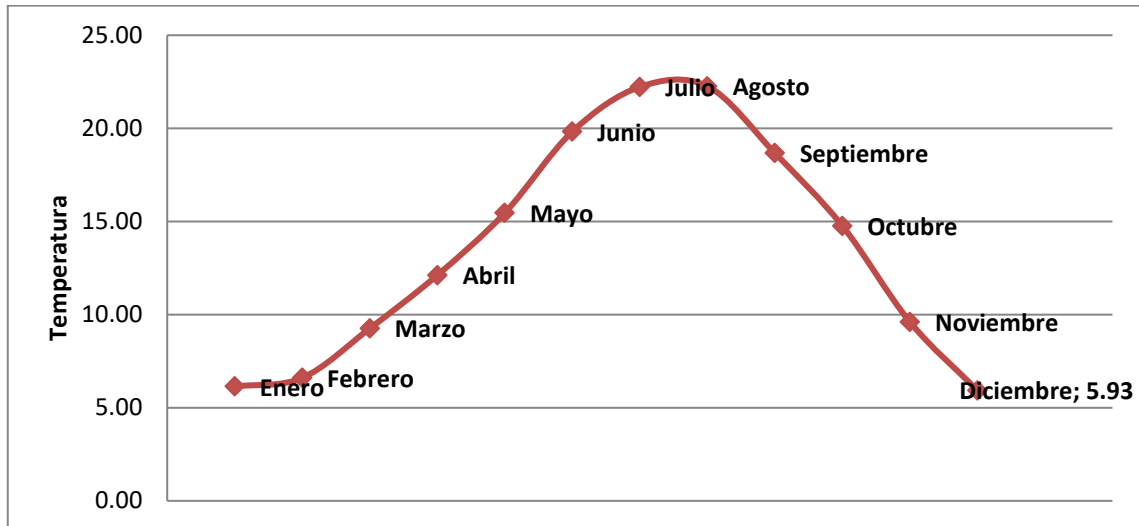


Figura 1 Temperatura media. Fuente: MAPAMA

Analizados los datos anteriormente presentados nos damos cuenta de que la temperatura a lo largo del año es muy variable llegando hasta los  $22'26^{\circ}\text{C}$  en agosto y bajando a los  $5'93^{\circ}\text{C}$  en diciembre.

### 3. Precipitación.

Para la precipitación al ser un valor más variable que otros vamos a utilizar un periodo más largo, en concreto desde el año 2004.

Tras elaborar los datos obtenidos en la estación en el periodo señalado obtenemos una precipitación media anual de 433mm. Podemos considerar que nos encontramos en una zona seca en relación al resto de España donde la precipitación media anual se sitúa en 682mm.

A continuación vamos a ver como se distribuyen estas precipitaciones a lo largo del año:

Tabla 3 Precipitación media anual. Fuente: SiAR<sup>1</sup>

| Precipitación media mensual | Mes        |       |
|-----------------------------|------------|-------|
|                             | Enero      | 21,55 |
|                             | Febrero    | 26,71 |
|                             | Marzo      | 39,47 |
|                             | Abril      | 45,80 |
|                             | Mayo       | 51,54 |
|                             | Junio      | 36,20 |
|                             | Julio      | 26,80 |
|                             | Agosto     | 17,78 |
|                             | Septiembre | 31,03 |
|                             | Octubre    | 39,95 |
|                             | Noviembre  | 49,36 |
| Diciembre                   | 70,98      |       |

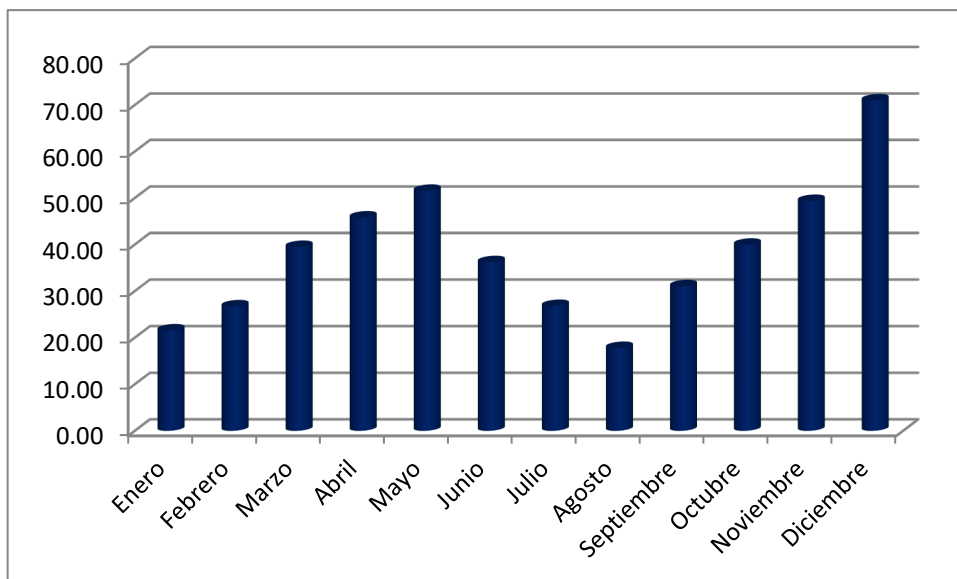


Figura 2 Distribución de la precipitación anualmente. Fuente: SiAR<sup>1</sup>

Como podemos observar en la gráfica el reparto de las lluvias a lo largo del año es muy irregular siendo los meses de mas precipitación son los de primavera y otoño. Los meses de menor precipitación estas muy marcados con respecto a los demás siendo agosto el más seco seguido de enero.

El mes más lluvioso de todos los años analizados fue octubre de 2012 con 242mm, un valor muy superior a la media de ese mes que se sitúa en 39'95mm. Por el contrario los meses más secos fueron julio de 2005, 2009 y 2013 y agosto de 2013 con valores prácticamente de 0mm.

## 4. Humedad.

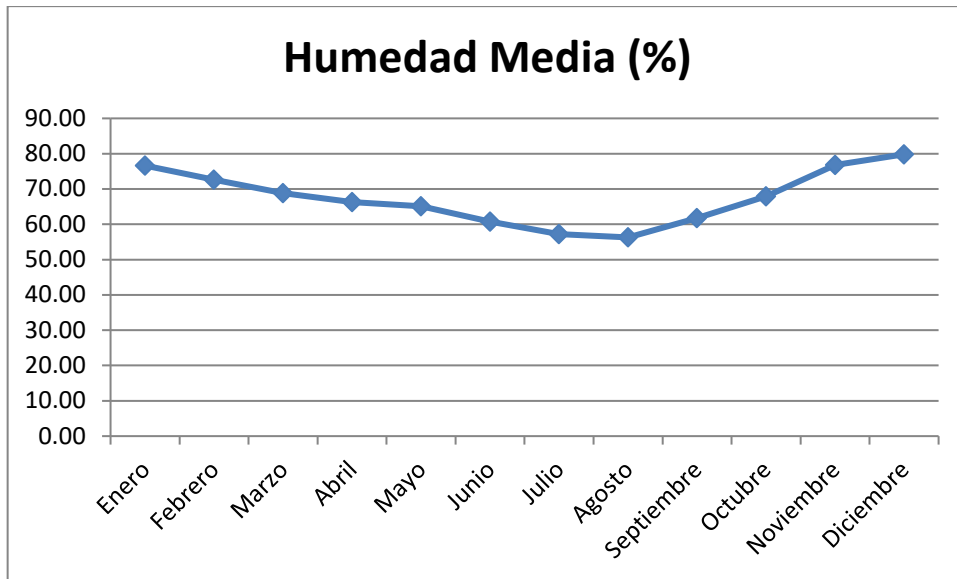
Para la humedad vamos a tomar una serie de diez años, concretamente desde el 22/07/2007. Los datos recopilados se presentan a continuación:

Tabla 4 Humedades medias, máximas y mínimas. Fuente: MAPAMA<sup>1</sup>

|                   | <b>Hum Media (%)</b> | <b>Hum Máx (%)</b> | <b>Hum Mín(%)</b> | <b>Máxima</b> | <b>Mínima</b> |
|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|---------------|---------------|
| <b>Enero</b>      | 76,61                | 100,00             | 30,24             | 100           | 15,11         |
| <b>Febrero</b>    | 72,65                | 99,41              | 21,94             | 100           | 0             |
| <b>Marzo</b>      | 68,81                | 99,60              | 22,13             | 100           | 12,45         |
| <b>Abril</b>      | 66,28                | 99,07              | 18,47             | 100           | 10,08         |
| <b>Mayo</b>       | 65,10                | 98,78              | 18,14             | 100           | 11,84         |
| <b>Junio</b>      | 60,80                | 98,99              | 17,17             | 100           | 9,32          |
| <b>Julio</b>      | 57,22                | 96,87              | 14,17             | 100           | 8,04          |
| <b>Agosto</b>     | 56,29                | 98,39              | 14,35             | 100           | 5,2           |
| <b>Septiembre</b> | 61,71                | 98,35              | 17,01             | 100           | 10,14         |
| <b>Octubre</b>    | 67,94                | 98,74              | 16,47             | 100           | 6,5           |
| <b>Noviembre</b>  | 76,83                | 99,70              | 34,86             | 100           | 13,67         |
| <b>Diciembre</b>  | 79,82                | 100,00             | 33,36             | 100           | 14,57         |
|                   | 67,11                | 99,03              | 18,30             |               |               |

Podemos observar que la humedad media registrada en la zona se sitúa en 67,11% siendo el mes más húmedo de media diciembre con 79'82%; la humedad más alta en la estación ha sido de 100% registrándose este dato en diciembre y enero.

Por otro lado el mes más seco es Agosto de media con 56'29% y el día más seco se registro en 5,2 el 11/08/2012 (Descartamos valores de 0 situado en el mes Febrero por ser anómalos.)

Figura 3 Humedad media. Fuente: MAPAMA<sup>1</sup>

## 5. Viento.

Para evaluar el viento de la zona utilizaremos un periodo de 10 años comenzando el 22/07/2007. La velocidad media de la zona es de 2 m/s.

Los datos obtenidos por la estación se presentan a continuación:

Tabla 5 Velocidad y dirección del viento. Fuente: SiAR<sup>1</sup>

|                   | Vel Viento (m/s) | Dir Viento (°) | Vel Viento Máx (m/s) |
|-------------------|------------------|----------------|----------------------|
| <b>Enero</b>      | 2,14             | 276,41         | 14,14                |
| <b>Febrero</b>    | 2,57             | 275,62         | 14,23                |
| <b>Marzo</b>      | 2,45             | 283,99         | 13,04                |
| <b>Abril</b>      | 2,18             | 284,79         | 11,99                |
| <b>Mayo</b>       | 1,93             | 293,05         | 11,01                |
| <b>Junio</b>      | 1,82             | 285,48         | 10,67                |
| <b>Julio</b>      | 1,85             | 320,35         | 10,37                |
| <b>Agosto</b>     | 1,71             | 306,95         | 11,05                |
| <b>Septiembre</b> | 1,71             | 279,87         | 10,17                |
| <b>Octubre</b>    | 1,70             | 268,98         | 11,52                |
| <b>Noviembre</b>  | 2,03             | 272,65         | 11,96                |
| <b>Diciembre</b>  | 1,84             | 271,62         | 11,87                |

Como podemos ver en la tabla 6 el mes de mayor velocidad del viento es febrero con una media de 2'57m/s y una máxima media de 14'23. La velocidad del viento máxima registrada en la estación ha sido de 21'96m/s el día 27/02/2010 a las 22:48.

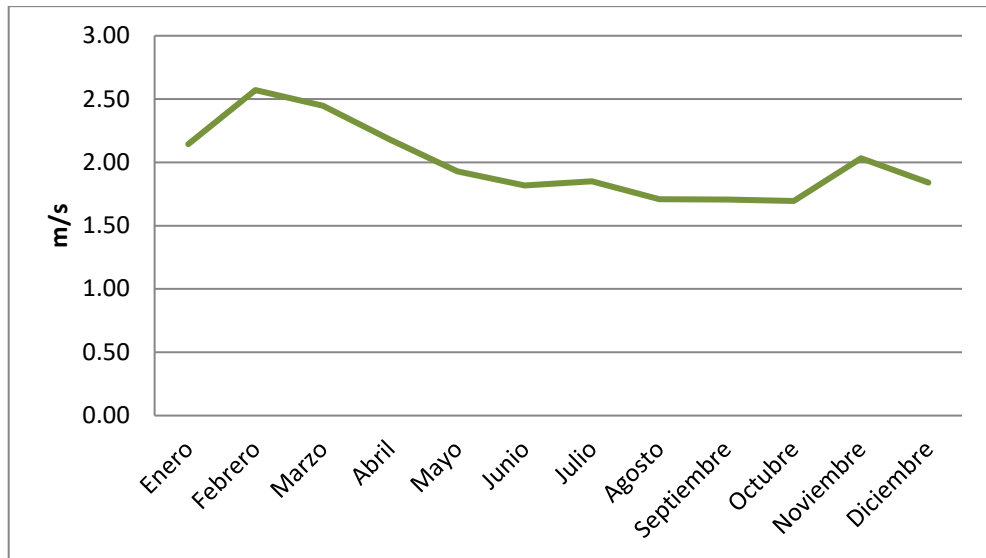


Figura 4 Distribución de velocidad del viento media. Fuente: SiAR<sup>1</sup>

En cuanto a la distribución en el año de los vientos podemos observar que entre los meses de Diciembre y Febrero estos sufren un aumento considerable de 1'84 a 2'57 m/s.

## 6. Bibliografía.

1. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medioambiente. Sistema de Información Agroclimática para el Regadío (SiAR). Se puede encontrar en: <http://eportal.mapama.gob.es/websiar/Inicio.aspx>



---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE DISEÑO DE UNA PLANTA DE  
FABRICACIÓN DE PELLETS PROCEDENTES DE  
BIOMASA FORESTAL.

**ANEXO 3- CALIDAD DEL PRODUCTO Y CONTROL**

Grado en Ingeniería Forestal: Industrias forestales

Autor: Mario Bruna Garcia

Tutora: M<sup>a</sup> Daphne Hermosilla Redondo

Cotutora: M<sup>a</sup> Pilar Lisbona Martin

E. de Ingeniería de la Industria Forestal, Agronómica y de la  
Bioingeniería.

JUNIO 2019



## INDICE ANEXO 3

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| 1. Introducción. ....                               | 2  |
| 2. Necesidad de normalización y certificación. .... | 2  |
| 3. Clases de calidad. ....                          | 3  |
| 4. Calidad de la materia prima. ....                | 4  |
| 4.1. Ventajas de la certificación. ....             | 4  |
| 5. Control de calidad. ....                         | 5  |
| 5.1. Equipo necesario. ....                         | 5  |
| 5.2. Proceso del control de calidad. ....           | 6  |
| 5.2.1. Introducción. ....                           | 6  |
| 5.2.2. Muestreo. ....                               | 6  |
| 5.2.3. Tipos de pruebas. ....                       | 7  |
| 5.2.4. Procedimiento de análisis. ....              | 7  |
| 5.2.5. Resultados. ....                             | 8  |
| 6. Bibliografía. ....                               | 10 |

## 1. Introducción.

En el presente anexo se establecerán los criterios y parámetros mínimos de calidad en el producto terminado de este proyecto. Además, se presentarán el control necesario para ello, así como sus fases e instrumentos necesarios.

Para todo ello nos basaremos en la norma EN 14961-2.

## 2. Necesidad de normalización y certificación.

La normalización en el caso del producto terminado de este proyecto es de gran importancia debido a su función como combustible. Con dicha normalización se consigue igualarlo al resto de productos similares disponibles en el mercado adaptándose a las necesidades de las calderas en las que debe ser utilizado.

Por otro lado, la certificación es importante, no únicamente por la revalorización del producto en el mercado, que no se produce (ver figura 1), sino por la gran cantidad de pellet certificado que existe en él. Como se ha visto en el Anexo 1- Estudio de mercado, el 85% de pellets a la venta en España cuentan con certificación.

La certificación produce confianza en el consumidor al adquirir un producto estandarizado.



Figura 1 Comparativa de precios en combustibles. Fuente: IDEA<sup>1</sup>

Por lo tanto, queda clara la importancia tanto de la normalización como de la certificación para nuestros pellets.

### 3. Clases de calidad.

La certificación para el pellet en España es la ENplus que contempla tres tipos de calidad basados en las clases definidas por la norma ISO 17225-2:

- ENplus A1
- ENplus A2
- ENplus B

La Tabla 1 presenta las características mínimas que tienen que cumplir los pellets para obtener esta certificación.

Tabla 1 Valores umbral de los parámetros mas importantes en los pellets. Fuente: ENplus 14961-2<sup>2</sup>

| Propiedad                                               | Unidad                          | ENplus A1                                  | ENplus A2            | ENplus B | Norma de ensayos <sup>11)</sup> |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------|----------------------|----------|---------------------------------|
| Diámetro                                                | mm                              | 6 ± 1 u 8 ± 1                              |                      |          | ISO 17829:                      |
| Longitud                                                | mm                              | 3,15 < L ≤ 40 <sup>4)</sup>                |                      |          | ISO 17829:                      |
| Humedad                                                 | % en masa <sup>2)</sup>         | ≤ 10                                       |                      |          | ISO 18134                       |
| Cenizas                                                 | % en masa <sup>3)</sup>         | ≤ 0,7                                      | ≤ 1,2                | ≤ 2,0    | ISO 18122                       |
| Durabilidad mecánica                                    | % en masa <sup>2)</sup>         | ≥ 98,0 <sup>5)</sup>                       | ≥ 97,5 <sup>5)</sup> |          | ISO 17831-1                     |
| Finos (< 3,15 mm)                                       | % en masa <sup>2)</sup>         | ≤ 1,0 <sup>6)</sup> (≤ 0,5 <sup>7)</sup> ) |                      |          | ISO 18846                       |
| Temperatura de los pellets                              | °C                              | ≤ 40 <sup>8)</sup>                         |                      |          |                                 |
| Poder calorífico neto                                   | kWh/kg <sup>2)</sup>            | ≥ 4,6 <sup>9)</sup>                        |                      |          | ISO 18125                       |
| Densidad aparente                                       | kg/m <sup>3</sup> <sup>2)</sup> | 600 ≤ BD ≤ 750                             |                      |          | ISO 17828                       |
| Aditivos                                                | % en masa <sup>2)</sup>         | ≤ 2 <sup>10)</sup>                         |                      |          | -                               |
| Nitrógeno                                               | % en masa <sup>3)</sup>         | ≤ 0,3                                      | ≤ 0,5                | ≤ 1,0    | ISO 16948                       |
| Azufre                                                  | % en masa <sup>3)</sup>         | ≤ 0,04                                     | ≤ 0,05               |          | ISO 16994                       |
| Cloro                                                   | % en masa <sup>3)</sup>         | ≤ 0,02                                     |                      | ≤ 0,03   | ISO 16994                       |
| Temperatura de deformación de las cenizas <sup>1)</sup> | °C                              | ≥ 1200                                     | ≥ 1100               |          | CEN/TC 15370-1                  |
| Arsénico                                                | mg/kg <sup>3)</sup>             | ≤ 1                                        |                      |          | ISO 16968                       |
| Cadmio                                                  | mg/kg <sup>3)</sup>             | ≤ 0,5                                      |                      |          | ISO 16968                       |
| Cromo                                                   | mg/kg <sup>3)</sup>             | ≤ 10                                       |                      |          | ISO 16968                       |
| Cobre                                                   | mg/kg <sup>3)</sup>             | ≤ 10                                       |                      |          | ISO 16968                       |
| Plomo                                                   | mg/kg <sup>3)</sup>             | ≤ 10                                       |                      |          | ISO 16968                       |
| Mercurio                                                | mg/kg <sup>3)</sup>             | ≤ 0,1                                      |                      |          | ISO 16968                       |
| Níquel                                                  | mg/kg <sup>3)</sup>             | ≤ 10                                       |                      |          | ISO 16968                       |
| Cinc (Zn)                                               | mg/kg <sup>3)</sup>             | ≤ 100                                      |                      |          | ISO 16968                       |

- 1) Cenizas producidas a 815°C
- 2) Según se recibe.
- 3) Base seca.

- 4) Un máximo del 1% de los pellets pueden tener más de 40mm de longitud; no se admiten más de 45mm de largo.
- 5) En el punto de carga de la unidad de transporte en el centro de producción.
- 6) En la puerta de la fábrica o cuando se carga el camión para entregas a usuarios finales.
- 7) En la puerta de la fábrica, cuando se llenan bolsas de pellets o bolsas grandes selladas.
- 8) En el último punto de carga para entregas en camión a usuarios finales.
- 9) Equivale a >16.5MJ/kg según se recibe.
- 10) La cantidad de aditivos se limitara al 1'8% en masa, y la cantidad de aditivos de postproducción se limitara al 0'2% en masa.
- 11) Mientras no se publiquen las normas ISO mencionadas los análisis se realizaran conforme a las normas CEN correspondientes.

Las clases de calidad ENplus exceden los requisitos de la norma ISO en:

- Para A1, la durabilidad mecánica debe ser >98% en masa.
- Para B, la durabilidad mecánica debe ser >97'5% en masa.
- Límite de finos en bolsas: 0'5% en masa en puerta de fábrica.
- Límite de temperatura de los pellets en punto de carga para entregas a usuarios: 40°C.

#### 4. Calidad de la materia prima.

El tipo de materia prima en la fabricación de pellets es muy importante y la norma ENplus tiene unas restricciones claras sobre ello.

En la Tabla 2, según la norma ISO 17225-2<sup>3</sup>, se presentan los tipos de materia prima aceptados para la fabricación de cada uno de los tipos.

Tabla 2 Tipos de madera permitidos en la fabricación de pellets. Fuente: ISO 17225-2<sup>3</sup>

| ENplus A1                                                                    | ENplus A2                                                                                                                                   | ENplus B                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| - Fuste.<br><br>- Residuos y subproductos de madera no tratada químicamente. | - Arboles completos sin raíces.<br><br>-Fuste<br><br>-Residuos de corta.<br><br>-Residuos y subproductos de madera no tratada químicamente. | - Biomasa leñosa procedente del monte, plantación y otra madera virgen.<br><br>- Residuos y subproductos de madera no tratada químicamente.<br><br>- Madera usada no tratada químicamente. |

##### 4.1. Ventajas de la certificación.

La certificación del producto tiene una serie de ventajas tanto para el fabricante como para el consumidor ultimo:

- Fabricante:
  - Hace más fácil el producir pellet adaptado a las calderas presentes en el mercado.

- Visibilidad. La certificación de los productos aporta un plus de confianza en el consumidor debido a la buena reputación del sello EN.
- Facilidad de producir pellets de calidad al estar sus parámetros marcados por la norma.
- Consumidor:
  - Confianza de adquirir un producto que te aseguran que va a cumplir unos criterios mínimos de calidad.
  - Facilidad de elección del tipo de calidad sin necesidad de conocimientos en la materia. Esto además trae aparejada una facilidad de elección de producto por criterios puramente económicos al tener una calidad mínima marcada.
  - Menor consumo. Gracias a los estándares marcados por la norma es más sencillo para los fabricantes de calderas diseñar unas más eficientes.

## 5. Control de calidad.

El control de la calidad del producto es importante para el cumplimiento de las directrices de las clases de calidad vistos en la tabla 1 de este anexo.

### 5.1. Equipo necesario.

Para la adquisición del equipo necesario para una parte del control de calidad se recurrirá a la empresa proveedora BEA Institut für Bioenergie<sup>4</sup>. Esta compañía, fundada en 2009, vende y desarrolla equipos de laboratorio para la industria de la bioenergía, más específicamente la industria del pellet, en la que todos ellos cumplen los requisitos para la determinación de los parámetros de calidad según las normas ISO.

- Durability tester Bioenergy TUMBLER1000+.  
Se trata de un determinador de la durabilidad mecánica de los pellets. Es el método más utilizado para este fin en la industria.
- Sieving device RP 20.  
Es un agitador de tamiz electromagnético y digital con movimiento 3D. El tamiz vibrador tiene capacidad para 8 tamices de 50mm de altura hasta 15 tamices de 25mm de altura.
- Analytical balance KERN ABS 80-4N.  
Balanza analítica de un máximo de 86 g y una precisión de 0,1 mg.
- Lanza de muestreo ALMG F20.  
El ALMG F20 es especialmente adecuado para el muestreo de biomasa granular por lo que la hace ideal para el fin perseguido en este proyecto. Tiene un tamaño máximo nominal de 25mm.

Por otro lado, para el resto de variables del control de calidad (humedad, cenizas, materias volátiles, poder calorífico superior e inferior y análisis de: hidrógeno, carbono, nitrógeno, oxígeno, cloro y azufre) se utilizará la tecnología NIR.

Dicha tecnología, según un estudio del Centro Tecnológico Avanzado de Energías Renovables (CTAER)<sup>5</sup> con NIRsoluciones, S.L.<sup>6</sup> proporciona una serie de ventajas que se enumeran a continuación:

- Realización más rápida de los análisis frente a otros métodos.
- No se utilizan reactivos por lo que se tiene un menor coste además de menor necesidad de gestión de residuos.
- Método mucho más barato que los métodos tradicionales, hasta un 50% (Fuente: CTAER)<sup>5</sup>.
- Alta exactitud y precisión alcanzando la de métodos más tradicionales (Fuente: CTAER)<sup>5</sup>.
- Se trata de un método no destructivo por lo que las muestras se pueden reincorporar al proceso productivo una vez analizadas.

## **5.2. Proceso del control de calidad.**

### **5.2.1. Introducción.**

El proceso de control de calidad que se expone a continuación tiene la finalidad de asegurar el cumplimiento de las características descritas en el punto 3 del presente anexo. En este apartado se desarrollará la metodología elegida para esta finalidad.

El control de calidad descrito a continuación se basa en las normas DIN para certificación de pellets de madera.

### **5.2.2. Muestreo.**

Las muestras se obtendrán justo antes de la fase de ensacado o almacenado (ver Anexo 7- Ingeniería del proceso). Dicha muestra se obtendrá mediante la lanza de muestreo ALMG F20 descrita en el apartado 5.1 de este anexo, de esta forma conseguiremos una muestra lo más uniforme y representativa posible del producto.

Se tienen que obtener 3 muestras diarias de al menos 2kg cada una, por tanto, teniendo en cuenta que la planta funciona 16 horas diaria (ver Anexo 6- Producción en la planta) se deberá obtener una muestra cada 5-6 horas aproximadamente.

El encargado de dicha recogida de muestras será el encargado del sector de producción. Estas muestras serán almacenadas en recipientes estancos evitando su contaminación y se trasladarán al laboratorio de la planta (ver plano 4- Planta general.). a continuación, se datará la muestra indicando:

- Fecha.
- Hora.
- Operario que la recolecto.

### 5.2.3. Tipos de pruebas en el control de calidad.

- Prueba inicial. Se comprobará con los medios descritos anteriormente si los pellets de la muestra cumplen con lo recogido en la norma ENplus.
- Prueba de verificación externa. Se realizará dos veces al año y consiste en la realización del control de calidad de las muestras obtenidas por un laboratorio independiente de la planta y sin relación con la empresa. De este modo se asegura que no se están realizando sesgos o juicios de valor en los análisis.
- Prueba especial. Se realizará un análisis especial cuando:
  - Se detecten defectos anormales.
  - La producción sea suspendida por más de un mes. En nuestro siempre se hará un análisis al primer lote tras el parón de Agosto (ver Anexo 6- Producción en la planta).
  - ENplus lo requiera. Se deberá especificar.
  - Sea solicitada por un tercero. En el caso de un cliente de la planta tenga dudas respecto a la calidad del producto final tendrá dos opciones:
    - a) Se le permitirá estar presente durante la realización de una prueba de calidad rutinaria.
    - b) Podrá contactar con una entidad independiente para la realización de las pruebas que considere oportunas siempre que corra con el gasto.
- Prueba complementaria. Se realizará una prueba complementaria a las diarias siempre que:
  - Se modifique la producción de la planta, por ejemplo, aumento de la producción.
  - Utilización de materias primas diferentes a las habituales.
  - Cambio, reparación o modificación de los valores de la maquinaria.
  - Cualquier otro aspecto que el gerente considere que puede influir en la calidad del producto final.

### 5.2.4. Procedimiento de análisis.

En las pruebas de control de calidad se permitirá cierta desviación, estas vienen marcadas en la Tabla 1 de este anexo, por ejemplo, +/- 1 mm en el diámetro del pellet.

A continuación, se describe el proceso de análisis de las muestras:

1º- Mediante el NIR se comprobarán las variables como: humedad, cenizas, materias volátiles, densidad aparente, poder calorífico superior e inferior y análisis de: hidrogeno, carbono, nitrógeno, oxígeno, cloro, azufre, arsénico, cadmio, cromo, cobre, plomo, mercurio, níquel y cinc.

2º- Mediante el *Sieving device* RP 20 se determinara si las medidas son conformes a lo expuesto en la Tabla 1.

3º- Con la ayuda de la balanza de precisión *Analytical balance* KERN ABS 80-4N y un calibre de precisión se comprobara la densidad ya analizada en el primer paso mediante el NIR.

4º- Mediante el *Durability tester Bioenergy* TUMBLER1000+ se determinará la durabilidad mecánica de los pellets.

#### 5.2.5. Resultados.

Tras la finalización de los análisis se guardaran los resultados en una base de datos con el objetivo de ver la evolución de estos a lo largo del tiempo.

##### 5.2.5.1. Resultados negativos.

En el caso de obtener unos resultados no satisfactorios se tendrán dos opciones:

- a) Si la calidad no baja de la requerida por una de las tres clases de calidad de la norma ENplus se reorganizará la producción teniendo en cuenta esta desviación de la calidad.
- b) Si la calidad baja de la clase de calidad B: se parara la producción clasificando toda la defectuosa como residuo que se reincorporara al proceso o se utilizara como combustible en la caldera del secadero en función de las necesidades de la planta en ese momento.

Tras estas acciones se buscará el origen del problema. A continuación, se presenta una tabla con posibles orígenes de la situación:



Tabla 3 Problemas y soluciones con la calidad.

| <b>Problema</b>                                       | <b>Posible origen</b>               | <b>Posible solución</b>                                                                                      |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dimensiones erróneas                                  | Problema en el pelletizado.         | Revisión de las dimensiones de los orificios de los discos de pelletizado.<br>Cambio o reparación del disco. |
| Densidad errónea                                      | Problema en el pelletizado.         | Revisión de la presión ejercida por el rodillo prensor.<br>Reajuste de la presión del rodillo.               |
| Humedad errónea                                       | Mal secado del subproducto.         | Revisión de la temperatura de secado.<br>Modificación de la temperatura de secado.                           |
| Contenido en Cu, Ni, Zn, Pb, Cd, Hg, N, S... erróneo. | Materia prima de mala calidad.      | Comprobación de la materia prima.<br>Uso de la materia prima defectuosa como combustible.                    |
| Poder calorífico erróneo.                             | Baja densidad o mala materia prima. | Misma que en caso anterior y/o aumento de la densidad.                                                       |
| Material volátil erróneo.                             | Mala materia prima.                 | Comprobación de la materia prima.<br>Uso de la materia prima defectuosa como combustible.                    |

## 6. Bibliografía.

1. International Energy Agency. *World Energy Outlook 2017*.
2. Asociación Española de Valorización de la Biomasa (AVEBIOM). *ENplus Handbook part 3: Pellet quality*. Edita: European Pellet Council (EPC).
3. DINplus. “*Esquema de certificación para pellets de madera para su uso en estufas y calderas. DIN EN ISO 17225-2 (A1)*.”
4. Institut für Bioenergie. Se puede encontrar en: <http://www.bioenergy.co.at/en/>
5. Centro Tecnológico Avanzado de Energías Renovables (CTAER). Se puede encontrar en: <https://www.ctaer.com/es>
6. NIRsoluciones, S.L. Se puede encontrar en: <http://www.nirsoluciones.com/>



---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE DISEÑO DE UNA PLANTA DE  
FABRICACIÓN DE PELLETS PROCEDENTES DE  
BIOMASA FORESTAL

**ANEXO 4- MATERIA PRIMA Y DISPONIBILIDAD.**

Grado en Ingeniería Forestal: Industrias forestales

Autor: Mario Bruna Garcia

Tutora: M<sup>o</sup> Daphne Hermosilla Redondo

Cotutora: M<sup>o</sup> Pilar Lisbona Martin

E. de Ingeniería de la Industria Forestal, Agronómica y de la  
Bioingeniería.

JUNIO 2019

## INDICE ANEXO 4

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| 1. Introducción .....                    | 2  |
| 2. Descripción de la materia prima ..... | 2  |
| 2.1. Descripción botánica:.....          | 2  |
| 2.2. Descripción de la madera: .....     | 4  |
| 3. Localización y disponibilidad. ....   | 6  |
| 3.1. Recurso natural. ....               | 6  |
| 3.2. Subproductos de la industria.....   | 9  |
| 4. Bibliografía. ....                    | 11 |

## 1. Introducción

En el presente anexo se analizará la materia prima disponible para el proceso productivo de la planta así como su coste.

## 2. Descripción de la materia prima

En el proceso de producción de la plata se utilizarán especies del género *Pinus* ya que es abundante y una buena materia prima para la producción de pellets de calidad (Ver Anexo III- Calidad del producto y control) por su gran poder calorífico, bajo contenido en cenizas y gran cantidad de lignina que favorece el proceso de pelletizado al actuar como cementante. En un futuro, tras investigación y control de calidad, se podrán añadir otras materias primas que consigan mejorar las características del producto final como podrían ser: hueso de oliva o cascara de almendra aprovechando la producción de estas en la zona.

En la zona las especies de este género más abundantes son el *Pinus sylvestris* y el *Pinus halepensis*. Su descripción botánica es la que sigue<sup>1</sup>:

### 2.1. Descripción botánica:

- *Pinus sylvestris*:

Este pino también es conocido como Pino Soria, Pino Valsain, Pino albar...etc. Es una especie con un crecimiento rápido pudiendo llegar a alcanzar más de 30m de altura con un tronco recto. La característica más distintiva de la especie es el tono rojo-anaranjado que toma su corteza en la parte superior.

El porte de la especie varia a lo largo de su vida siendo cónica de joven para pasar a ser irregular con ramas secas y rotas a causa de su "auto poda" natural.

Las hojas con aciculares agrupadas agrupadas de dos en dos en un braquiblasto. Son simples, cortas (3 a 7cm) y redondeadas en el dorso.

Es una especie monoica con flores o estróbilos femeninos de forma cónica oblonga de 3 a 6 cm de largo. La semilla formada a partir de esta flor son unos piñones que aparecen en unas pequeñas (6cm) piñas unidas a la rama por un pedúnculo. Estas piñas son simétricas.

Aunque en nuestro país podemos encontrar esta especie a 500m de altitud su rango ideal va desde los 1000m a los 2000m comportándose como una especie de montaña con una sequia estival inexistente o atenuada y aguantando bien las bajas temperaturas y nevadas.

En su área natural se encuentra más asiduamente en suelos silíceos, pero es indiferente a la composición del suelo, ya que vegeta igual sobre sustratos calizos.

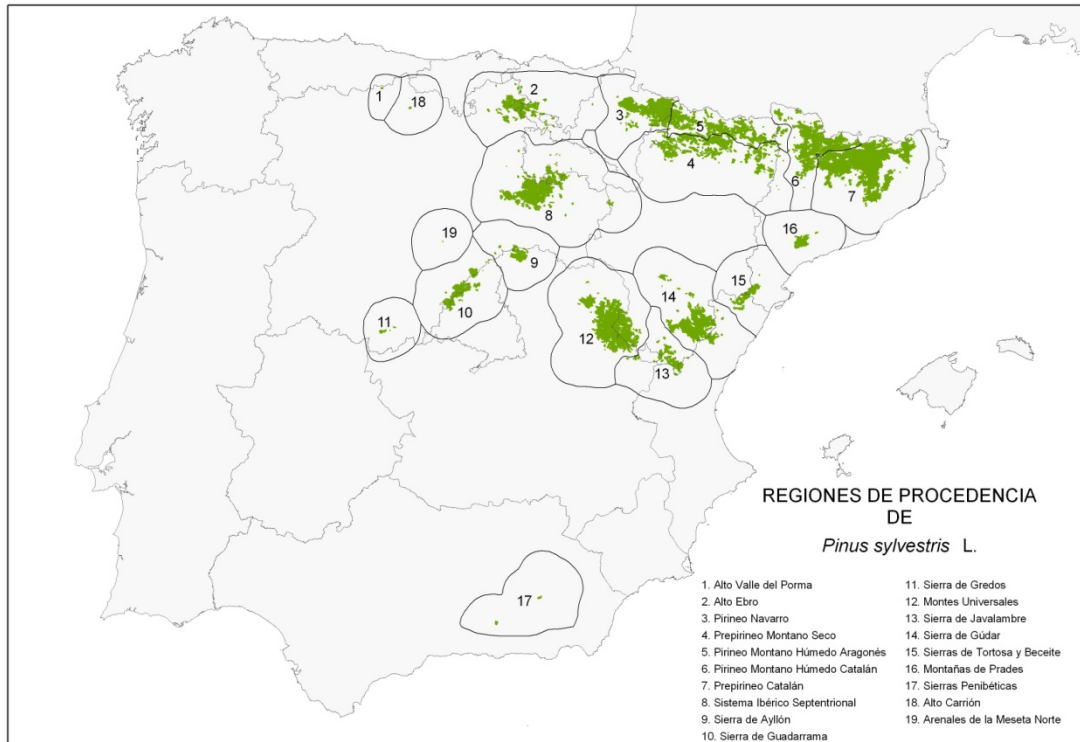


Figura 1 Regiones de procedencia del *P. sylvestris*. Fuente: MAPAMA<sup>2</sup>

- *Pinus halepensis*:

Este pino también es conocido como Pino carrasco. La especie procede de las regiones mediterráneas tanto del norte, como del sur tomando su nombre de una ciudad típica mediterránea, Alepo.

Esta conífera puede alcanzar los 25m de altura con un tronco irregular y no recto gris y de copa irregular.

Tiene las hojas largas (3'5-7cm) de forma acicular agrupadas dos a dos en un braquiblasto. Son muy flexibles.

Las piñas son pequeñas (5-12cm de longitud) y pedunculadas orientando la punta del cono hacia el tronco del árbol.

El *Pinus halepensis* es una especie xerofita y heliófila por lo que aguanta climas cálidos y secos. Estas propiedades sumadas a su carácter pirófito favorecen su propagación.

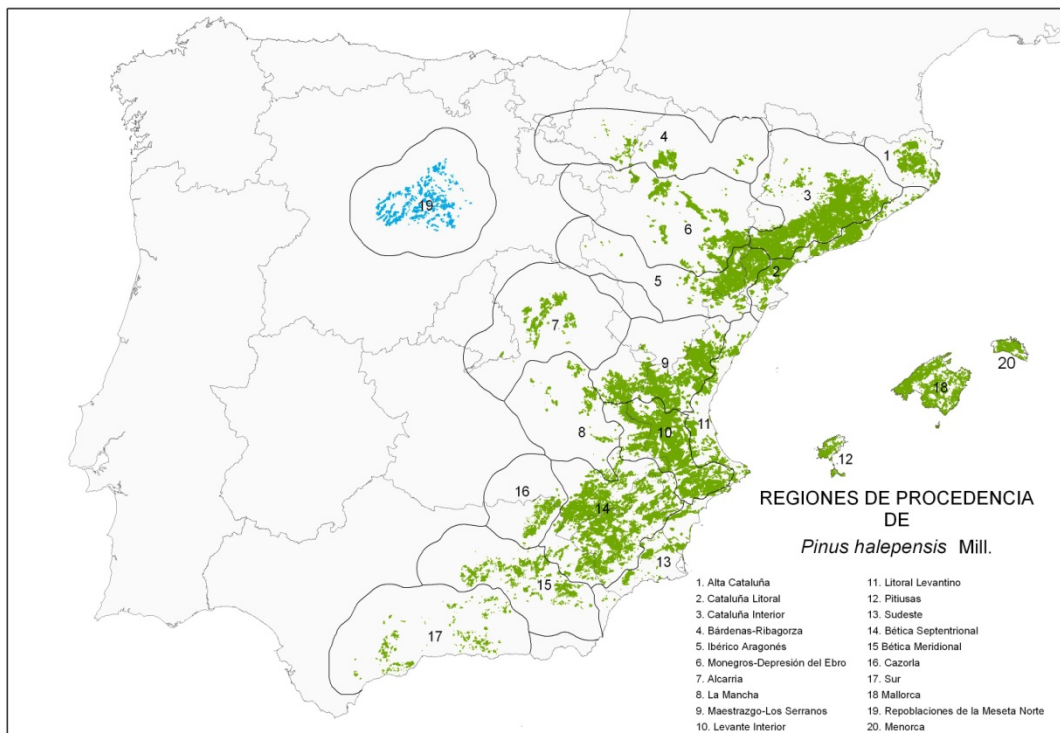


Figura 2 Regiones de procedencia del *P. halepensis*. Fuente: MAPAMA<sup>2</sup>

Tabla 1 Necesidades de las especies<sup>4</sup>.

| Especies                | Altitud (m) | Tipo de suelos     | Temperatura (°C) | Precipitación anual mínima. |
|-------------------------|-------------|--------------------|------------------|-----------------------------|
| <i>Pinus halepensis</i> | 0-1000      | Calizo y arcilloso | -13°/37°         | >250 mm                     |
| <i>Pinus sylvestris</i> | 1000-2000   | Indiferente        | -13°/40°         | >500 mm (>100 mm)           |

## 2.2. Descripción de la madera:

- *Pinus sylvestris*:

Su madera es resinosa y de buena calidad con albura rojiza en los ejemplares de mayor porte y blanca en los de peor porte. La madera tiene pocos nudos y de porte recto.

Los anillos de crecimiento están bien diferenciados con canales resiníferos abundantes y células epiteliales finas. El parénquima longitudinal es escaso o ausente. Radios leñosos uniseriados, biseriados y pluriseriados debido a la presencia de canales resiníferos transversales, de 1 a 12 células los uniseriados. Punteaduras en los campos de cruce de tipo ventana, normales de 1 a 2 punteaduras por campo con un diámetro medio de 20 a 35 µm.

Tabla 2 Características tecnológicas del *P. sylvestris*. Fuente: Santiago Vignote Peña<sup>3</sup>

| <b>Características tecnológicas <i>P. sylvestris</i>.</b> |                                               |               |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------|
|                                                           | Densidad (kg/m <sup>3</sup> )                 | 500-520-540   |
|                                                           | Contracción                                   | Poco nerviosa |
| Coeficientes de contracción total (%)                     | Volumétrica                                   | 120,9         |
|                                                           | Tangencial                                    | 6,8           |
|                                                           | Radial                                        | 3,8           |
|                                                           | Dureza                                        | 2             |
|                                                           | Flexión estática (N/mm <sup>2</sup> )         | 90-110        |
|                                                           | Modulo de elasticidad (N/mm <sup>2</sup> )    | 8600-10000    |
|                                                           | Compresión axial (N/mm <sup>2</sup> )         | 43-47         |
|                                                           | Compresión perpendicular (N/mm <sup>2</sup> ) | 9,2           |
|                                                           | Cortante (N/mm <sup>2</sup> )                 | 10-11         |
|                                                           | Flexión dinámica (J/cm <sup>3</sup> )         | 2,25          |

- *Pinus halepensis*:

La madera del pino carrasco es de un color blanco amarillento, a veces con la parte central pardo oscura y resinosa.

Anillos de crecimiento muy marcados con canales resiníferos bastante gruesos aislados o en grupos de 2 a 5 también existen canales transversales insertos en los radios pero son poco visibles.

Las traqueidas verticales de primavera son anchas y largas con punteaduras areoladas uniseriadas. Las fibras de otoño son más estrechas y de pared gruesa.

El parénquima horizontal presenta paredes delgadas en sus células cruzadas por canales no muy numerosos o lisas con punteaduras sencillas. Los canales resiníferos son verticales en número de 0,2 por mm<sup>2</sup> y tienen un diámetro variable de 90-100. Las células epiteliales son delgadas.



Tabla 3 Características tecnológicas *P. halepensis*. Fuente: Santiago Vignote Peña<sup>3</sup>.

| <b>Características tecnológicas <i>P. halepensis</i>.</b> |                                               |                  |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------|
|                                                           | Densidad (kg/m <sup>3</sup> )                 | 470-600-650      |
|                                                           | Contracción                                   | Nerviosa         |
| Coeficientes de contracción total (%)                     | Volumétrica                                   | 12-15            |
|                                                           | Tangencial                                    | s/d              |
|                                                           | Radial                                        | s/d              |
|                                                           | Dureza                                        | 2,2-3,2 Semidura |
|                                                           | Flexión estática (N/mm <sup>2</sup> )         | 88-99            |
|                                                           | Modulo de elasticidad (N/mm <sup>2</sup> )    | 10.600-14.500    |
|                                                           | Compresión axial (N/mm <sup>2</sup> )         | 45-62            |
|                                                           | Compresión perpendicular (N/mm <sup>2</sup> ) | s/d              |
|                                                           | Cortante (N/mm <sup>2</sup> )                 | 8,8-10,9         |
|                                                           | Flexión dinámica (J/cm <sup>3</sup> )         | 5-7,5            |

### 3. Localización y disponibilidad.

#### 3.1. Recurso natural.

En este apartado determinaremos la biomasa forestal procedente de *Pinus* tanto natural, como de residuos de industrias cercanas, así como su coste de recolección y transporte hasta la planta.

Para realizar esta tarea utilizaremos la herramienta "BIORAISE" que utiliza Sistemas de Información Geográfica (SIG) desarrollada por el Centro de Desarrollo de Energías Renovables (CEDER). Se ha utilizado esta herramienta ya que ofrece información a nivel de término municipal referente a diferentes fuentes de biomasa en cuanto a producciones esperadas, costes económicos, energéticos y medioambientales, incluyendo la recolección y transporte de la biomasa desde los sitios de producción a un punto elegido de la geografía nacional.

Tabla 4 Recursos en un radio de 100 km. Fuente: BIORAISE<sup>5</sup>

|                                   | Recursos potenciales (t m.s./año) | Recursos disponibles (t m.s./año) | Coste medio recolección (€/t m.s.) | Superficie de recursos disponibles (ha) |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------|
| <i>Secano</i>                     | 1.713.433,13                      | 540.622,44                        | 24,52                              | 574.387,50                              |
| <i>Regadío</i>                    | 632.100,19                        | 505.854,91                        | 10,10                              | 70.593,75                               |
| <i>Viñedo</i>                     | 32.022,37                         | 25.706,62                         | 37,70                              | 51.212,50                               |
| <i>Frutales</i>                   | 42.569,43                         | 34.116,93                         | 30,46                              | 29.175,00                               |
| <i>Olivar</i>                     | 2.515,93                          | 2.007,50                          | 37,70                              | 4.918,75                                |
| <i>Dehesas con cultivo anual</i>  | 6.603,93                          | 5.212,81                          | 34,09                              | 5.356,25                                |
| <i>Dehesas</i>                    | 343,87                            | 220,10                            | 44,08                              | 737,50                                  |
| <i>Frondosas</i>                  | 156.570,88                        | 77.385,03                         | 60,98                              | 121.518,75                              |
| <b>Coníferas</b>                  | <b>103.108,79</b>                 | <b>41.009,34</b>                  | <b>54,88</b>                       | <b>114.850,00</b>                       |
| <i>Mezcla coníferas frondosas</i> | 35.696,47                         | 23.038,48                         | 64,31                              | 33.687,50                               |
| <i>Matorral</i>                   | 79.110,00                         | 41.377,50                         | 38,25                              | 113.000,00                              |

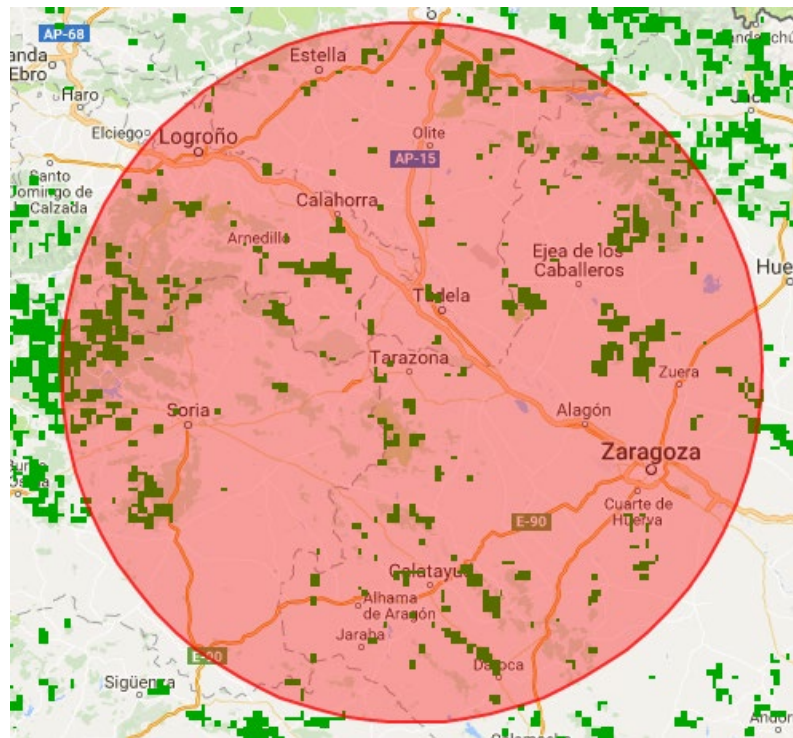


Figura 3 Distribución de coníferas. Fuente: BIORAISE<sup>5</sup>

Como podemos observar en la Tabla 2 en cuanto a los recursos disponibles de coníferas tenemos disponibles 41.009,34 tms/año que potencialmente pueden ser 103.108,79 tms/año distribuidas en una superficie de 114.850 Ha aunque tendremos en cuenta que la mayor parte del recurso lo encontramos en la mitad oeste y norte del círculo de cálculo como se puede ver en la Figura 3.

Por otro lado en la Tabla 2 vemos que el coste medio de recolección es de 54,88€/tms, lo que se verá reducido por lo anteriormente señalado al no tener en cuenta zonas de poca densidad de materia prima.

En cuanto al transporte de la biomasa desde el monte a la puerta de la planta también lo calculamos con el sistema de información geográfica BIORAISE presentando los resultados a continuación.

Tabla 5 Coste medio del transporte hasta la planta. Fuente: BIORAISE<sup>5</sup>

|                            | <b>Coste medio transporte (€/t m.s.)</b> |
|----------------------------|------------------------------------------|
| Secano                     | 8,90                                     |
| Regadío                    | 9,17                                     |
| Viñedo                     | 10,67                                    |
| Frutales                   | 9,67                                     |
| Olivar                     | 11,17                                    |
| Dehesas con cultivo anual  | 10,42                                    |
| Dehesas                    | 9,05                                     |
| Frondosas                  | 10,15                                    |
| <b>Coníferas</b>           | <b>10,98</b>                             |
| Mezcla coníferas frondosas | 9,10                                     |
| Matorral                   | 10,37                                    |

En la Tabla 3 se aprecia que el coste medio de transporte, teniendo como valor medio del combustible 1 €/litro, para las coníferas es de 10,98 €/tms. Hay que tener en cuenta que este es un valor medio que se puede ver reducido si la biomasa forestal se extrae de zonas de fácil de acceso, a continuación se presenta un detalle de este coste:

Coste mínimo: 3,54 €/t m.s. ■ Coste máximo: 26,87 €/t m.s. ■



Figura 4 Mapa de coste de transporte. Fuente: BIORAISE<sup>5</sup>

Podemos observar que la mayor parte de las masas tienen un coste cercano al mínimo al ser de fácil acceso por lo que evitando las zonas de máximo coste reduciremos considerablemente los gastos de transporte de los 10,98 €/tms que hemos calculado anteriormente en la Tabla 3.

### **3.2. Subproductos de la industria.**

En este apartado, al igual que en el anterior, calcularemos con la herramienta BIORISE los recursos disponibles pero, en este caso, los procedentes de restos de industrias de la madera.

Tabla 6 Recursos en un radio de 100km. Fuente: BIORAISE<sup>5</sup>

|                                                                                | <b>Recursos disponibles (tms/año)</b> | <b>Precio medio en puerta de fabrica (€/tms)</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------|
| <b>Industria de la madera (subproductos de madera no tratada químicamente)</b> | <b>28.719,22</b>                      | <b>37,97</b>                                     |
| Industria de la madera (otros subproductos)                                    | 3.504,41                              | 0,00                                             |
| Industria de la madera (Corteza)                                               | 3.244,77                              | 40,00                                            |
| Industria aceite oliva (hueso aceituna)                                        | 114,94                                | 73,33                                            |
| Descascaradoras (cáscara almendra)                                             | 2.013,34                              | 87,50                                            |

Para la producción de pellet de la calidad establecida solo se puede utilizar madera no tratada químicamente (Ver Anexo 3- Calidad del producto y control) por lo que dispondremos de 28.719,22 tms/año con un precio medio recogido en la puerta de la fábrica de origen de 37,97 €/tms. Como se ha expuesto en el apartado 2 del presente anexo en un futuro se deja la posibilidad de utilizar otras materias primas procedentes de industrias cercanas como cascara de almendra o hueso de aceituna por lo que en la Tabla 4 también se presentan los costes y cantidades de estos.

En cuanto al transporte hasta la planta se detalla a continuación:

Tabla 7 Coste de transporte desde industria de origen. Fuente: BIORAISE<sup>5</sup>

|                                                                                | <b>Coste medio transporte (€/t m.s.)</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| <b>Industria de la madera (subproductos de madera no tratada químicamente)</b> | <b>7,86</b>                              |
| Industria de la madera (otros subproductos)                                    | 9,32                                     |
| Industria de la madera (Corteza)                                               | 8,38                                     |
| Industria aceite oliva (hueso aceituna)                                        | 9,76                                     |
| Descascaradoras (cáscara almendra)                                             | 6,05                                     |

El coste extraído de BIORAISE es de 7,86 €/tms. A diferencia de la materia prima de origen natural la de restos de industria tiene un coste de transporte mucho más homogéneo al situarse estas industrias en zonas bien comunicadas.

#### 4. Bibliografía.

1. Owen Johnson y David More (2004). *Arboles, guía de campo*. Editorial Omega.
2. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medioambiente. Regiones de procedencia. Se puede encontrar en: [http://www.mapama.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/politica-forestal/recursos-geneticos-forestales/rgf\\_regiones\\_procedencia.aspx](http://www.mapama.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/politica-forestal/recursos-geneticos-forestales/rgf_regiones_procedencia.aspx)
3. Santiago Vignote Peña. *Principales maderas de coníferas en España. Características, tecnológicas y aplicaciones*. Universidad Politécnica de Madrid.
4. Andrés Bravo Oviedo y Gregorio Montero González. *Descripción de los caracteres culturales de las principales especies forestales de España*. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA)
5. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medioambiente. Regiones de procedencia. Centro de Desarrollo de Energías Renovables (CEDER). BIORAISE. Se puede encontrar en: <http://bioraise.ciemat.es/Bioraise/>



---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE DISEÑO DE UNA PLANTA DE  
FABRICACIÓN DE PELLETS PROCEDENTES DE  
BIOMASA FORESTAL

**ANEXO 5- UBICACIÓN**

Grado en Ingeniería Forestal: Industrias forestales

Autor: Mario Bruna Garcia

Tutora: M<sup>o</sup> Daphne Hermosilla Redondo

Cotutora: M<sup>o</sup> Pilar Lisbona Martin

E. de Ingeniería de la Industria Forestal, Agronómica y de la  
Bioingeniería.

**JUNIO 2019**

## INDICE ANEXO 5

|                                          |   |
|------------------------------------------|---|
| 1. Elección de la ubicación.....         | 2 |
| 2. Localización.....                     | 2 |
| 2.1. Actividad económica.....            | 2 |
| 2.1.1. Agricultura y ganadería:.....     | 2 |
| 2.1.2. Industria:.....                   | 3 |
| 2.1.3. Servicios:.....                   | 3 |
| 2.2. Recursos madereros disponibles..... | 3 |
| 3. Situación.....                        | 3 |
| 3.1. Características de la parcela.....  | 4 |
| 4. Biografía.....                        | 6 |



## 1. Elección de la ubicación.

Para la elección de la ubicación se ha tenido en cuenta el deseo del promotor de dar impulso económico a la zona de la comarca de Tarazona y el Moncayo (Zaragoza). Como se ha visto en el Anexo 1- Estudio de mercado, la zona es favorable para la fabricación y comercio de pellets procedentes de madera.

Dicha zona cuenta con gran cantidad de materia potencial en un radio de 100 km (ver Anexo 4- Materia prima y disponibilidad) procedente tanto del monte como de residuos de otras empresas.

Otro de los puntos a favor de la localización escogida es su situación geográfica. Esta se encuentra en el punto medio de varios núcleos potenciales de venta como son: Soria, Zaragoza, Navarra y La Rioja.

Por último, cabe destacar que no encontramos ninguna industria similar en la zona por lo que la competencia tanto para la materia prima como para la venta del producto terminado será baja.

## 2. Localización.

Ver plano 1- Localización

Para la localización de la planta se ha seleccionado Tarazona (Zaragoza), capital de la comarca en la que el promotor solicita la ubicación de la planta para la realización del proyecto. Esta localidad se encuentra situada aproximadamente a 19km de Tudela, 80km de Zaragoza, 70km de Soria, 110km de Pamplona y 100km de Logroño, lo que le confiere un punto medio entre estos potenciales mercados. También encontramos otras localizaciones interesantes a menos de 200km como son Huesca y Teruel.

Tarazona cuenta con una población de 10.509 habitantes (INE 2018) y en su comarca encontramos más de 700 personas en situación de paro (diciembre 2018) por lo que la disponibilidad de empleados parece posible.

### 2.1. Actividad económica.

#### 2.1.1. Agricultura y ganadería<sup>1</sup>:

El 36% de las tierras de la comarca de Tarazona y el Moncayo son superficie agrícola utilizada (SAU) siendo la agricultura, a excepción de Tarazona, la principal ocupación de la población. Un 64% del cultivo es de secano.

Por otro lado, la ganadería posee un total de 14.844 unidades ganaderas cuyo producto principal es el ovino con 32.625 cabezas seguido por el porcino con 30.559 cabezas.

El sector primario supone el 10,3% del Valor Añadido Bruto comarcal.

### 2.1.2. Industria<sup>1</sup>:

Esta considerada una de las comarcas con mayor desarrollo industrial de Aragón estando el mayor número de empresas situadas en Tarazona mientras que en el resto de localidades la actividad industrial es poca o inexistente.

Este segmento de la economía supone el 46% del Valor Bruto Añadido comarcal superando con creces la media aragonesa (21%).

### 2.1.3. Servicios<sup>1</sup>:

Se trata del sector que cuenta con mayor número de empresas en la región y es el único que no se encuentra centralizado en la capital de la comarca, sino que se diversifica en varios municipios. La mayoría de estas se dedican al comercio, hostelería y la reparación además de la administración pública.

El sector terciario se sitúa como segundo motor de la comarca con un 33% del Valor Bruto Añadido.

## 2.2. Recursos madereros disponibles.

Este apartado se encuentra desarrollado en el Anexo 4- Materia prima y disponibilidad. A continuación se presenta una tabla resumen de dichos recursos:

Tabla 1 Estimación anual de la producción de pellet. Fuente: BIORAISE<sup>2</sup>.

| <b>Materia prima</b>         | <b>Cantidad disponible (tms/año)</b> | <b>Cantidad disponible (t/año al 50%h)</b> | <b>Cantidad disponible (t/año al 15%)</b> |
|------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <i>Pinus sylvestris</i>      | 4.662'76                             | 6.994'14                                   | -                                         |
| <i>Pinus halepensis</i>      | 6.577'9                              | 9.866'85                                   | -                                         |
| Residuos de otras industrias | 28.719'22                            | -                                          | 33.027'10                                 |
| <b>TOTAL (t)</b>             | <b>39.959'88</b>                     | <b>16.860'99</b>                           | <b>33.027'10</b>                          |

## 3. Situación.

Para la situación de la planta objeto del proyecto son necesarias varias condiciones:

- a) Abastecimiento de agua y electricidad.
- b) Red de saneamiento.
- c) Fácil acceso para camiones.
- d) Parcela grande para contener instalaciones y parque de madera.

## e) Suelo industrial.

Con la finalidad de cumplir todos estos requerimientos se ha seleccionado el “Polígono de Actuación industrial Tarazona” en el término municipal de Tarazona (Zaragoza) (Ver Plano 1- Localización) ya que posee parcelas que cumplen con todos los requisitos.

Según “Condiciones para la enajenación mediante procedimiento abierto, por concurso, de 27 parcelas de la actuación industrial en Tarazona 2ª fase, en Tarazona (Zaragoza)” aprobado por SEPES (Entidad Pública Empresarial de Suelo) todas las parcelas cuentan con redes de saneamiento, agua, electricidad y teléfono a excepción de las 46, 51 y 141 que no cuentan con arqueta de agua superficial y la 141 que no cuenta con red telefónica. Por ello dichas parcelas quedan excluidas.

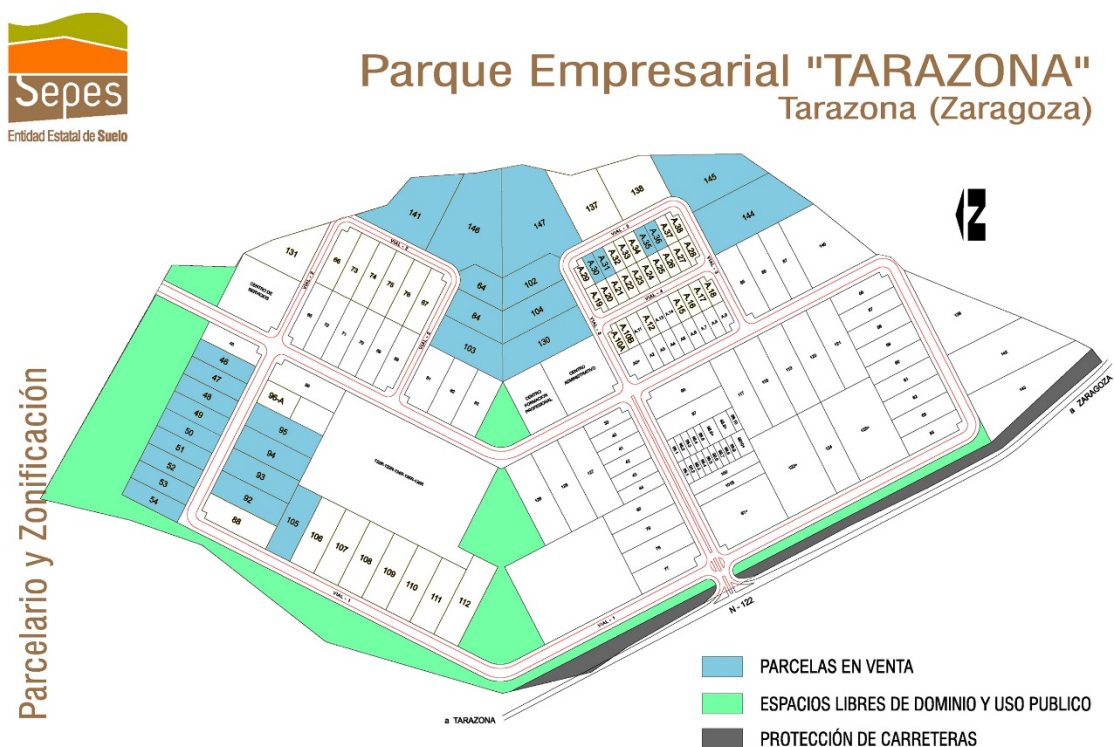


Figura 1 Situación de las parcelas disponibles. Fuente: SEPES<sup>3</sup>.

Por tanto, teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto y las parcelas disponibles para su adquisición (46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 64, 84, 92, 93, 94, 95, 102, 103, 104, 105, 144, 145, 146, A30, A31, A35 y A36) se selecciona como la mas optima para el proyecto la parcela N°103.

### 3.1. Características de la parcela.

La parcela seleccionada N° 103, referencia catastral 7287452XM0378N0001RZ , tiene una extensión de 6.367m<sup>2</sup> y se sitúa en Plaza Tarazona-Baleares muy cerca del acceso a la A-122 (Valladolid - Zaragoza) y a 20 Km. del cruce con A68 (Autovía del Ebro) (Ver Plano 1- Localización).



Figura 2 Situación actual de la parcela 103.

La parcela linda: al frente Calle Baleares; derecha con parcelas 81, 82, 83; izquierda, parcela 84 y fondo con parcela 130.

Esta parcela según “Condiciones para la enajenación mediante procedimiento abierto, por concurso, de 27 parcelas de la actuación industrial en Tarazona 2ª fase, en Tarazona (Zaragoza)” aprobado por SEPES:

- Tiene uso industrial.
- Libre de cargas.
- No se ha alterado nunca.
- Precio base de licitación: 232.886´14€
- Cuenta con:
  - Abastecimiento de agua
  - Saneamiento separativo
  - Infraestructura telefónica
  - Alumbrado público
  - Red eléctrica
  - Zonas de aparcamiento
  - Aceras
  - Zonas verdes y jardinería.

#### 4. Bibliografía.

1. El Periodico de Aragon. *Gran Enciclopedia Aragonesa (2018)*. Se puede encontrar en: <http://www.encyclopedia-aragonesa.com/>
2. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medioambiente. Regiones de procedencia. Centro de Desarrollo de Energías Renovables (CEDER). BIORAISE. Se puede encontrar en: <http://bioraise.ciemat.es/Bioraise/>
3. SEPES. *Condiciones para la enajenación mediante procedimiento abierto, por concurso, de 27 parcelas de la actuación industrial en Tarazona 2ª fase, en Tarazona (Zaragoza)*. Ministerio de fomento.



---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE DISEÑO DE UNA PLANTA DE  
FABRICACIÓN DE PELLETS PROCEDENTES DE  
BIOMASA FORESTAL

**ANEXO 6- ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**

Grado en Ingeniería Forestal: Industrias forestales

Autor: Mario Bruna García

Tutora: M<sup>a</sup> Daphne Hermosilla Redondo

Cotutora: M<sup>a</sup> Pilar Lisbona Martín

E. de Ingeniería de la Industria Forestal, Agronómica y de la  
Bioingeniería.

JUNIO 2019

## INDICE ANEXO 6

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Introducción.....                                               | 2  |
| 2. Localización del proyecto.....                                  | 2  |
| 3. Materia prima.....                                              | 2  |
| 3.1. Madera del monte:.....                                        | 2  |
| 3.2. Subproducto de otras industrias: .....                        | 2  |
| 3.3. Conclusión y selección de alternativa. ....                   | 2  |
| 4. Certificación.....                                              | 3  |
| 5. Control de calidad.....                                         | 4  |
| 5.1. Método tradicional en laboratorio.....                        | 4  |
| 5.2. Método por región espectral del infrarrojo cercano (NIR)..... | 4  |
| 5.3. Conclusión y selección de alternativa. ....                   | 4  |
| 6. Comercialización. ....                                          | 5  |
| 6.1. Conclusión y selección de alternativa. ....                   | 5  |
| 7. Parque de madera.....                                           | 5  |
| 7.1. Objetivos: .....                                              | 5  |
| 7.2. Tipos: .....                                                  | 6  |
| 7.3. Conclusión y selección de alternativa. ....                   | 6  |
| 8. Ingeniería del proceso productivo.....                          | 6  |
| 8.1. Astillado y triturado.....                                    | 6  |
| 8.2. Secado.....                                                   | 7  |
| 8.3. Pelletizadora.....                                            | 8  |
| 8.4. Refino.....                                                   | 9  |
| 9. Bibliografía.....                                               | 10 |

## 1. Introducción

En este anexo se procederá a estudiar las alternativas para el diseño de este proyecto.

## 2. Localización del proyecto

La localización del proyecto se ha desarrollado en el Anexo 5- Ubicación.

## 3. Materia prima

La materia prima para este proyecto puede venir de dos fuentes principalmente:

- a) Madera del monte.
- b) Subproducto de otras industrias.

A continuación, se presentan los pros y contras de cada una de las opciones:

### Madera del monte:

| <u>Pros</u>      | <u>Contras</u>                 |
|------------------|--------------------------------|
| Origen conocido  | Alto contenido en humedad      |
| Calidad conocida | Difícil acceso                 |
|                  | Precio variable (subasta)      |
|                  | Menor cantidad disponible      |
|                  | Agresivo con el medio ambiente |

### Subproducto de otras industrias:

| <u>Pros</u>                          | <u>Contras</u>                  |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| Bajo contenido en humedad            | Dependencia de otras industrias |
| Precio más estable                   | Desconocimiento del origen      |
| Mayor cantidad disponible en la zona | Desconocimiento de calidad      |
| No necesita pretratado               |                                 |
| Medioambientalmente adecuado         |                                 |

### 3.1. Conclusión y selección de alternativa

Teniendo en cuenta los pros y contras y como se expone en el Anexo 10- Producción en la planta, se ha seleccionado el subproducto de otras industrias sobre la madera del monte principalmente por dos razones: su mayor disponibilidad en la zona y el carácter medioambiental de la reutilización de desechos de otras industrias.

A pesar de esta elección, en momentos de necesidad de la producción, se podrá alternar entre las dos materias primas ya que se dispone de 103.108,79 tms/año de madera del monte además del subproducto de otras industrias.



## 4. Certificación

La normalización del producto es importante debido a su carácter como combustible. Con esta normalización conseguimos una homogeneización de nuestro producto con el resto del mercado haciendo más sencilla la compatibilidad con las calderas en las que va a ser utilizado. Además de facilitar al consumidor la compra al encontrarse nuestro producto dentro de unos estándares muy reconocidos en el mercado, dado que más del 85% del pellet vendido en España se encuentra bajo la certificación ENplus (Fuente: AVEBIOM<sup>1</sup>).

La certificación del producto genera una serie de ventajas tanto para el consumidor como para la empresa.

- Empresa:
  - Facilidad de producir un pellet adaptado a las calderas existentes en el mercado unificando características y facilitando su venta.
  - Visibilidad. Obteniendo un certificado de calidad aumentan las ventas debido a la buena publicidad del sello EN.
  - Facilidad de producir un pellet de calidad ya que las características de estos y materias primas vienen marcadas
- Consumidor:
  - Confianza en adquirir un producto de calidad certificado por un auditor independiente.
  - Facilidad en la identificación de calidades sin un conocimiento técnico previo simplificando la compra.
  - Menor consumo. Debido a los estándares de calidad se pueden diseñar mejor las instalaciones de calderas para una mayor eficiencia.
  - Facilidad en la elección del producto respecto al precio al tener una calidad mínima asegurada.

Ha quedado clara la necesidad de certificación y para esto vamos a utilizar la certificación más popular en nuestro país como es la ENplus en concreto la EN 14961-2. Además de ser la más conocida, respeta e incluso supera los estándares de calidad propuestos por las normas ISO 17225-2.

Esta certificación y su control se describen en el Anexo 3- Calidad del producto y control, del presente proyecto.

---

## 5. Control de calidad

Para el control de calidad existen varias formas que se señalan a continuación.

### 5.1. Método tradicional en laboratorio.

Se trata del método más utilizado en este tipo de análisis. En él se utilizan métodos físicos y químicos para la determinación de las características del pellet y su comparación con los baremos establecidos por la norma ENplus.

Ventajas:

- Gran exactitud.
- Se pueden analizar y verificar todo tipo de parámetros.

Inconvenientes:

- Mayor coste que otros métodos como el NIR.
- Necesaria mano de obra especializada.
- Lentitud en sus análisis.
- Destrucción del analito.

### 5.2. Método por región espectral del infrarrojo cercano (NIR).

Se trata de un método que se fundamenta en la relación entre las características físicas, químicas y sensoriales y la absorbancia de un producto. La información recogida es analizada pudiendo determinar parámetros de calidad tales como la composición química, contenido en humedad, contenido en cenizas, etc.

Ventajas:

- Mayor rapidez que otros métodos.
- Menor coste que otros métodos.
- No es un análisis destructivo.
- Análisis rápido y automático.

Inconvenientes:

- No se pueden analizar todos los parámetros necesarios para la norma ENplus.

### 5.3. Conclusión y selección de alternativa.

Por lo visto anteriormente la única alternativa que podría funcionar por si sola es el método tradicional en laboratorio ya que el NIR no puede analizar todos los parámetros necesarios. Pero dicho método tiene una serie de inconvenientes que hacen de él una opción no muy aconsejable por si sola.

Para el control de calidad de este proyecto se va a optar por un método de control de calidad mixto entre las dos alternativas de tal manera que los parámetros que no se puedan estudiar con el NIR se harán con el método de laboratorio anteriormente explicado. Esto nos permitirá aprovechar todas las ventajas de ambos minimizando al máximo sus inconvenientes.

## **6. Comercialización.**

Para la comercialización de nuestro producto, según la Asociación Española de Valorización Energética de la Biomasa (AVEBIOM), se emplean varios formatos de venta. Estos tipos de distribución son en:

- Saco de 15kg.
- Pallet de pellet.
- A granel en volquete.
- A granel en cisterna.
- Big Bag de 1000kg.

Estos tipos de venta, su precio y evolución a lo largo de los años queda detallado en el Anexo 1- Estudio de mercado.

Puesto que el método de venta más común es el de saco de 15kg por lo que esta es una alternativa clara a seleccionar debido a su gran popularidad en el mercado.

En cuanto al resto de alternativas en lo que a proceso productivo se refiere, no lo condicionan por lo que no tienen ningún contra que desestime su posible elección ya que la única medida a tomar para su utilización es la instalación de silos capaces de descargar en camiones y la elección de una ensacadora capaz de llenar BigBags (ver Anexo 7- Ingeniería del proceso).

### **6.1. Conclusión y selección de alternativa.**

Por lo anteriormente expuesto queda claro que es posible adaptar el proceso productivo de tal forma que no quede excluida ninguna forma de comercialización por lo que, en este caso, todas las alternativas presentadas son admisibles para comercializar el producto terminado.

## **7. Parque de madera.**

Es un conjunto de instalaciones de almacenamiento de madera, anejos a la fábrica y que nos sirve para tener madera almacenada y donde realizamos operaciones previas que quiten carga de trabajo a la fábrica.

### **7.1. Objetivos:**

- Velar por la ininterrupción del proceso en fábrica. Garantiza el suministro de materia prima a la fábrica.
- Permite aprovecharnos de los ciclos económicos de la madera y comprar en el momento oportuno.
- Realización de operaciones previas.
- Control y clasificación de la madera.
- Medición de la madera disponible, consumida, etc...

## 7.2. Tipos:

Parque tipo patio: Este tipo de parque consiste en una explanada con suelo de pavimento (asfalto, hormigón, tierra prensada) donde la madera es almacenada en pilas de 3-6 m de altura con las pilas separadas, es decir ordenadas en calles.

Está provisto de una buena red de caminos y accesos dentro del patio para facilitar la circulación.

Parque tipo estanque: madera almacenada en balsas de 1-1,5 m de profundidad con la madera en flotación o sumergida.

- Ventajas de almacenamiento:
  - Movimiento de las trozas más fácil y económico.
  - Trozas más limpias de tierra y piedras.
  - Disminución del azulado.
  - Disminuye el riesgo de incendios o es casi nulo.
  - Apilado muy sencillo.
- Desventajas de almacenamiento:
  - Se necesita gran cantidad de agua.
  - Más caro construir balsas que acondicionar una explanada, es decir, acondicionado del terreno más caro.
  - Se necesita una gran superficie.
  - Oxidando herramientas.

Parque mixto: tipo patio con riego de aspersion. Al agua de riego se le puede añadir algún componente protector.

## 7.3. Conclusión y selección de alternativa.

Para seleccionar nuestro tipo de parque lo primero que tenemos que tener en cuenta es que una de las funciones principales que va a tener es el secado previo antes de entrar a nuestra planta al tratarse de un proceso productivo “seco”, por lo que los parques tipo estanque y tipo mixto quedan descartados al utilizar agua para su almacenamiento lo que provoca que la madera no se seque siendo este un contra eliminador de dichas alternativas.

En conclusión, el parque más adecuado para nuestro proyecto será el parque tipo patio.

## 8. Ingeniería del proceso productivo.

En este apartado se van a evaluar las distintas opciones en lo que a la maquinaria elegida se refiere.

### 8.1. Astillado y triturado.

En esta fase se disponen de dos alternativas claras para la selección de maquinaria:

- a) Astillado y triturado por separado.

b) Astillado y triturado conjunto.

Astillado y triturado separado:

Se trata de la elección de una maquinaria que sea individual, es decir, se emplee una maquina para el astillado y otra para el triturado.

| <u>Pros</u>                               | <u>Contras</u>                                                                        |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Mayor sencillez                           | Mayor gasto energético                                                                |
| Mayor eficiencia de tiempo                | Necesidad de más espacio                                                              |
| Mayor eficiencia del proceso              | Mayor probabilidad de parones en el proceso al poder averiarse dos máquinas distintas |
| Mejor materia prima para la pelletizadora | Mayor coste de adquisición.                                                           |

Astillado y triturado conjunto:

Para este proceso se utilizará un tipo de triturador de molinos que trituran directamente madera de gran tamaño, incluso troncos y los convierten en serrín sin necesidad de ser transformado previamente en astillas.

| <u>Pros</u>                                         | <u>Contras</u>   |
|-----------------------------------------------------|------------------|
| Menor coste energético                              | Menos sencillo   |
| Menor necesidad de espacio                          | Menor eficiencia |
| Menor coste de adquisición                          |                  |
| Se puede alcanzar la producción del método separado |                  |

Conclusión y selección de alternativa.

Como se ha expuesto anteriormente el método de astillado y triturado conjunto tiene mas pros que el método separado. Pero, por otro lado, el método separado produce una materia prima de mejor calidad a la entrada de la pelletizadora lo que mejora el rendimiento y evita averías que pueden llegar a ser criticas para el proceso.

En conclusión, el método separado es el seleccionado, es decir, una fase de astillado a la entrada del proceso y una de triturado fino a la salida del secado.

**8.2. Secado.**

En cuanto al secado de partículas de madera encontramos dos principales alternativas:

- a) Secadero de banda.
- b) Secadero de tambor.

Para su elección se tendrán en cuenta la ventaja que tiene cada uno sobre el otro:

- La ventaja del secadero de banda frente al de tambor es que tiene un menor riesgo de incendio por lo que es ideal para materiales oleosos y pastosos.

- La ventaja del secadero de tambor frente al de banda principalmente es su mayor eficiencia en el secado de partículas pequeñas como virutas.

Conclusión y selección de alternativa.

Puesto que el material objeto de secado no es oleoso ni pastoso se opta por el secadero tipo tambor, que, además, proporciona una mayor eficiencia en el secado repercutiendo económicamente en el proceso.

**8.3. Pelletizadora.**

La primera alternativa que nos encontramos en cuanto a la fase de pelletizado es la de la implantación de una o mas maquinas iguales. A continuación, se presentan los pros y contras de la implantación de una o varias pelletizadoras en el proceso:

Una:

| <u>Pros</u>                  | <u>Contras</u>                               |
|------------------------------|----------------------------------------------|
| Menor coste de adquisición   | Gran riesgo de paradas en el proceso         |
| Menor coste de mantenimiento | Necesidad de una máquina de alta producción. |

Varias:

| <u>Pros</u>                                                                                   | <u>Contras</u> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Menor riesgo de parones en el proceso por averías.<br>Se reparten la carga de trabajo en dos. | Mayores costes |

Por otro lado, en el mercado encontramos dos tipos de pelletizadora principalmente:

- Pelletizadora centrifuga.
- Pelletizadora de matriz plana.

Para la selección de una de las dos alternativas se van a exponer los pros y contras de cada una:

Centrifuga:

| <u>Pros</u>             | <u>Contras</u>       |
|-------------------------|----------------------|
| Mas eficiente           | Poca capacidad (t/h) |
| Menor riesgo de averías | Mas complejidad      |

Matriz plana:

| <u>Pros</u>                 | <u>Contras</u>        |
|-----------------------------|-----------------------|
| Menor complejidad           | Menor eficiencia      |
| Capacidad alta (t/h)        | Mas riesgo de averías |
| Sencillez de funcionamiento |                       |

Conclusión y selección de alternativa.

Por lo anteriormente expuesto y puesto que la prioridad del proyecto es lograr una buena eficiencia en el proceso se instalarán dos pelletizadoras centrífugas. Estas, además de su mayor eficiencia, tiene menor numero de averías en altas producciones al repartir la presión en un cilindro y no en un disco voladizo como si hace la pelletizadora de matriz plana. Además, con la instalación de dos maquinas se evitan parones ante las posibles averías de esta parte del proceso, así como se reducen las mismas mediante el reparto de la carga de trabajo.

Por otro lado, sus contras no son preocupantes para el presente proyecto ya que el mayor es la poca capacidad a la que puede llegar una de matriz plana. Esto, como se ha visto anteriormente, se subsana con la colocación de dos pelletizadoras.

**8.4. Refino.**

Existe la posibilidad de añadir un molino de refino al proceso tras el secado. La adicción de este molino al proceso tiene una serie de pros y contras que se señalan a continuación:

| <u>Pros</u>                                                                    | <u>Contras</u>         |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Gran mejora del rendimiento en el pelletizado                                  | Coste de adquisición   |
| Se evitan averías en la pelletizadora por sobredimensionamiento de partículas. | Coste de mantenimiento |

Conclusión y selección de alternativa.

Se cree positivo la instalación de un molino de refino antes de el pelletizado con el fin de mejorar la eficiencia de este y reducir averías ya que los contras no superan en importancia a las ventajas que se consiguen con la instalación de esta maquinaria.

## **9. Bibliografía.**

1. Asociación Española de Valorización Energética de la Biomasa (AVEBIOM).  
“Observatorio Biomasa”, disponible en: [www.observatoriobiomasa.es](http://www.observatoriobiomasa.es).





---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE DISEÑO DE UNA PLANTA DE  
FABRICACIÓN DE PELLETS PROCEDENTES DE  
BIOMASA FORESTAL

**ANEXO 7- Ingeniería del proceso.**

Grado en Ingeniería Forestal: Industrias forestales

Autor: Mario Bruna Garcia

Tutora: M<sup>a</sup> Daphne Hermosilla Redondo

Cotutora: M<sup>a</sup> Pilar Lisbona Martin

E. de Ingeniería de la Industria Forestal, Agronómica y de la  
Bioingeniería.

JUNIO 2019

## INDICE ANEXO 7

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| 1. Introducción. ....                      | 2  |
| 2. Maquinaria. ....                        | 2  |
| 2.1. Recepción de la materia prima. ....   | 2  |
| 2.2. Astillado y triturado en húmedo. .... | 3  |
| 2.3. Secado. ....                          | 5  |
| 2.4. Caldera. ....                         | 7  |
| 2.5. Refinado. ....                        | 8  |
| 2.6. Pelletizado. ....                     | 10 |
| 2.7. Refrigeración. ....                   | 13 |
| 2.8. Almacenado. ....                      | 15 |
| 2.9. Transporte interno. ....              | 16 |
| 2.10. Sistemas de los silos. ....          | 19 |
| 2.1.1. Rompe bóvedas. ....                 | 19 |
| 2.1.2. Tornillo sin fin. ....              | 20 |
| 2.11. Tolvas. ....                         | 21 |
| 2.12. Colector de polvo. ....              | 23 |
| 2.13. Descortezadora. ....                 | 25 |
| 2.14. Pala cargadora. ....                 | 26 |
| 2.15. Carretilla elevadora. ....           | 28 |
| 3. Disposición de la maquinaria. ....      | 31 |
| 4. Bibliografía. ....                      | 32 |

## 1. Introducción.

En este anexo se expondrá todo el proceso, desde que la materia prima obtenida del monte o de otras industrias (ver Anexo 4- Materia prima y disponibilidad) llega a la planta, al parque de madera, hasta que sale de esta transformada en pellets con calidad A1, A2 o B (ver Anexo 3- Calidad del producto y control).

Los pellets son unos pequeños cilindros clasificados como producto natural y catalogado como biomasa sólida.

De una forma simplificada el proceso de pelletización consiste en comprimir el serrín seco de madera u otra biomasa, como por ejemplo la paja, densificándola, hasta conseguir los cilindros de unos milímetros de diámetro y longitud. En el proceso no se utiliza ningún aglomerante ya que la propia lignina que forma la madera, al calentarse a causa de la compresión a la que es sometida, actúa como tal. Por tanto, un esquema general y a grandes rasgos del proceso sería:

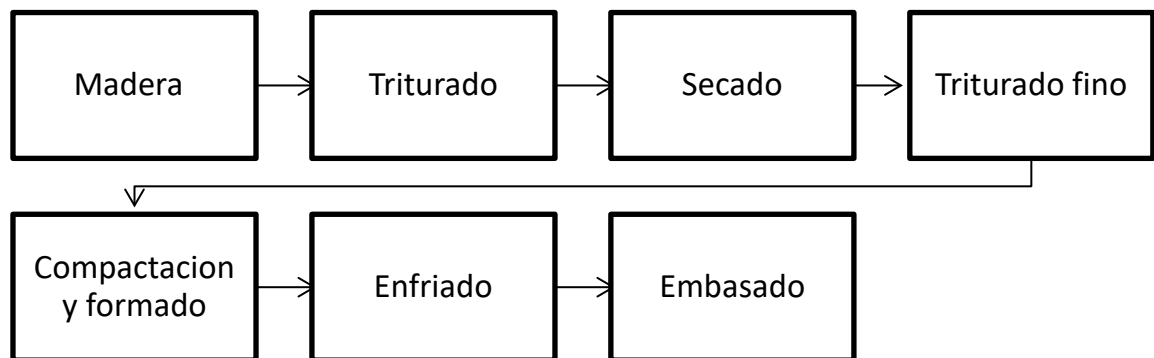


Figura 1 Esquema básico del proceso.

## 2. Maquinaria.

Para el diseño del proceso de producción se ha seleccionado maquinaria actual con los últimos desarrollos tecnológicos para el campo de la pelletización de madera.

### 2.1. Recepción de la materia prima.

Como hemos visto en el Anexo 4- Materia prima y disponibilidad, vamos a utilizar principalmente subproducto de otras industrias madereras, pero, también se podrá utilizar otros tipos de materia prima:

- a) Madera procedente del monte.
- b) Madera derivados (serrín, astillas, etc.) procedente de restos de otras industrias.

Esta materia prima será clasificada y ordenada en el parque de madera pasando un proceso de secado al aire, en el caso de la procedente del monte, reduciendo costes de si se hiciera artificialmente gracias a las bajas precipitaciones anuales de la zona (433 mm, ver Anexo 2- Estudio del clima).

El parque de madera es un conjunto de instalaciones de almacenamiento de madera, anejos a la fábrica y que nos sirve para tener madera almacenada y donde realizamos operaciones previas que quiten carga de trabajo a la fábrica.

Objetivos:

- Velar por la ininterrupción del proceso en fábrica. Garantiza el suministro de materia prima a la fábrica.
- Permite aprovecharnos de los ciclos económicos de la madera y comprar en el momento oportuno.
- Realización de operaciones previas.
- Control y clasificación de la madera.
- Medición de la madera disponible, consumida, etc...

Existen dos tipos de parques de madera, tipo patio y tipo estanque, como hemos visto en el Anexo 5- Estudio de alternativas, el tipo de parque elegido es el “tipo patio”.

La organización del parque se realizará al momento ya que depende de factores que no se pueden controlar de antemano como pueden ser:

- Fluctuaciones en el precio de la madera: épocas en la que tengamos mayor madera almacenada debido a su menor coste y viceversa.
- Contenido en humedad de la madera a su llegada al parque: dependiendo de la humedad de la madera en la entrada al parque será necesario que permanezca más o menos tiempo.

A pesar de esto hay varias directrices que quedan marcadas para la organización del parque de madera:

1. La madera será almacenada en pilas de 3-6 metros de altura.
2. Las pilas deberán estar separadas formando calles lo suficientemente amplias para la fácil circulación de la maquinaria.
3. Las pilas estarán separadas por tipo de madera y/o especie de esta para su fácil localización en función de las necesidades de la planta.

## **2.2. Astillado y triturado en húmedo.**

Para dar comienzo al ciclo la materia prima será transportada hasta la astilladora situada al comienzo de la cadena de producción. Esta madera, a pesar de su estancia en el parque, aun no tiene la humedad necesaria para el pelletizado (13-15%) por lo que consideramos esta fase en húmedo.

Para este proceso se utilizará un tipo de triturador de molinos que trituran directamente madera de gran tamaño, incluso troncos y los convierten en serrín sin necesidad de ser transformado previamente en astillas.

La trituradora está fabricada en acero y aluminio y trabaja con un sistema hidráulico por las cuatro caras de las trozas. Además, permite astillar trozos de madera que no sean en rollo.

Se elige esta máquina ya que permite descortezar, astillar y triturar la madera en un solo paso lo que permite ahorrar tiempo en la producción haciéndola más eficiente además de un ahorro considerable en espacio y energía.

Otra característica de esta máquina es que se puede regular el tamaño de partícula que expulsa desde un tamaño de 5mm hasta unos 0'25mm.

Tabla 1 Especificaciones técnicas trituradora<sup>1</sup>.

|                             |                        |
|-----------------------------|------------------------|
| <b>Rendimiento</b>          | <11 t/h                |
| <b>Potencia</b>             | 260 kW                 |
| <b>Suministro eléctrico</b> | 380v 50hz<br>(3 fases) |
| <b>Boca de entrada</b>      | 300x300mm              |
| <b>Gránulos</b>             | 0'25-5mm               |
| <b>Dimensiones</b>          | 3.000x1.500x2.050mm    |
| <b>Peso</b>                 | 3'9                    |
| <b>Certificaciones</b>      | CE/ISO                 |
| <b>Precio</b>               | 195.000€               |

La madera es introducida en la astilladora que formara un serrín de la medida necesaria para su posterior pelletizado, en este caso forma unas partículas finales de unos 2mm. En caso de que en un futuro necesitemos una partícula diferente este tipo de máquinas están preparadas para variar la medida del producto final.



Figura 2 Molino de madera. Fuente: PelletSolución<sup>1</sup>.

### 2.3. Secado.

Por esta fase la materia prima principal (subproducto de otras industrias) la mayoría de las veces no tendrá que pasar ya que vendrá con una humedad adecuada de su origen. Pero en el caso de tener una humedad elevada o proceder de cortas el serrín de madera tras su paso por el parque en forma de trozas más grandes y de las fases de triturado y mezclado aun contiene un alto contenido en humedad de hasta el 40%. La humedad ideal para el pelletizado, es de entre el 13% y el 15% por lo que si queremos un pelletizado optimo deberemos reducir hasta ese punto la humedad.

Para esta labor en la mayoría de las plantas pelletizadora se utiliza un secadero de cilindro rotativo ya que es ideal para el secado de biomasa en forma de serrín, astilla o viruta. Un secadero rotativo permite secar sólidos hasta un 10% de humedad.

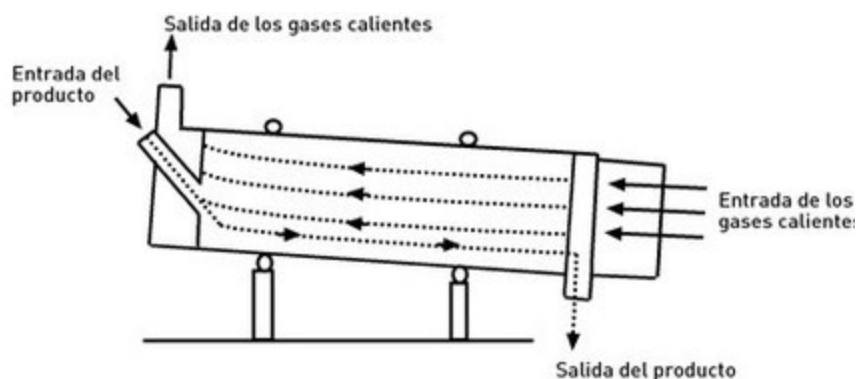


Figura 3 Secadero rotatorio. Fuente: Ing. Orlando Philco A. MSc.

El cuerpo principal de estos secaderos es un cilindro hueco horizontal en el que por su interior circula el serrín de manera longitudinal. Estos cilindros varían en su medida dependiendo del rendimiento necesario.

El secadero rotativo es un sistema de secado directo ya que el aire caliente entra en contacto con el producto a secar. Este aire caliente es generado por una caldera que en nuestro caso utilizara los residuos de la línea para funcionar. El aire producido puede alcanzar los 400-1000°C.

En su interior el secadero rotativo cuenta con unas paletas removedoras que además de, como su nombre indica, remover el producto y favorecer el contacto aire-partícula, lo hacen avanzar por el cilindro consiguiendo un ciclo continuo de producción.

Tras el secado el serrín ya con la humedad necesaria (13-15%) es descargado en la línea de transporte para continuar el proceso.

La velocidad de giro del tambor puede ser regulada para controlar el tiempo de secado de acuerdo a la materia prima introducida y su nivel de humedad.

En este caso utilizaremos un sistema que consta de:

- Caldera policombustible de aire caliente.
- Sistema apagachispas.
- Air lock de alimentación.
- Fan de aspiración.
- Tambor de secado.
- Sistema de rotación.
- Sistema de control eléctrico de motores y entrada.
- Ciclones.

Tabla 2 Especificaciones técnicas secadero rotatorio<sup>1</sup>.

|                                                   |                        |
|---------------------------------------------------|------------------------|
| <b>Tamaño de las materias primas</b>              | <20mm                  |
| <b>Diámetro del tambor</b>                        | 1'2m                   |
| <b>Longitud del tambor</b>                        | 8m                     |
| <b>Diámetro del ciclón</b>                        | 100cm                  |
| <b>Altura del ciclón</b>                          | 4m                     |
| <b>Peso del tambor</b>                            | 3.000kg                |
| <b>Potencia</b>                                   | 7'5 KW                 |
| <b>Suministro principal de energía eléctrica.</b> | 380v 50hz<br>(3 fases) |

#### 2.4. Caldera.

En el proceso de secado es necesario aplicar aire caliente para conseguirlo y esto lo lograremos mediante una caldera de biomasa.

Con el fin de aprovechar todos los residuos generados durante el proceso productivo se instalará una caldera de biomasa en la que los aprovecharemos transformándolos en energía térmica. Los residuos a los que nos referimos son: corteza de árboles, ramas no incorporadas al proceso, restos de serrín y/o virutas generadas en el proceso que no sean susceptibles de ser aprovechadas en la formación del pellet y madera procedente de otras industrias no apta para el proceso. De esta forma la planta aprovechara tanto los desperdicios generados en el parque como los generados en el proceso de pelletizado. La temperatura del aire es controlada mediante un termostato para lograr el grado de humedad final deseado. Esto se podrá realizar ya que la caldera está preparada para varios tipos de combustibles.

Su dimensionado se ha llevado a cabo en el apartado 5.1. del Anexo 6- Producción en la planta.

En este caso utilizaremos una caldera con las siguientes especificaciones técnicas:



Tabla 3 Especificaciones técnicas caldera polcombustible. Fuente: PelletSolución<sup>1</sup>.

|                                 |                                                 |
|---------------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>Combustible</b>              | 20-30kg/h residuos de madera<br>(1kg=20.000 kJ) |
| <b>Potencia eléctrica</b>       | 18kW                                            |
| <b>Poder calorífico</b>         | 400.000-600.000kJ                               |
| <b>Temperatura de trabajo</b>   | 1000°C                                          |
| <b>Capacidad de Evaporación</b> | 900kg/h                                         |

Figura 4 Secadero y caldera. Fuente: PelletSolución<sup>1</sup>.

## 2.5. Refinado.

La fase del pelletizado es muy sensible al tamaño de las partículas introducidas en la maquina por lo que, como se explica en el Anexo 6- Estudio de alternativas, se ve necesaria la introducción de un sistema de refinado de las partículas antes de la fase de pelletizado. Para ello se utilizará un molino de martillos que refinará las astillas y virutas convirtiéndolas en “harina” fina ideal para el pelletizado.

Para esta fase es necesario que las astillas y virutas se encuentren por debajo de un 30% de humedad por lo que se situara tras la fase de secado.

Tabla 4 Especificaciones técnicas molino de refino. Fuente: PelletSolución<sup>1</sup>.

|                                                   |                        |
|---------------------------------------------------|------------------------|
| <b>Tamaño de las materias primas</b>              | <20mm                  |
| <b>Capacidad</b>                                  | 9 t/h                  |
| <b>Certificación</b>                              | CE, ISO y SGS          |
| <b>Garantía</b>                                   | 14 meses               |
| <b>Motor</b>                                      | Siemens                |
| <b>Nº de martillos</b>                            | 80                     |
| <b>Dimensiones (mm)</b>                           | 2800x16420x2100        |
| <b>Peso</b>                                       | 5.300 kg               |
| <b>Potencia</b>                                   | 110 KW                 |
| <b>Suministro principal de energía eléctrica.</b> | 380v 50hz<br>(3 fases) |



Figura 5 Molino de refinado. Fuente: PelletSolución<sup>1</sup>.

## 2.6. Pelletizado.

Como hemos visto en el punto número 1 de este anexo el pellet es, básicamente, biomasa prensada en forma de pequeños cilindros. Esta compresión de la biomasa se realiza mediante una máquina pelletizadora.

La máquina pelletizadora está formada principalmente por unos rodillos prensores y una matriz. La matriz es un cilindro metálico con unos orificios por los cuales se hará pasar la biomasa triturada en fases anteriores mediante la fuerza aplicada por unos rodillos situados encima del cilindro matriz.

Para este proceso dejaremos caer, verticalmente, las partículas en dicha matriz repartiéndose así uniformemente a lo largo de todo el cilindro. Una vez la materia está distribuida en la matriz los rodillos prensores y cilindro matriz ruedan aplicando presión, compactando las partículas y haciéndolas pasar por los orificios. La distancia entre el rodillo y la matriz se puede modificar variando así la calidad del producto final.

La fuerza de compactación de los rodillos y de fricción con las paredes de los agujeros de la matriz, además de dar forma al pellet, generan un aumento de la temperatura. Esta energía calorífica generada reblandece la lignina contenida en la madera actuando como cementante y dando cohesión al pellet formando un aglomerado sólido y compacto.

La biomasa sale de los canales de compactación formando un “hilo” continuo. Esta continuidad del producto se rompe mediante unas cuchillas rotatorias que se ajusta en

función de la longitud deseada, en nuestro caso la requerida para la norma ENplus (ver Anexo 3- Calidad del producto y control). El proceso de pelletizado además de formar a este reduce la humedad hasta un 9%.

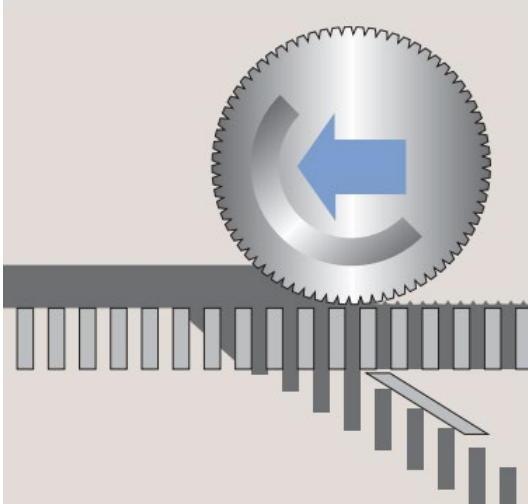


Figura 6 Biomasa pasando por matriz y dimensionado en longitud con cuchilla.

Fuente: KAHL<sup>2</sup>.



Figura 7 Matriz cilíndrica. Fuente: PelletSolución<sup>1</sup>.

En el proceso del pelletizado existen multitud de factores que afectan a la formación correcta del pellet, estos factores se detallan a continuación:

1. Dimensión del rodillo: Como es evidente el rodillo a medida que crece en diámetro tienen unas necesidades de presión mayores para conseguir prensar las partículas y hacerlas pasar por la matriz, por lo tanto, este diámetro irá en consonancia con la potencia de la máquina.
2. Presión ejercida: Como hemos visto en el punto anterior la presión ejercida va directamente relacionada con el diámetro del rodillo, pero existen otros factores como la naturaleza de la materia a comprimir y su cantidad. Estas presiones oscilan entre los 1.100 y los 2.500 kg/cm<sup>2</sup>.
3. Duración de la presión ejercida: Depende de la duración de la presión ejercida en cada punto de la matriz. Si el contenido en lignina de la materia a comprimir es alto se reduce el tiempo de prensado y por consiguiente la profundidad de la matriz al necesitar menos guía la materia en su formación.
4. Temperatura en el proceso: la temperatura en el pelletizado es muy importante, esto se debe a que conforme aumenta la temperatura la lignina se reblandece facilitando la formación del pellet como ya se ha explicado anteriormente. Se alcanzan unas temperaturas de 80-100°C.

Esta máquina es una parte crítica del proceso ya que es la que forma el producto final del proceso además de tener un gran estrés causada por la fricción y calentamiento de sus partes. Por ello, en este caso, utilizaremos dos pelletizadoras separadas (Ver Anexo 5- Estudio de alternativas).

Tabla 5 Especificaciones técnicas pelletizadora<sup>1</sup>.

|                             |                        |
|-----------------------------|------------------------|
| <b>Rendimiento</b>          | 3-5 t/h                |
| <b>Potencia</b>             | 220 kW                 |
| <b>Motor</b>                | Siemens                |
| <b>Suministro eléctrico</b> | 380v 50hz<br>(3 fases) |
| <b>Diámetro del pellet</b>  | 4-12 mm                |
| <b>Tamaño del pellet</b>    | 4-30 mm                |
| <b>Dimensiones</b>          | 3800*1680*3400mm       |
| <b>Peso</b>                 | 20.000kg               |
| <b>Certificaciones</b>      | CE/ISO                 |

Esta pelletizadora puede funcionar 24h ininterrumpidamente ya que posee un sistema de enfriado que disminuye las altas temperaturas alcanzadas en el proceso aumentando su vida útil. Además, dispone de rodamientos de alta calidad.



Figura 8 Pelletizadora de matriz. Fuente: PelletSolución<sup>1</sup>

## 2.7. Refrigeración.

Tras el proceso de pelletizado la biomasa que forma el pellet aumenta su temperatura hasta los 80-100°C. Como hemos visto las altas temperaturas producen un reblandecimiento de la lignina necesario para la formación del pellet pero contraproducente en su almacenamiento debido a la fragilidad que esto provoca en él.

La solución es evidente, enfriarlo. Para este enfriamiento del pellet a su salida de la pelletizadora se insuflará aire frío en dirección contraria a la caída de estos en la tolva de almacenamiento reduciendo así su temperatura y evitando los riesgos explicados anteriormente. Es el método más utilizado en este tipo de industrias por lo que su validez esta contrastada. Además de esto es necesario discriminar entre los pellets de medida correcta y los que no la tienen.

En este caso se utilizará un enfriador discriminador SKLN-6 con las siguientes especificaciones:

Tabla 6 Especificaciones técnicas enfriador discriminador.

|                                                   |                        |
|---------------------------------------------------|------------------------|
| <b>Capacidad (t/h)</b>                            | 8-12                   |
| <b>Potencia (KW)</b>                              | 4+0,37/3+5,5           |
| <b>Suministro principal de energía eléctrica.</b> | 380v 50hz<br>(3 fases) |
| <b>Cubicaje (m<sup>3</sup>)</b>                   | 6                      |
| <b>Tiempo de enfriado (min)</b>                   | <10                    |
| <b>Temperatura (°C)</b>                           | +3-5 ambiente          |
| <b>Dimensiones</b>                                | 2.100 x 1.966 x 2.870  |



Figura 9 Enfriador discriminador. Fuente: PelletSolución

## 2.8. Almacenado.

Dependiendo de la forma de venta (ver Anexo 5- Estudio de alternativas) el pellet final se almacenará en diferentes formatos:

- Saco de 15kg: en el caso de que los pellets fabricados sean con destino a su venta en formato saco de 15kg estos serán transportados a una maquina ensacadora.

Estas máquinas ensacadoras funcionan de manera automática de tal manera que una cinta transportadora lleva los pellets desde la maquina pelletizadora a una pequeña tolva situada en la parte superior de la ensacadora. La máquina de forma automática va llenando sacos, en principio de 15 kg pero se puede variar la cantidad, y sellándolos. El llenado de los sacos cuesta aproximadamente 3 segundos.

En este caso utilizaremos una maquina ensacadora con las siguientes características técnicas:

Tabla 7 Especificaciones técnicas ensacadora<sup>1</sup>.

|                                                   |                            |
|---------------------------------------------------|----------------------------|
| <b>Capacidad (kg/bolsa)</b>                       | 8-20                       |
| <b>Potencia (KW)</b>                              | 0'75                       |
| <b>Suministro principal de energía eléctrica.</b> | 380v 50hz<br>(3 fases)     |
| <b>Dimensiones (m)</b>                            | 2.85*0.78*2.75             |
| <b>Peso (kg)</b>                                  | 390                        |
| <b>Extras</b>                                     | Incluye sellador           |
| <b>Precio</b>                                     | 9.000€                     |
| <b>Velocidad</b>                                  | 0-13 min/bolsa (regulable) |





Figura 10 Ensacadora. Fuente: PelletSolución<sup>1</sup>

- A granel: en el caso de que la venta de los pellets sea a granel, ya sea en volquete o cisterna, el producto obtenido será transportado hasta unos silos en el exterior de la planta donde se almacenaran a la espera de ser cargados en camiones para su distribución. El tamaño y número de silos se puede ver en el Anexo 8- Dimensionado de la planta.
- Big Bag de 1000kg: la forma de almacenamiento en Big Bag se puede desarrollar de dos maneras distintas:
  1. En la propia máquina ensacadora podemos añadir un complemento con el cual poder llenar este tipo de envases.
  2. Tras su almacenamiento en silos, expuestos en el anterior punto, cargaremos directamente de ellos las Big Bag.  
En nuestro caso utilizaremos el segundo método, cargado directo desde los silos, con el fin de ahorrar costes en una máquina más ya que esta no presentaría ninguna ventaja sobre la carga desde el silo. Por otro lado en el caso de envasar en Big Bag directamente contaríamos con el inconveniente de tener que almacenar estas bolsas.

## 2.9. Transporte interno.

El transporte interno de ya sea virutas o pellet se hará mediante cintas transportadoras. Estas cintas permiten una inclinación de hasta 45° ayudándose en el transporte de elevación mediante resaltes en la cinta.

Para el transporte entre maquinaria en la que no se necesaria una elevación del material se emplearan cintas transportadoras sin inclinación. Esto será necesario entre las fases de:

- Triturado y mezclado.
- Mezclado y secado.

A estas cintas transportadoras en algunos puntos tendremos que añadir una inclinación que eleve el material. Estas etapas del proceso son:

- Pelletizado: Tendremos que elevar las virutas de madera desde la cinta transportadora que viene de la tolva en seco ya que la maquina pelletizadora tiene la entrada de materia prima por su parte superior como se ha visto en el punto 6 del presente anexo.
- Ensacado: Tras la formación del pellet este queda en una tolva de descarga al nivel del suelo ya que ha caído en su refrigeración y al tener que volverlo a elevar para su entrada en la ensacadora, que trabaja por gravedad, será necesario también en este punto un tornillo sin fin.

En este caso se utilizará como cinta transportadora una modular con bandas laterales que impidan la perdida de material. Están dan la opción de variar el material de construcción de la mayoría de sus partes (bastidor, guías, banda, motor, pies, etc.). Tiene las siguientes características técnicas:

Tabla 8. Especificaciones técnicas cinta transportadora. Fuente: CINTASA<sup>3</sup>.

|                                    |                                     |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Longitud entre tambores (L)</b> | 300-800mm                           |
| <b>Ancho de banda (A)</b>          | 60-800mm                            |
| <b>Diámetro del tambor motriz</b>  | 60mm                                |
| <b>Diámetro del tambor tensor</b>  | 60mm                                |
| <b>Motorización</b>                | En extremos (vertical u horizontal) |
| <b>Potencia</b>                    | 1'5 kW                              |
| <b>Velocidad</b>                   | 2'5-120 m/min                       |
| <b>Bastidor</b>                    | Hierro/Inox                         |
| <b>Guías laterales</b>             | Regulables                          |
| <b>Capacidad de carga máxima</b>   | 80kg                                |
| <b>Pies</b>                        | Regulables $\pm 50$ mm              |

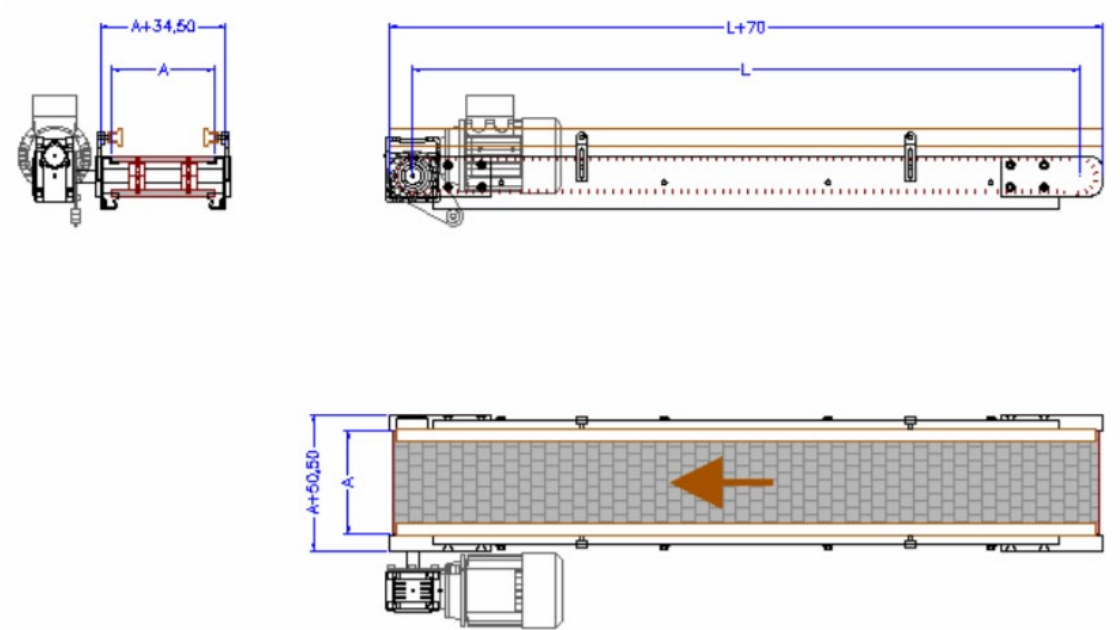


Figura 11. Croquis diseño cinta transportadora. Fuente: +Kepack

## 2.10. Sistemas de los silos.

Como se ha visto en el Anexo 6- Estudio de alternativas será necesaria la instalación de silos de almacenado del producto final y se ha determinado la capacidad necesaria de cada uno de ellas (ver Anexo 8- Dimensionado de la planta).

Estos silos tendrán sistemas para ser alimentados y descargados y en este apartado se van a definir.

### 2.1.1. Rompe bóvedas.

El principal problema que encontramos en el almacenamiento en silos es el de la formación de bóvedas que impiden la caída del material, para evitar este problema utilizaremos rompe bóvedas que solucionen este problema.

Este rompe bóvedas se compone de tres partes:

- Registro.
- Rompe bóvedas.
- Dosificador.

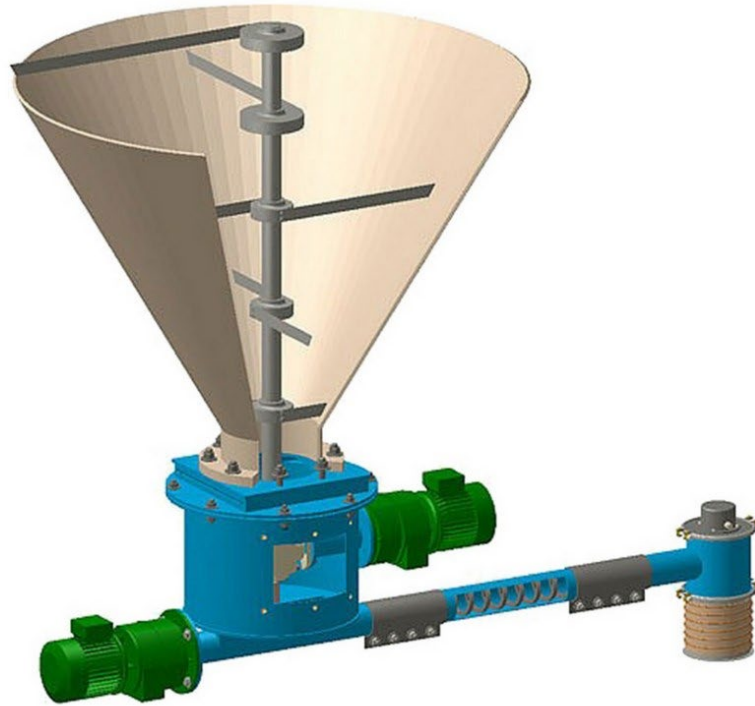


Figura 12 Rompe bóvedas. Fuente: Sodimate<sup>4</sup>

### 2.1.2. Tornillo sin fin.

Para la elevación de los materiales hasta la entrada en los silos se utilizarán tornillos sin fin.

Tabla 9 Especificaciones técnicas tornillo sin fin. Fuente: LIPPEL<sup>5</sup>

|                                                   |                                     |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Motorización</b>                               | En extremos (vertical u horizontal) |
| <b>Potencia</b>                                   | 3'5 kW                              |
| <b>Peso</b>                                       | 150 kg/m                            |
| <b>Bastidor</b>                                   | Hierro/Inox                         |
| <b>Suministro principal de energía eléctrica.</b> | 380v 50hz<br>(3 fases)              |
| <b>Dimensiones (ancho x alto)</b>                 | 0'8m x 1m                           |



Figura 13 Tornillo sin fin. Fuente: LIPPEL<sup>5</sup>

### 2.11. Tolvas.

Como se ha visto en el Anexo 8- Dimensionado de la planta, serán necesarias dos tolvas de 65 y 46 m<sup>3</sup> aproximadamente en el proceso productivo. Para la instalación de estas se encargarán a una empresa externa que las fabrique a medida para estas capacidades y aplicación concreta. Estas tolvas tienen las siguientes características:

- 65m<sup>3</sup>- 4m de ancho x 4m de alto x 4m de largo. Precio: 6.000€
- 46m<sup>3</sup>- 4 m de ancho x 3m de alto x 4m de largo. Precio: 4.100€

Estas tolvas tienen un armazón de acero galvanizado de alta calidad con construcción modular. La sección cuadrada permite un mayor aprovechamiento del espacio que la sección circular.

Las tolvas además tienen un sistema de vaciado vibratorio al que se pueden acoplar cintas transportadoras.

Tabla 10 Especificaciones técnicas tolva. Fuente: SILOTEC<sup>6</sup>

|                                           |                                      |
|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Dimensiones (ancho x largo x alto)</b> | 4x4x6'68<br>4x4x5'68                 |
| <b>Volumen</b>                            | 65m <sup>3</sup><br>48m <sup>3</sup> |
| <b>Altura de la boca de salida</b>        | 1m                                   |
| <b>Inclinación de la tolva</b>            | 45°                                  |
| <b>Dimensiones de la boca de salida</b>   | 250mmx250mm                          |
| <b>Tubo de llenado</b>                    | 4"                                   |
| <b>Precio</b>                             | 6.000€<br>4.100€                     |



Figura 14 Tolva. Fuente: SILOTEC<sup>6</sup>.

## 2.12. Colector de polvo.

Los colectores de polvo tienen la misión de eliminar las partículas de polvo o madera que puedan surgir en el proceso productivo. Están diseñados para usar un patrón de flujo de aire descendente y gravedad para limpiar el aire atrapado en la superficie interna de las bolsas de filtro y para forzar el polvo dentro de las bolsas de desecho en el fondo del colector.

Un ventilador de gran volumen y alta presión para el procesamiento de materiales en trabajos pesados dirige el aire cargado de polvo a la cámara de aire sucio. El aire cargado de polvo es distribuido uniformemente adentro de las bolsas de poliéster de alto flujo, lo que capta el polvo y permite limpiar el aire para pasar de nuevo al entorno de trabajo.

El polvo captado dentro de la bolsa es transportado a los receptáculos que se encuentran en fondo del colector mediante gravedad y flujo de aire. También se puede colocar un agitador automático opcional para un mejor desempeño del colector.





Figura 15 Colector de polvo. Fuente: Donaldson<sup>7</sup>.

En este caso utilizaremos uno con las siguientes características:

Tabla 11 Especificaciones técnicas colector de polvo. Fuente: Donaldson<sup>7</sup>.

|                                                   |                         |
|---------------------------------------------------|-------------------------|
| <b>Potencia del motor</b>                         | 5kW                     |
| <b>Suministro principal de energía eléctrica.</b> | 380v 50hz<br>(3 fases)  |
| <b>Capacidad eólica</b>                           | 3.992 m <sup>3</sup> /h |
| <b>Área de la tela</b>                            | 11'9m <sup>2</sup>      |
| <b>Nº de bolsas</b>                               | 14                      |
| <b>Nº de colectores</b>                           | 2                       |
| <b>Dimensiones<br/>(largo*ancho*alto)</b>         | 2644*1150*3164mm        |

### 2.13. Descortezadora.

En el caso de que la madera introducida al proceso sea del monte directamente o que el subproducto de otra empresa aun contenga corteza se introducirá como primer paso del proceso en una descortezadora.

Para el presente proyecto se ha seleccionado una descortezadora de rodillos horizontales muy versátil capaz de descortezar madera desde 5 cm hasta 80 cm de diámetro con una eficiencia del 99%.

Los rodillos interiores de la maquina están ranurados y presionan la madera contra ellos haciendo saltar la corteza de la troza. El subproducto sale por debajo de la maquina y puede ser revalorizado como combustible para la caldera de la fase de secado.

Tabla 12 Características técnicas descortezadora. Fuente: PelletSolución<sup>1</sup>

|                                                   |                        |
|---------------------------------------------------|------------------------|
| <b>Potencia del motor</b>                         | 11 x 2kW               |
| <b>Suministro principal de energía eléctrica.</b> | 380v 50hz<br>(3 fases) |
| <b>Rendimiento</b>                                | 7-8 tn/h               |
| <b>Certificación</b>                              | CE, ISO9001            |
| <b>Nº de motores</b>                              | 2                      |
| <b>Nº de rodillos</b>                             | 2                      |
| <b>Ratio de eficiencia</b>                        | >95%                   |
| <b>Dimensiones<br/>(largo*ancho*alto)</b>         | 5 x 2 x 2 m            |



Figura 6 Descortezadora de rodillos. Fuente: PelletSolución<sup>1</sup>

#### **2.14. Pala cargadora.**

Para el movimiento de las materias primas en el parque y su incorporación al proceso productivo es necesaria una pala cargadora versátil capaz tanto de transportar pequeños subproductos de otras empresas hasta grandes troncos de *Pinus sylvestris* pasando por el movimiento de Big Bags (ver Anexo 6- Producción en la planta). Para ello se ha escogido una pala cargadora capaz de cambiar el cabezal con facilidad entre un cazo y unas pinzas. En concreto se trata de una con las siguientes especificaciones:

Tabla 13 Especificaciones técnicas pala cargadora. Fuente: Caterpillar<sup>8</sup>.

| <b>Motor</b>                                                                |                            |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| <b>Potencia neta</b>                                                        | 105KW                      |
| <b>Calibre</b>                                                              | 105mm                      |
| <b>Cilindrada</b>                                                           | 4´4l                       |
| <b>Par max a 144 rev/min</b>                                                | 560 N.m                    |
| <b>Emisiones</b>                                                            | Cumple estándares de la UE |
| <b>Nº de cilindros</b>                                                      | 4                          |
| <b>Potencia bruta máxima (ISO 14396)</b>                                    | 110KW                      |
| <b>Potencia neta máxima (ISO 9249)</b>                                      | 105KW                      |
| <b>Pesos</b>                                                                |                            |
| <b>Peso de funcionamiento</b>                                               | 14.360-15.950kg            |
| <b>Contrapesos</b>                                                          | 2800-3300kg                |
| <b>Pluma de dos piezas ajustable: estabilizadores delanteros y traseros</b> | 15.950kg                   |
| <b>Mecanismos de giro</b>                                                   |                            |
| <b>Velocidad de giro</b>                                                    | 9´8 rev/min                |
| <b>Par de giro</b>                                                          | 33                         |
| <b>Sistema hidráulico</b>                                                   |                            |
| <b>Caudal máximo- Circuito auxiliar</b>                                     | 180 l/min                  |
| <b>Caudal máximo- circuitos desplazamiento</b>                              | 180 l/min                  |
| <b>Mecanismo de giro</b>                                                    | 350 bares                  |
| <b>Sistema</b>                                                              | 220l                       |
| <b>Capacidades</b>                                                          |                            |
| <b>Depósito de combustible</b>                                              | 280 L                      |

|                                                |         |
|------------------------------------------------|---------|
| <b>Depósito de líquido de escape</b>           | 19 L    |
| <b>Transmisión</b>                             |         |
| <b>Velocidad de desplazamiento máxima</b>      | 37 km/h |
| <b>Grado de inclinación máxima a 15.000 kg</b> | 52'5%   |
| <b>Tracción en barra de tiro</b>               | 73 KN   |
| <b>PRECIO</b>                                  |         |

**Características:**

- Bomba de giro especializada que permite movimientos combinados más rápidos y suaves.
- Sistemas integrados de ahorro de combustible que eliminan los desperdicios gracias a funciones como el control de velocidad automático del motor, la parada del motor en vacío y el modo Eco eficiente.
- Configuraciones flexibles para satisfacer todas sus necesidades con varias plumas/balancines, neumáticos, trenes de rodaje y contrapesos.
- Los botones/controles deslizantes se pueden configurar por herramienta según desee el operador.
- Visibilidad: grandes zonas acristaladas, cámaras traseras/laterales. Luces LED en todas las cámaras y luces de trabajo.
- Dispositivos integrados que contribuyen a un comportamiento seguro, como el indicador del cinturón de seguridad o el ajuste del límite de velocidad en desplazamientos marcha atrás con el bastidor superior girado.
- Cumple todas las exigencias planteadas en el Anexo 17- Seguridad y salud.

**2.15. Carretilla elevadora**

Para el movimiento interno de sacos y Big Bags será necesario el empleo de una carretilla elevadora capaz de estas tareas. Teniendo en cuenta que el peso de un pallet de sacos es de 1200kg y un Big Bag 1000kg (ver Anexo 6- Producción en la planta) y que la altura máxima a la que deberán ser elevados es de 2m se ha seleccionado una carretilla elevadora eléctrica Toyota Traigo 48 con las siguientes características:

Tabla 14 Especificaciones técnicas carretilla elevadora. Fuente: Catalogo Toyota<sup>9</sup>

|                                      |               |
|--------------------------------------|---------------|
| <b>Altura de elevación</b>           | 3300mm        |
| <b>Capacidad de carga</b>            | 1600 kg       |
| <b>Ancho</b>                         | 1060mm        |
| <b>Alto (extendido)</b>              | 3870mm        |
| <b>Largo</b>                         | 2988mm        |
| <b>Velocidad máxima</b>              | 16 km/h       |
| <b>Velocidad de elevación</b>        | 0'43/0'61 m/s |
| <b>Freno de servicio</b>             | Hidráulico    |
| <b>Batería</b>                       | 43.531 A      |
| <b>Voltaje batería</b>               | 48 V          |
| <b>Volumen de aceite</b>             | 41 l/min      |
| <b>Niveles de sonido en operario</b> | 69 dB         |



Figura 16 Carretilla elevadora. Fuente: Catalogo Toyota<sup>9</sup>

### 3. Disposición de la maquinaria.

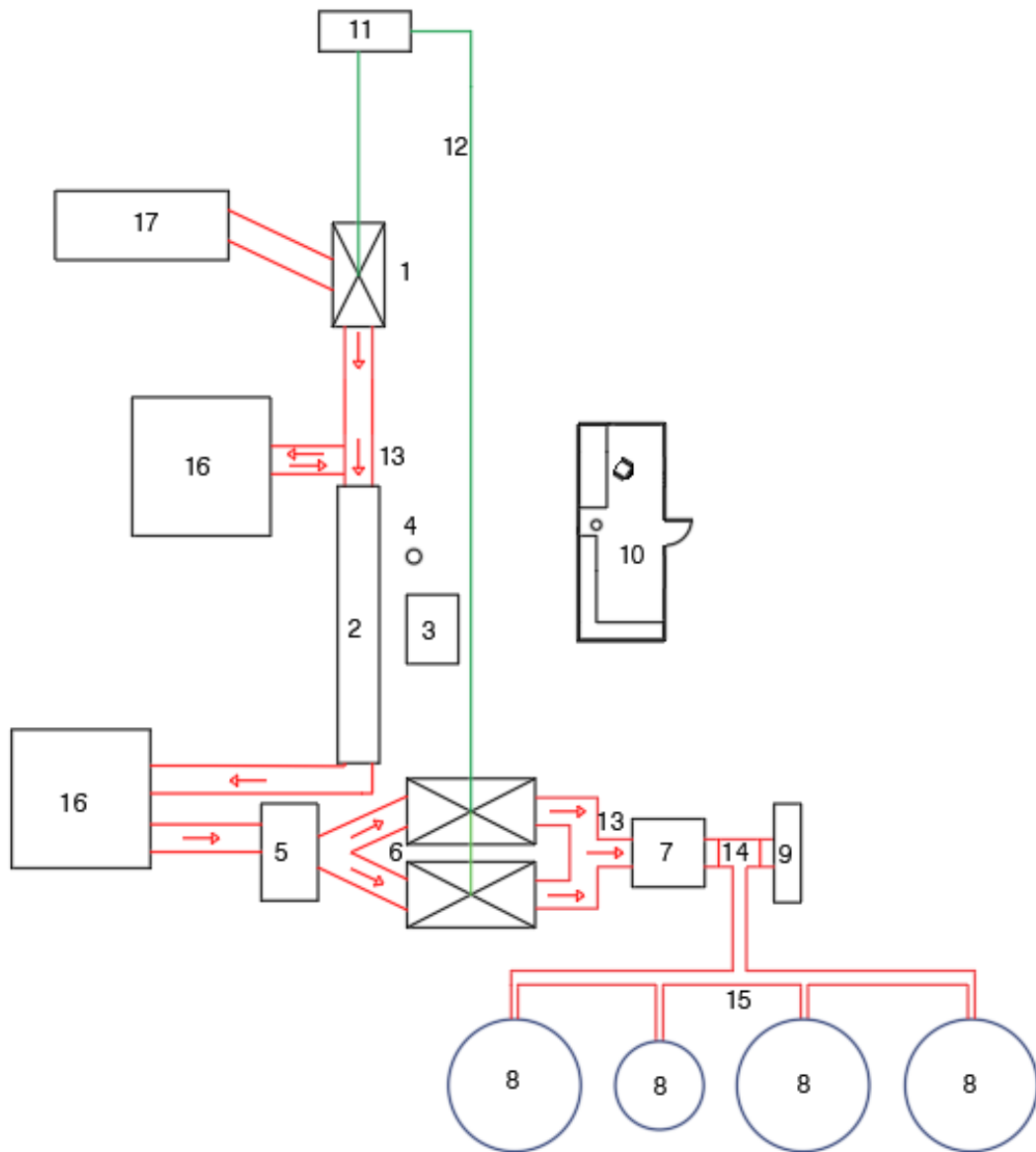


Figura 17 Croquis de disposición de maquinaria (Ver plano 6- Esquema del proceso).

- |                          |                               |
|--------------------------|-------------------------------|
| 1. Astilladora           | 6. Pelletizadoras.            |
| 2. Trómel                | 7. Enfriador                  |
| 3. Caldera               | 8. Silos                      |
| 4. Ciclón                | 9. Ensacadora                 |
| 5. Molino                | 10. Sala de control           |
| 11. Colector de polvo    | 12. Conductos colectores      |
| 13. Cinta transportadora | 14. Derivación cinta/tornillo |
| 15. Tornillos sin fin    | 16. Tolvas                    |
| 17. Descortezadora       |                               |



## 4. Bibliografía.

1. Pellet solución. Spain Yulong (2019). Se puede encontrar en: <http://www.pelletsolucion.com/>
2. Amandus Kahl GmbH & Co. KG (2019). Se puede encontrar en: <https://www.akahl.de/es/>
3. CINTASA (2019). Se puede encontrar en: <https://www.cintasa.com/es/>
4. SODIMATE Iberica (2019). Se puede encontrar en: <http://www.sodimateiberica.com/>
5. LIPPEL (2019). Se puede encontrar en: <http://www.lippel.com.br/es>
6. SILOTEC, tecnología de ensilado (2019). Se puede encontrar en: <https://silotec.es/>
7. Donaldson Filtration Solutions. Se puede encontrar en: <https://www.donaldson.com/>
8. Caterpillar Inc (2019). Se puede encontrar en: [https://www.cat.com/es\\_ES.html](https://www.cat.com/es_ES.html)
9. TOYOTA Material Handling. Se puede encontrar en: <https://shop.toyota-forklifts.es/>



---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE DISEÑO DE UNA PLANTA DE  
FABRICACIÓN DE PELLETS PROCEDENTES DE  
BIOMASA FORESTAL

**ANEXO 8- DIMENSIONADO DE LA PLANTA**

Grado en Ingeniería Forestal: Industrias forestales

Autor: Mario Bruna Garcia

Tutora: M<sup>o</sup> Daphne Hermosilla Redondo

Cotutora: M<sup>o</sup> Pilar Lisbona Martin

E. de Ingeniería de la Industria Forestal, Agronómica y de la Bioingeniería

JUNIO 2018

## INDICE ANEXO 8

|                                                      |   |
|------------------------------------------------------|---|
| 1. Introducción. ....                                | 2 |
| 2. Almacenes, silos y tolvas. ....                   | 2 |
| 2.1. Tolvas para subproducto durante el proceso..... | 2 |
| 2.1.1. Tolva de serrín húmedo. ....                  | 2 |
| 2.1.2. Tolva serrín seco.....                        | 3 |
| 2.2. Silo de producto final.....                     | 4 |
| 2.3. Almacén interior. ....                          | 5 |
| 2.4. Dimensionado de la sala de máquinas.....        | 6 |
| 2.5. Dimensionado de la nave.....                    | 6 |
| 3. Biografía.....                                    | 7 |

## 1. Introducción.

En este anexo, tras la estimación de producción anual en base a la materia prima disponible para la planta, se pretende dimensionar las instalaciones objeto de este proyecto y sus diferentes partes.

## 2. Almacenes, silos y tolvas.

Los almacenes, silos y tolvas en la planta tienen la función de almacenar tanto la materia prima procesada en alguna de las etapas del proceso, como el producto terminado para su posterior carga y salida de la fábrica en Big Bags o a granel, en las tolvas o silos, o en el almacén en caso de su salida en sacos de 15kg (Ver Anexo 7- Ingeniería del proceso). De esta forma se evitan problemas referidos a averías en alguna de las etapas y/o en el suministro de materia prima teniendo siempre producto almacenado.

Para el dimensionamiento de los diferentes sistemas de almacenado se va a tener en cuenta la producción diaria calculada en el Anexo 6- Producción en la planta, 117'26 toneladas de pellet al día lo que hacen 58'63 toneladas de pellet por turno. Además se tendrá en cuenta una densidad de 480 kg/m<sup>3</sup> para el subproducto y, según marca la norma ENplus, la densidad del pellet de la calidad requerida es de 700 kg/m<sup>3</sup>.

### 2.1. Tolvas para subproducto durante el proceso.

En la planta encontraremos dos tolvas diferentes, por un lado, una tolva de serrín húmedo situada a la salida de la trituradora con la misión de almacenar el serrín producido en las primeras etapas del proceso y por otro lado encontramos una tolva tras la etapa de secado que almacenara las virutas a un 12% de humedad antes de su pelletizado.

#### 2.1.1. Tolva de serrín húmedo.

La finalidad de este depósito es que la cadena no se pare en caso de problemas en las primeras etapas del proceso almacenando subproducto al menos durante tres horas de producción. Esta tolva se situará a continuación del triturado y de las etapas de mezclado y secado.

Para el dimensionamiento de dicha tolva se ha de tener en cuenta que el material llega a ella con un 30% de humedad y la producción final se ha estimado a un 10% de humedad. Por lo tanto, si tenemos 7'33 t/h de producción en tres horas se producirá 21'99 t y un 20% de diferencia de humedad:

$$Xt - 0.30Xt = 21'99 \text{ t}$$

$$0'7 Xt = 21'99 \text{ t}$$

$$Xt = 31'41 \text{ t}$$

Como se ha mencionado en el apartado 2.1 de este anexo consideramos una densidad de 480 kg/m<sup>3</sup>, por lo tanto conociendo todos estos datos se procede al cálculo de las dimensiones de la tolva de almacenamiento de serrín húmedo par.

$$\rho = M/V \rightarrow V = M/ \rho$$

$\rho$  = densidad del producto.

M = masa para la producción.

V = volumen requerido.

$$V = \frac{31.410 \text{ kg}}{480 \text{ kg/m}^3} = 65'44 \text{ m}^3$$

### 2.1.2. Tolva serrín seco.

La finalidad de este depósito es que la cadena no se pare en caso de problemas en el secado, almacenando subproducto al menos durante tres horas de producción. Esta tolva se situará a continuación del refinado y antes del pelletizado final.

Para el dimensionamiento de dicha tolva se ha de tener en cuenta que el material llega a ella con un 12% de humedad y la producción final se ha estimado a un 10% de humedad. Por lo tanto para la diferencia de 2% de humedad:

$$Xt - 0,02 X t = 21'99 \text{ t}$$

$$0,98 Xt = 21'99 \text{ t}$$

$$X t = 22'44 \text{ t}$$

Como se ha mencionado en el apartado 2.1 de este anexo consideramos una densidad de 480 kg/m<sup>3</sup>, por lo tanto conociendo todos estos datos se procede al cálculo de las dimensiones de la tolva de almacenamiento de serrín húmedo par.

$$\rho = M/V \rightarrow V = M/ \rho$$

$\rho$  = densidad del producto.

M = masa para la producción.

V = volumen requerido.

$$V = \frac{22.440 \text{ kg}}{480 \text{ kg/m}^3} = 46'45 \text{ m}^3$$

## 2.2. Silo de producto final.

El producto terminado, previo a su venta a granel o Big Bag, se almacenarán en un silo en el exterior de la planta. Dicho silo cargara directamente los camiones o las bolsas para su transporte.

Estos silos se dimensionaran para poder almacenar producto terminado a una semana de producción en la planta. Por lo tanto, como la producción destinada a Big Bag y granel es de 58'63 t/día (ver Anexo 6- Producción en la planta) la capacidad de estos silos debe ser:

$$58'63 \text{ t/día} \times 5 \text{ día/semana} = 293'15 \text{ t}$$

Como se ha visto en el Anexo 6- Producción en la planta se van a fabricar dos tipos de calidades según la norma EN 14961-2, EN-A1 y EN-A2, por lo tanto, para tener separadas estas clases de calidad serán necesarios dos silos diferentes. Para los cálculos de dimensionamiento se tomara la densidad mínima exigida por la norma, es decir, 800 kg/m<sup>3</sup>.

- Para EN-A1: La producción de esta clase de calidad es el 60% del total, por lo tanto se necesita un silo de 175'89 t:

$$\text{Volumen del silo} = \frac{175.890 \text{ kg}}{800 \text{ kg/m}^3} = 219'86 \text{ m}^3 \approx 220 \text{ m}^3$$

- Para EN-A2: La producción de esta clase de calidad es el 40% del total, por lo tanto se necesita un silo de 117'26 t:

$$\text{Volumen del silo} = \frac{117.260 \text{ kg}}{800 \text{ kg/m}^3} = 146'58 \text{ m}^3 \approx 147 \text{ m}^3$$

Los silos metálicos pueden alcanzar hasta 24.200 m<sup>3</sup> (Fuente: Brock ®) pero el silo de 200-300 m<sup>3</sup> sería muy grande para nuestra actividad dificultando el mantenimiento e instalación por lo que se opta por tres silos de 100 m<sup>3</sup> para la calidad EN-A1, dos para la calidad EN-A2 y uno de 25 m<sup>3</sup> que pueda almacenar posibles picos de producción.

Tabla 1 Dimensiones de los silos. Fuente: Catalogo Silos Córdoba<sup>2</sup>.

| Silo         | 104 m <sup>3</sup> | 25 m <sup>3</sup> |
|--------------|--------------------|-------------------|
| Altura (m)   | 9'89               | 6'21              |
| Diámetro (m) | 3'82               | 2'55              |

Estos silos estarán equipados con:

- Indicadores de nivel.
- Alimentador.
- Descargador de fondo.
- Controlador de temperatura y humedad del pellet.
- Escalera de subida y barandilla perimetral.

Además, estos silos están equipados con una estructura que permite a camiones circular por debajo elevándolos a una altura de 7'20m.

### **2.3. Almacén interior.**

En este almacén se acumularan los sacos de 15 kg para su posterior envío en camiones para su venta. Este almacén contará con capacidad para 4 días de producción.

Dichos sacos se colocaran sobre pallets de madera del tipo "europalet", estos son los más utilizados en nuestro entorno y tienen unas medidas de 1.200 x 800 mm (Fuente: Rotom logistics<sup>1</sup>), de esta manera se aprovecha el ancho de los remolques y el transporte de mercancías es más eficiente si hablamos de aprovechamiento de espacio de carga. Esta característica no la cumplen otros pallets, cuya medida más extendida es de 1.000 x 1.200 mm y que no se ajusta a los tráileres de los camiones europeos.

En cada uno de estos pallets, teniendo en cuenta que las medidas de estos sacos son de 80 x 40 x 12 cm, se colocaran 80 sacos. Estos pallets tienen una superficie de 0'96 m<sup>2</sup> y se dejara una separación entre pallets de 0'15 m, por tanto, añadiendo esta separación entre pallets obtenemos que se necesita 1'28 m<sup>2</sup>.

Por lo tanto, teniendo en cuenta que la producción de cuatro días es de:

$$49 \text{ pallet/día} \times 4 \text{ días} = 196 \text{ pallets}$$

Para la distribución en el almacén los pallets formaran dos filas contiguas de 13 pallets de largo y 2 de alto, además de la separación entre pallets se deberá tener en cuenta la necesidad de calles para la circulación de carretillas neumáticas, esta será de 2 m cada dos filas de pallets. También se dejaran 3 m en el frontal del almacén para facilitar el tráfico de carretillas.

Teniendo en cuenta todas estas consideraciones el ancho de cada pareja de filas será de 2'55 m y el largo 13'65 m.

Por lo tanto, la distribución necesaria será:

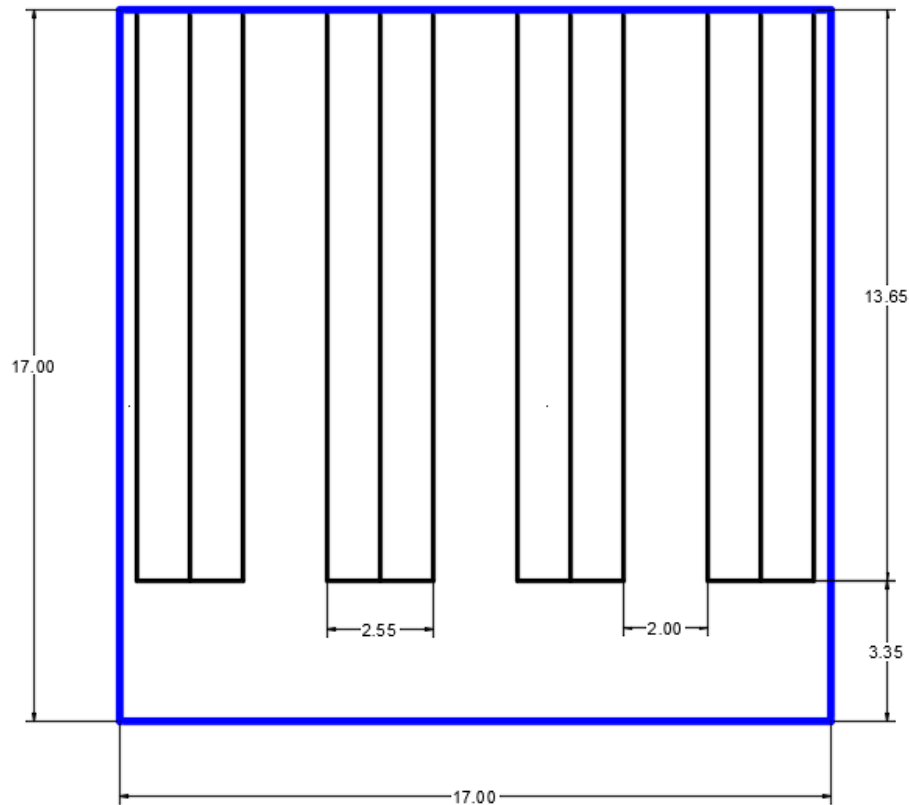


Figura 1 Distribución en el almacén (unidades en metros).

En la Figura 1 podemos observar la distribución del almacén con capacidad para 208 pallets. En azul se ven representados sus límites y en negro la distribución de las filas de pallets teniendo en cuenta sus medidas y separación anteriormente citadas.

Por tanto la superficie necesaria será de:

$$17 \text{ m} \times 17 \text{ m} = 289 \text{ m}^2$$

#### 2.4. Dimensionado de la sala de máquinas.

El espacio necesario para albergar la sala de máquinas teniendo en cuenta el área ocupada por la propia maquinaria (ver Plano 4- Planta general) y el área necesaria para la movilidad tanto de la pala cargadora y carretilla elevadora como del propio personal se fija en unos 800m<sup>2</sup> aproximadamente. La superficie final dependerá de las posibilidades del diseño de obra (ver Anexo 11- Ingeniería de las obras y Plano 4- Planta general).

#### 2.5. Dimensionado de la nave.



Como se ha visto en los apartados anteriores la mayor parte de la superficie de la instalación estará ocupada por la sala de máquinas ( $\approx 800\text{m}^2$ ) y el almacén de sacos ( $289\text{m}^2$ ). Además de estos dos espacios en la nave se va a contar con: vestuarios, laboratorio, despacho y sala polivalente. A continuación, se presenta una tabla resumen de las dimensiones de las diferentes partes de la nave.

Tabla 2 Dimensiones de las partes.

| <b>Parte</b>                         | <b>Dimensiones (m<sup>2</sup>)</b> |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| Almacén de sacos                     | 289                                |
| Vestuarios                           | 2 x 24                             |
| Laboratorio                          | 36                                 |
| Despacho                             | 18                                 |
| Sala polivalente / Sala de reuniones | 12                                 |
| Sala de maquinaria                   | 770                                |
| Total nave                           | 1250                               |

### 3. Bibliografía.

1. Rotom logistics (2019). Se puede encontrar en: <http://www.rotom.es/>

2. Silos Córdoba (2019). Se puede encontrar en: <https://siloscordoba.com/>



---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE DISEÑO DE UNA PLANTA DE  
FABRICACIÓN DE PELLETS PROCEDENTES DE  
BIOMASA FORESTAL

**ANEXO 9- ESTUDIO GEOTÉCNICO DEL TERRENO**

AZ ingeniería S.L.

Autores: Octavio Plumed Parrilla

Javier Prats Rivera

ZARAGOZA, JUNIO 2000

## **INDICE ANEXO 9**

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| 1. Antecedentes.....                | 2 |
| 2. Trabajos realizados.....         | 2 |
| 2.1. En campo.....                  | 2 |
| 2.1.1. Calicatas.....               | 2 |
| 2.2. En laboratorio.....            | 2 |
| 3. Nivel freático.....              | 3 |
| 4. Características del terreno..... | 3 |
| 5. Condiciones geotécnicas.....     | 3 |
| 5.1. Tierra vegetal.....            | 3 |
| 5.2. Tipo de explanada.....         | 3 |
| 5.3. Utilización.....               | 4 |
| 5.4. Excavación y taludes.....      | 4 |
| 5.5. Zonas singulares.....          | 4 |

## 1. Antecedentes.

El peticionario nos encarga un informe geotécnico del terreno de ampliación del Polígono Industrial de Tarazona, situado en la entrada de esta localidad accediendo desde Zaragoza.

En este polígono esta previsto realizar una ampliación con nuevas calles.

El estudio geotécnico tiene por objeto determinar los caracteres geológicos y geotécnicos del terreno para poder definir su calidad y su comportamiento ante los nuevos movimientos de tierras previstos.

## 2. Trabajos realizados.

### 2.1. En campo.

#### 2.1.1. Calicatas.

El día 1 de junio de 2000 se efectuaron 6 calicata de investigación que se describieron y fotografiaron. Así mismo se tomaron muestras representativas de los diferentes materiales.

Las profundidades alcanzadas fueron:

Tabla 1 Profundidad de las calicatas

| Calicata (nº) | Profundidad (m) |
|---------------|-----------------|
| C1            | 1,40            |
| C2            | 1,60            |
| C3            | 1,70            |
| C4            | 2,60            |
| C5            | 3,10            |
| C6            | 2,50            |

Las paredes permanecen verticales en todas ellas durante el tiempo en que permanecen abiertas.

El croquis de situación con los trabajos, las columnas litológicas y fotografías se adjuntan en los apéndices.

### 2.2. En laboratorio.

Con las muestras obtenidas en las calicatas se han realizado varios ensayos de laboratorio con arreglo a las normas NLT o procedimientos de buena práctica.

Los resultados se incluyen en los apéndices.

### **3. Nivel freático.**

Durante la realización de las calicatas no se localiza el nivel freático.

### **4. Características del terreno.**

Geotécnicamente, el área de estudio corresponde a materiales terciarios (Mioceno) que, en las proximidades del río Queiles, quedan bajo un recubrimiento aluvial y las terrazas del mencionado río.

En las calicatas realizadas se ha descrito un primer nivel de limos, limos algo arenofinosos o arcillosos (CL) con cantos y pequeñas raíces dispersas. En C4, C5 y C6 se distingue un tramo inicial de cultivo y vegetal con más abundancia de raíces y cambio en la coloración.

La potencia de los materiales limosos es variable y oscila entre 0,60 metros en C2 y a lo largo de toda la profundidad excavada en C5 y C6. En las muestras ensayadas, son de plasticidad media, con humedad entre 6 y 8%.

Bajo los limos en C1 y C3 se describe un nivel de gravas con abundante matriz de arena fina limosa a arcillosa (SC), de plasticidad media que, en ocasiones, intercala lentejones de arcilla arenosa con cantos.

El contenido en sulfatos en este nivel es inferior al 0,1% y la materia orgánica del 0,1%.

Todos los suelos ensayados resultan tolerables según el Pliego PG-3/75.

Bajo este nivel, en C2 y C4 se excava un sustrato alterado arcillo-margoso a una profundidad de 1,10 y 2,50 metros respectivamente. En C3 el sustrato alterado se describe directamente bajo materiales limosos a 0,90 metros de profundidad; en este caso son areniscas de grano fino. En campo se observan pequeños afloramientos superficiales de materiales terciarios (conglomerados, limolitas y areniscas) entre las calicatas C5 y C6, sin afectar a los viales.

En zonas puntuales, (entorno de C2) existen echadizos superficiales.

### **5. Condiciones geotécnicas.**

#### **2.1. Tierra vegetal.**

En varias de las calicatas no se observa un nivel de tierra vegetal como tal, con un cambio de coloración nítido.

Con carácter general será suficiente considerar un espesor medio de tierra vegetal de 30 cm.

#### **2.2. Tipo de explanada.**

En general el terreno que existe bajo capa vegetal está compuesto por limos, cuya clasificación según el pliego PG-3/75 es de suelos tolerables. En las calicatas 1 y 2 a profundidad de 0,6-0,7 metros se encuentran gravas con bastantes finos cuya clasificación es también de suelo tolerable (C2. M-1).

Con estas condiciones, los suelos presentes en el área de estudio no firman ninguno de los tipos de explanada contemplados en la Instrucción 6.1 y 6.2-I.C.

Sobre estos suelos hay que disponer otros de mayor calidad para formar la explanada que se desee.

En algunas zonas el sustrato Terciario se encuentra próximo a la superficie, aunque, dado que en parte es arcilloso y alterable, creemos que debe considerarse, a efectos de explanada, con la misma calidad que los suelos Cuaternarios del entorno.

### **2.3. Utilización.**

Convenientemente compactados, todos los suelos presentes pueden utilizarse en la construcción de cimiento y núcleo de terrenos de terraplén. Los materiales del sustrato Terciario pueden emplearse en la construcción de rellenos tipo todo-uno, aunque, dado que la profundidad de excavación será moderada, prácticamente no se alcanzará la roca en ningún punto.

### **2.4. Excavación y taludes.**

La excavación puede hacerse con maquinaria convencional, salvo que se pretenda excavar en sustrato sano, para el que sería necesario el empleo de Ripper.

Dada la profundidad de excavación prevista, toda la excavación podrá hacerse con maquinaria convencional.

En cuanto a taludes, pueden diseñarse con pendiente 3H:2V, tanto los de terraplén, como de desmonte. Para alturas pequeñas, los de desmonte podrían ser hasta 1H:1V. Temporalmente serán estables taludes subverticales de altura moderada (2 m máximo).

### **2.5. Zonas singulares.**

Únicamente cabe mencionar la presencia de echadizos esporádicos, en los alrededores de la calicata C2, que será necesario eliminar.



---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE DISEÑO DE UNA PLANTA DE  
FABRICACIÓN DE PELLETS PROCEDENTES DE  
BIOMASA FORESTAL

**ANEXO 6- PRODUCCION EN LA PLANTA**

Grado en Ingeniería Forestal: Industrias forestales

Autor: Mario Bruna García

Tutora: M<sup>o</sup> Daphne Hermosilla Redondo

Cotutora: M<sup>a</sup> Pilar Lisbona Martín

E. de Ingeniería de la Industria Forestal, Agronómica y de la Bioingeniería

JUNIO 2019



## 1. Introducción.

En este anexo vamos a dimensionar la producción de la planta teniendo en cuenta los datos de la materia prima disponible en la zona, (ver Anexo 4- Materia prima y disponibilidad), susceptibles de su transformación en pellets.

Para este proyecto se utilizará principalmente materia prima procedente de subproductos de la industria de la madera (28.719,22 tms/año) considerándose suficiente su cantidad para la producción. Por ello en un principio únicamente se utilizará esta madera en la línea.

En un futuro, en una situación de desabastecimiento de la planta u otras necesidades se podrán utilizar cualquier otra fuente de biomasa como por ejemplo la procedente de especies como *Pinus sylvestris* y *Pinus halepensis*.

## 2. Biomasa disponible para la planta.

En este apartado se presentara la biomasa total disponible para la planta con respecto a lo estudiado en el Anexo 4- Materia prima y disponibilidad, del presente proyecto.

La biomasa disponible para la planta se ha estudiado con la herramienta de Sistema de Información Geográfica (SIG) BIORISE en un radio de 100km con centro en la localización del proyecto (ver Plano I- Localización), desde donde se tienen buenas conexiones a las zonas contenidas en dicha área. La materia prima proviene principalmente de dos fuentes: madera residual de otras industrias, 28.719,22 tms/año, y biomasa de origen natural, 41.009'34 tms/año, de coníferas.

Como también se ha visto en el Anexo 4 la materia prima a emplear procederá de dos especies principalmente: *Pinus halepensis* y *Pinus sylvestris*. Como queda recogido en dicho anexo, queda abierta la posibilidad de, en un futuro, experimentar con residuos procedentes de la agricultura como pueden ser el hueso de oliva y la cascara de almendra, cultivos muy presentes en la zona.

Los datos obtenidos de BIORAISE son muy genéricos, nos da un dato bruto en el que agrupa a todas las coníferas y para este proyecto solo vamos a usar *Pinus halepensis* y *Pinus sylvestris*. Para realizar una estimación con estos datos de la cantidad de estas especies que encontramos en la zona, se analizaron mediante SIG los mapas forestales de España: MFE50, MFE22, MFE42, MFE26 y MFE31<sup>1</sup>, correspondientes a Zaragoza, Huesca, Soria, Navarra y La Rioja. Los datos arrojados tras este análisis exponen que el 38'9% de los pies de coníferas pertenece a *Pinus sylvestris* y el 16'04% a *Pinus halepensis*.

Por tanto de los porcentajes anteriormente expuestos, estimamos que de las 41.009'34 tms/año de coníferas:

*Pinus sylvestris* → 15.952'63 tms/año.

*Pinus halepensis* → 6.577'9 tms/año.

### 3. Origen del subproducto.

En la zona analizada para el estudio de la biomasa disponible existen industrias de la madera y de las cuales obtendremos la materia prima para el presente proyecto. Este tipo de empresas son bastante abundantes, más de 50, en las cercanías de la planta objeto de proyecto. Algunas de las industrias más relevantes se presentan a continuación clasificándolas por su cercanía a la planta del proyecto y por importancia:

Por cercanía:

- Talleres Aguado S.A.- Industria de la madera, carpintería. Tarazona (Zaragoza).
- Carmave S.L.- Industria de la madera, fabricante de ventanas de madera. Tarazona (Zaragoza).
- Hnos Tabuenca S.C.V- Carpintería de madera. Borja (Zaragoza).
- Aserradero y embalajes Álvarez S.L.- Fabricación de embalajes de madera. Aguilar del río Alhama (La Rioja).
- Industrial tonelera Navarra S.L.- Fabricación de tonelería. Monteagudo (Navarra).
- Creaciones Falcón S.L.- Fabricación de muebles. Cascante (Navarra).
- Envases Tomas S.L.- Fabricación embases de madera. Cascante (Navarra).

Por importancia, empresas medianas o grandes, facturación superior a 1.000.000€ (Ranking empresas El Economista<sup>2</sup>):

- Madera exprés Sanz SL.- Fabricación muebles de cocina. Facturación: 1.000.001-2.500.000€. Fitero (Navarra).
- Transfor MAD S.A.- Fabricación de chapas y tableros de madera. Facturación: >2.500.000€.
- Muebles Hersanz S.L.- Fabricación muebles de cocina. Facturación: 1.000.001-2.500.000€. Igea (La Rioja).
- Arestant S.L.- Fabricación estantes industriales. Facturación: >2.500.000€. Tudela (Navarra).
- Aragonesa de chapas y tableros S.L.- Fabricación de chapas y tableros de madera. Facturación: >2.500.000€.
- Tableros Losan S.A.- Fabricación de chapas y tableros de madera. Facturación: >2.500.000€. Soria (Soria)
- Industrias Monzón XXI S.L.- Fabricación de chapas y tableros de madera. Facturación: >2.500.000€.

- Talleres Juan José Agapito S.L.- Fabricación de mobiliario urbano. Facturación: 1.000.001-2.500.000€. Ejea de los Caballeros (Zaragoza).
- Maderas hermanos de miguel S.L.- Industria manufacturera. Facturación: >2.500.000€. Duruelo de la Sierra (Soria)
- Decorply S.L.- Fabricación de chapas y tableros de madera. Facturación: >2.500.000€. La Puebla de Alfinden (Zaragoza)
- Loreak Auxiliar del mueble S.L.- Fabricación de puertas de muebles. Facturación: 1.000.001-3.000.000€. Zuera (Zaragoza).
- DULA INTER S.L.- Fabricación de estructuras de madera y piezas de carpintería y ebanistería para la construcción. Facturación: >2.500.000€.
- Norma Doors Technologies S.A.- Fabricación de puertas. Facturación: >2.500.000€. Paraje de Quiñones (Soria).
- Aprovechamientos madereros y tratamientos para exteriores S.A.- Aserrado y cepillado de la madera. Facturación: >2.500.000€. Pol. Ind. La Nava (Soria)

### 3.1. Uso de materia prima por parte de las empresas suministradoras.

Tras una encuesta realizada entre las principales empresas competidoras, vía telefónica y/o con información de sus páginas web, se ha llegado a la conclusión de que estas empresas utilizan pies de gran volumen de *Pinus sylvestris* y prácticamente nada de *Pinus halepensis* debido a que en su mayoría estas empresas se dedican al aserrío o carpintería.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, se van a desarrollar más los datos obtenidos anteriormente de toneladas de materia prima del apartado número 2 del presente anexo. Para ello modificaremos principalmente el valor del *Pinus sylvestris* ya que como hemos visto en este apartado esta materia prima es usada por otras empresas del sector maderero mientras que el de *Pinus halepensis* permanecerá igual por su poco uso en la zona.

El *Pinus sylvestris* lo dividiremos en dos subtipos. Estas divisiones son las marcadas por el Ministerio de Medio Ambiente en "Tablas Resumen Nacional del Tercer Inventario Forestal Nacional. Las Especies Arbóreas en el IFN":

1. Pie Mayor- Todo árbol que tiene un diámetro normal (diámetro a la altura del pecho, 1'3 m) superior o igual a 75 mm.
2. Pie Menor- Aquél árbol que teniendo más de 1,3 m. de altura, tiene un diámetro normal comprendido entre 25 y 74 mm.

Tras la división es en estos subtipos obtenemos que:

Tabla 1 Porcentaje de pies de cada tipo respecto al total de coníferas. Fuente: Las Especies Arbóreas en el IFN<sup>1</sup>.

| Espece                  | Pie menor (% respecto al total de coníferas) | Pie mayor (% respecto al total de coníferas) |
|-------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| <i>Pinus sylvestris</i> | 11'37                                        | 27'58                                        |

Por tanto, según lo visto anteriormente la estimación para el subtipo seleccionado será de 4.662'76 tms/año.

En el caso de que sea rentable se podrá utilizar materia prima procedente de fuera del área estudiada (Ver Anexo 4- Materia prima y disponibilidad). También se considera la posibilidad de utilizar pies mayores de *Pinus sylvestris* en caso de que estén disponibles.

#### 4. Estimación de la producción.

Las estimaciones de los anteriores puntos se han hecho sobre toneladas de materia seca, este valor no es real ya que la madera llega de las industrias aproximadamente con un 12-18%. Por tanto, se deberá calcular en base a esta proporción y teniendo en cuenta que la producción final del pellet se realizará con un 10% de humedad (Ver anexo 7- Ingeniería del proceso). A continuación se presenta una estimación de la producción:

Tabla 2 Estimación anual de la producción de pellet.

| Materia prima                | Cantidad disponible (tms/año) | Cantidad disponible (t/año al 50%h) | Cantidad disponible (t/año al 15%) | Pellet al 10%h (t/año) |
|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------|
| <i>Pinus sylvestris</i>      | 4.662'76                      | 6.994'14                            | -                                  | 5.129'04               |
| <i>Pinus halepensis</i>      | 6.577'9                       | 9.866'85                            | -                                  | 7.235'69               |
| Residuos de otras industrias | 28.719'22                     | -                                   | 33.027'10                          | 31.591'14              |
| <b>TOTAL (t)</b>             | <b>39.959'88</b>              | <b>16.860'99</b>                    | <b>33.027'10</b>                   | <b>43.955'87</b>       |

Como se ha expuesto anteriormente, en principio, en este proyecto se va a utilizar únicamente la materia prima procedente del subproducto de otras industrias de la madera por lo que la producción de pellets será 31.591'14 t/año

Estas cantidades no serán las producidas finalmente ya que tenemos que tener en cuenta las pérdidas en la producción, parte usada en la caldera de la propia planta, etc.

#### **4.1. Estimación del consumo en caldera y pérdidas en producción.**

Para el acondicionamiento de humedad de las partículas en la fase de secado se utilizará energía térmica proveniente de una caldera que aprovechará, tanto residuos generados en el proceso productivo, como excedentes de materia prima en caso de ser necesario (ver Anexo 7- Ingeniería del proceso).

La cantidad de rechazos y residuos producida durante el proceso es de un 15%, es decir, en nuestro caso 4.738'67 t/año. Esta materia no será eliminada como residuos, sino que se utilizara como combustible en la caldera que proporciona calor al secadero tal y como se ha visto en el Anexo 7 del presente proyecto.

Como se ha visto en el Anexo 7- Ingeniería del proceso, la caldera seleccionada para este proyecto consume 20-30 kg/h de residuos de madera para su funcionamiento por lo que, teniendo en cuenta que al año va a funcionar 6.664 h (ver apartado 5):

$$30\text{kg/h} \times 6.664\text{h/año} = 199.920 \text{ kg/año}$$

Como se puede observar el consumo de residuos de madera en la caldera no supera las 200 t al año por lo que quedara abastecida completamente por los rechazos y residuos de la producción.

#### **4.2. Producción en la planta.**

Como se ha explicado en el Anexo 3- Calidad del producto y control, existen tres tipos de calidades planteados por la norma ENplus (ENplus A1, ENplus A2 y ENplus B). Estos tipos de calidad no vienen determinados por el tamaño del pellet, por lo tanto, al ser este el factor eliminador principal de las partículas de madera en el proceso, no interfiere en la cantidad de cada tipo de calidad a fabricar y se podrá producir en función de la demanda.

Por otro lado, la condición de “subproducto de la industria de la madera no tratada químicamente” de la materia prima seleccionada no interfiere en la calidad final del pellet tal como se refleja en el apartado 4 del Anexo 3- Calidad del producto y control.

### **5. Programa productivo.**

En este apartado se pretende definir la producción y funcionamiento de la planta en base a los cálculos de fabricación anual realizados en los apartados anteriores. Para ello se concretara:

- Horario de la producción.
- Producción diaria.
- Consumo de materia prima y entrada en la planta.
- Almacenado del producto.
- Salida del producto terminado.

Para la definir los puntos señalados anteriormente se partirá de la premisa de que el suministro de materia prima será constante en la planta, amortiguando mediante el

parque de madera o supliendo con materia prima procedente del monte las fluctuaciones en el suministro.

### 5.1. Horario de la producción y tiempo disponible al año.

Para una mayor optimización del proceso productivo de manera que este sea continuo a lo largo de todo el año la planta funcionara 16 horas diarias evitando parones en la maquinaria, de lunes a viernes dejando los fines de semana como descanso.

Teniendo en cuenta que en los meses de verano existe una parada, tanto de demanda del producto, como de entrada de materia prima en la planta, se aprovechará esta situación para suspender temporalmente el trabajo de la planta. Esta parada temporal se realizará durante el mes de Agosto. Esta pausa en la producción se utilizará tanto para dar vacaciones a los trabajadores como para realizar las tareas de mantenimiento y limpieza necesarias para el correcto funcionamiento de la fábrica.

Por lo tanto, teniendo todo lo anteriormente expuesto obtenemos que:

Tabla 3: Días laborables Aragón.

|                        | Año | Agosto | TOTAL |
|------------------------|-----|--------|-------|
| <b>Días totales</b>    | 365 | 31     | 334   |
| <b>Fines de semana</b> | 104 | 8      | 96    |
| <b>Festivos</b>        | 14  | 1      | 13    |
| <b>Laborables</b>      | 251 | 22     | 229   |

Utilizando los datos obtenidos en la Tabla 4 del presente anexo obtenemos que tenemos 229 días laborables en la planta, o lo que es lo mismo 45 semanas y 4 días. Por tanto, tenemos 3.664 horas laborables al año.

### 5.2. Producción de pellet y consumo de materia prima.

Como hemos obtenido en el este anexo la producción anual bruta de pellets es de 31.591´14 t/año. Teniendo en cuenta las pérdidas de 4.738´67 t/año obtenemos una producción total de 26.852´47 t/año.

Conociendo las horas de producción disponibles en nuestra planta:

Producción media por día:

$$\frac{26.852'47 \text{ t/año}}{229 \text{ días/año}} = 117'26 \text{ toneladas de pellet al día}$$

Producción media por hora:

$$\frac{26.852'47/\text{año}}{3.664 \text{ h/año}} = 7'33 \text{ toneladas de pellet a la hora.}$$

Por otro lado, también se puede calcular el consumo de materia prima de la planta. Para ello utilizaremos la madera al 15% de humedad calculada en este anexo.

Consumo medio por día:

$$\frac{33.027'10 \text{ t/año}}{229 \text{ días/año}} = 144'22 \text{ toneladas de madera al día}$$

Consumo medio por hora:

$$\frac{33.027'10 \text{ t/año}}{3.664 \text{ h/año}} = 9'01 \text{ toneladas de madera a la hora.}$$

### 5.3. Entrada de materia prima a la planta.

Teniendo en cuenta el emplazamiento de la planta el único medio de transporte por el cual puede llegar la materia prima es el terrestre, es decir, camiones. Para los cálculos que se van a realizar a continuación consideraremos un camión de 60m<sup>3</sup>.

Tabla 4 Medidas camión de transporte.

|                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| <b>Ancho</b>      | 2'4 m             |
| <b>Largo</b>      | 10 m              |
| <b>Alto</b>       | 2'5 m             |
| <b>Superficie</b> | 24 m <sup>2</sup> |
| <b>Volumen</b>    | 60 m <sup>3</sup> |

Para el cálculo de madera que puede transportar uno de estos camiones se debe conocer, tanto la densidad, como el coeficiente de apilado de la materia prima a transportar.

En la planta vamos a recibir dos tipos principales de madera, residuos de otras industrias y madera cortada en el monte.

- Número de camiones con madera de residuo de otras industrias.

Para calcular el número de camiones que van a entrar en nuestra planta cargados con residuos de otras empresas utilizaremos un valor medio de densidad ya que no tenemos certeza de la especie de conífera concreta, en este caso 0'36t/m<sup>3</sup>. Por otro lado el volumen ocupado del camión es total, por lo tanto:

$$\text{Nº de camiones/día de residuos} = \frac{33.027'10 \text{ t/año}}{229 \text{ días} * \frac{60 \text{ m}^3}{\text{camion}} * \frac{0'36 \text{ t}}{\text{m}^3}} = 6'67 \text{ Camiones/día}$$

- Número de camiones con madera del monte.

En caso de que por necesidad de la producción se empleará madera procedente del monte se calcula el número máximo de camiones que, en las circunstancias descritas en el apartado 1 del presente anexo, entraran en nuestra planta cargados con madera del monte, utilizaremos un valor de densidad de 0'571 t/m<sup>3</sup> para el *Pinus sylvestris* y 0'619 t/m<sup>3</sup> para el *Pinus halepensis* (Santiago Vignote Peña<sup>3</sup>). Por otro lado el volumen de madera que hay en un camión varía dependiendo del coeficiente de apilado, por lo que el volumen real de madera se obtiene multiplicando los 60 m<sup>3</sup> de capacidad del camión por el coeficiente de apilado de las coníferas, 0'7. Así pues se calcula un volumen de 42 m<sup>3</sup>.

$$\text{Nº camiones/día } Pinus\ sylvestris = \frac{6.994'14}{229\text{ días} * \frac{42\text{m}^3}{\text{camion}} * \frac{0'571\text{t}}{\text{m}^3}} = 1'27 \text{ camiones/día}$$

$$\text{Nº camiones/día } Pinus\ halepensis = \frac{9.866'85}{229\text{ días} * \frac{42\text{m}^3}{\text{camion}} * \frac{0'619\text{t}}{\text{m}^3}} = 1'66 \text{ camiones/día}$$

Por lo tanto, el número total de camiones que llegan a la fábrica al día es de:

6'67 camiones de residuos

1'27 camiones de *P.sylvestris* + 1'66 camiones de *P.halepensis* = 2'93 camiones/día ≈ 3 camiones/día en caso de necesidad de la producción.

#### 5.4. Almacenado del producto terminado.

El almacenado del producto terminado se realizará de dos maneras diferentes dependiendo de su posterior venta al público. Por un lado, los pellet destinados a venta a granel o en Big Bag se almacenarán en silos situados en el exterior de la nave de la planta y por otro lado, los destinados a venta en sacos de 15 kg, se guardaran en un almacén interior preparados ya en palets de 80 sacos cada uno.

El dimensionado y características de estos sistemas de almacenado se desarrolla en al Anexo 8- Dimensionado de la planta.

#### 5.5. Salida del producto terminado.

En este apartado se va a calcular el número de camiones diarios que serán necesarios para dar salida al producto finalizado. Como se ha visto en el Anexo 5- Estudio de alternativas de este mismo proyecto los métodos de venta serán: a granel, en sacos de 15kg y Big Bag de 1000kg. La producción se dividirá en sacos y a granel ya que para la venta en Big Bag se almacenará hasta su venta en el mismo silo que la destinada a granel. Esta división se realizara al 50%, es decir, la mitad de la producción será a granel y la otra mitad en sacos.

Teniendo en cuenta las limitaciones marcadas por la norma ENplus descrita en el Anexo 3- Calidad del producto y control, vamos a distribuir nuestra producción en función de las limitaciones detalladas en el apartado 4 de dicho anexo. En él se especifica que con



madera no tratada químicamente subproducto de otras industrias se pueden producir los tres tipos de calidad (A1, A2 y B) por lo que, en un principio, se producirá únicamente de tipo de calidad ENplus A1 y ENplus A2 en un 60-40% respectivamente (perceptible de cambios si la demanda lo exige).

Tras las anteriores consideraciones se obtiene la siguiente producción en función de su clase de calidad:

Tabla 5 Producción en función de la clase de calidad.

| ENplus A1       | ENplus A2        |
|-----------------|------------------|
| 60%             | 40%              |
| 16.111'48 t/año | 10.740'99 t /año |

#### 5.5.1. Sacos de 15 kg.

Los sacos se guardaran en el interior de la planta, en el almacén de producto terminado, en palets de 80 sacos cada uno. Estos son "europalet", dichos pallets son los más utilizados en nuestro entorno y tienen unas medidas de 1.200 x 800 mm (Fuente: Rotom logistics<sup>4</sup>).

Por otro lado, como se ha dicho en el apartado 6.3 de este anexo, las dimensiones del camión son de 2'4 m de altura, 10 m de largo y 2'5 m de ancho lo que hace una superficie de 24 m<sup>2</sup> y un volumen de 60 m<sup>3</sup>.

Por tanto como la producción destinada a sacos diaria es de 58'63 t se obtendrán 3.908'67 ≈ 3.909 sacos diarios. Si cada palet tiene 80 sacos tendremos 49 pallets diarios aproximadamente.

Cada pallet ocupa prácticamente 1 m<sup>2</sup> por tanto un camión de 24 m<sup>2</sup> podrá llevar 24 pallets. Por lo tanto:

$$\frac{49 \text{ pallet/diarios}}{24 \text{ pallets/camion}} = 2'04 \approx 2 \text{ camiones/dia}$$

#### 5.5.2. A granel.

La capacidad de los camiones a granel es de 20 t por lo que si la producción a granel diaria es de 58'63 t:

$$\frac{58'63 \text{ t/día}}{20 \text{ t/camión}} = 2'93 \approx 3 \text{ camiones/día}$$

### 5.5.3. Total

Tras los anteriores cálculos se llega a la conclusión de que saldrán de la planta unos 5 camiones diarios.

## 5.6. **Tareas del personal.**

La planta se encuentra muy automatizada, y puesto que el funcionamiento es de 16 horas, serán necesarios pocos trabajadores, en dos turnos, en contacto directo con la materia prima, producto y maquinaria para el correcto funcionamiento de la planta. A continuación se presenta una relación de los diferentes puestos de trabajo:

- Encargado de manejo de pala cargadora. Su tarea es la continua alimentación de la línea de producción desde el parque de madera. Serán necesarios dos turnos de 8 horas cada uno.
- Encargado del sector de producción. Como se ha dicho en este apartado el proceso está muy automatizado por lo que su tarea consistirá en el control de cada una de las máquinas para que el funcionamiento sea el óptimo evitando problemas en la producción. Serán necesarios dos turnos de 8 horas.
- Carretillero. Su tarea consistirá en transportar los sacos de pellet de 15 kg que se vayan produciendo en la línea ordenándolos en palets en el almacén como se ha diseñado en el apartado 2.3 del Anexo 8- Dimensionado de la planta. Serán necesarios dos turnos de 8 horas cada uno.
- Gerente. Su tarea será la de planificar la producción, llevar las cuentas, así como de encargarse del cumplimiento de la normativa vigente y mantener la calidad del producto mediante análisis en laboratorio (Ver Anexo 3- Calidad del producto y control.). Sera necesario un turno de 8 horas.
- Comercial. Su función será la de dar a conocer el y vender el producto terminado así como la de captar clientes y representación de la empresa. Tendrá un turno de 8 horas diarias.

Tabla 6 Resumen tareas y turnos personal.

| TAREA                    | Turnos por cada día |          |           |          |          |
|--------------------------|---------------------|----------|-----------|----------|----------|
|                          | Lunes               | Martes   | Miércoles | Jueves   | Viernes  |
| Manejo pala cargadora    | 2                   | 2        | 2         | 2        | 2        |
| Control de la producción | 2                   | 2        | 2         | 2        | 2        |
| Almacenaje               | 2                   | 2        | 2         | 2        | 2        |
| Gerencia                 | 1                   | 1        | 1         | 1        | 1        |
| Comercial                | 1                   | 1        | 1         | 1        | 1        |
| <b>TOTAL</b>             | <b>8</b>            | <b>8</b> | <b>8</b>  | <b>8</b> | <b>8</b> |

## 6. Bibliografía.

1. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA), *Tablas Resumen Nacional del Tercer Inventario Forestal Nacional. Las Especies Arbóreas en el IFN*.
2. Ranking empresas El Economista (2019). Se puede encontrar en: <http://ranking-empresas.eleconomista.es/>
3. Santiago Vignote Peña. *Principales maderas de coníferas en España, características, tecnología y aplicaciones*. Universidad Politécnica de Madrid.
4. Rotom logistics (2019). Se puede encontrar en: <http://www.rotom.es/>



---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE DISEÑO DE UNA PLANTA DE  
FABRICACIÓN DE PELLETS PROCEDENTES DE  
BIOMASA FORESTAL

**ANEXO 11- INGENIERÍA DE LAS OBRAS**

Grado en Ingeniería Forestal: Industrias forestales

Autor: Mario Bruna García

Tutora: M<sup>a</sup> Daphne Hermosilla Redondo

Cotutora: M<sup>a</sup> Pilar Lisbona Martín

E. de Ingeniería de la Industria Forestal, Agronómica y de la Bioingeniería

JUNIO 2019

## ÍNDICE ANEXO 11

|                                                |     |
|------------------------------------------------|-----|
| 1. Introducción. ....                          | 2   |
| 2. Normativa considerada. ....                 | 2   |
| 3. Configuración de las edificaciones. ....    | 3   |
| 4. Nave principal. ....                        | 3   |
| 4.1. Estructura.....                           | 3   |
| 4.2. Cimentación.....                          | 4   |
| 4.3. Estados limite.....                       | 4   |
| 4.4. Situaciones del proyecto. ....            | 4   |
| 4.5. Resistencia al fuego.....                 | 7   |
| 4.6. Estructura.....                           | 7   |
| 4.6.1. Nudos. ....                             | 7   |
| 4.6.2. Barras. ....                            | 10  |
| 4.7. Cimentación.....                          | 16  |
| 4.7.1. Elementos de cimentación aislados. .... | 16  |
| 4.7.2. Vigas.....                              | 72  |
| 5. Zona de oficinas.....                       | 115 |
| 5.1. Estructura.....                           | 115 |
| 5.2. Falsos techos.....                        | 116 |
| 5.3. Carpintería y cerrajería.....             | 117 |
| 5.3.1. Puertas: ....                           | 117 |
| 5.3.2. Ventanas:.....                          | 117 |
| 6. Almacén.....                                | 117 |
| 6.1. Puertas y portones.....                   | 117 |
| 7. Cuarto de herramientas.....                 | 118 |

## 1. Introducción.

La ingeniería de la construcción se refiere a los aspectos relacionados con las edificaciones. En el presente anexo se detallarán todas aquellas necesarias en el proyecto.

El cálculo estructural de estas se ha llevado a cabo mediante el programa informático "CYPE Ingenieros 2019, software para Ingeniería, Arquitectura y Construcción" en su versión Campus y todos los datos presentados en este anexo han sido extraídos, sin modificaciones (exceptuando el formato), de los listados generados por dicho programa.

Las edificaciones tendrán las siguientes características (ver plano 4- Planta general):

Tabla 1 Características constructivas de las edificaciones.

| Características            | Nave principal      | Oficinas            | Almacén |
|----------------------------|---------------------|---------------------|---------|
| Dimensiones (largo x alto) | 50x25m              | 21x6m               | 17x17m  |
| Altura a alero             | 7m                  | 3m                  | 7m      |
| Altura a cumbrera          | 10m                 | -                   | -       |
| Pendiente de la cubierta   | 24%                 | -                   | -       |
| Distancia entre pórticos   | 5m                  | -                   | -       |
| Puertas                    | 2 (varios tamaños)* | 5 (varios tamaños)* | 3x3m    |
| Ventanas                   | -                   | 3 (varios tamaños)* | -       |

(\*) El tamaño se define en apartados posteriores.

## 2. Normativa considerada.

Cimentación: EHE-08

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categoría de uso: G1. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento. No concomitante con el resto de acciones variables

### **3. Configuración de las edificaciones.**

La configuración y características de las edificaciones del presente proyecto serán diferentes en función de cada una de ellas. Debido a que se dispone de tres partes diferenciadas se dividirá este apartado en:

- Nave principal.
- Zona de oficinas.
- Almacén.

Los materiales de construcción serán diferentes en función de sus características y la función que desempeñen por lo que se diferencia entre: estructura, cimentación, cubierta, tabiquería interior, alicatado, falsos techos, carpintería y cerrajería y cerramiento exterior (ver plano 4- Planta general).

### **4. Nave principal.**

#### **4.1. Estructura.**

La estructura de la nave principal estará compuesta por acero laminado S275, pórticos metálicos en forma HEB360 y pilares en el frontal del mismo tipo a 10m del lateral de la nave. Los pórticos tendrán una separación de 5m con correas de tipo ZF-225X4.0 que cubren dos vanos.

Además, tanto en cumbrera como en los laterales, se encuentran vigas de atado IPE300 con tirantes en los vanos de los extremos en forma de cruz de San Andrés del tipo R24.

Por otro lado se colocan vigas IPE500 a modo dintel en las ventanas de la zona de oficinas y en la puerta exterior del almacén e IPE400 a modo dintel en la puerta principal de la nave.

En cuanto al cerramiento, encontramos dos: el de la cubierta compuesto por chapa IRONLUX de 5'61 kg/m<sup>2</sup> y los cerramientos laterales se realizarán con bloques de bloques huecos de hormigón blanco de 40x20x20 cm. colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento blanco BL-II 42,5 R y arena de río 1/4, mortero M-10/BL, relleno de hormigón HA-25/P/20/I y armaduras.

(ver plano 7- Pórticos)



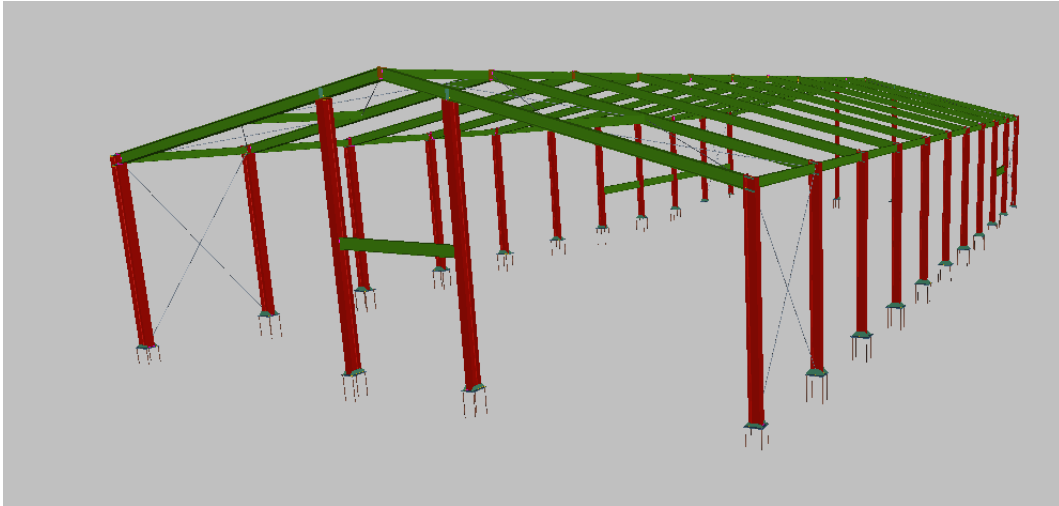


Figura 1 Representación 3D estructural de la nave principal.

#### 4.2. Cimentación.

La cimentación se realizará mediante empotramiento de todos los pilares tanto de pórticos como de los frontales mediante zapatas centradas de hormigón HA-25 con  $Y_c=1'5$  y armado con acero B500s con  $Y_s=1'15$ .

Estas zapatas estarán unidas mediante vigas centradoras. (ver plano 9- Cimentación).

#### 4.3. Estados limite.

|                                             |                                                  |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones | CTE                                              |
| E.L.U. de rotura. Acero laminado            | Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m |
| Tensiones sobre el terreno                  | Acciones características                         |
| Desplazamientos                             |                                                  |

#### 4.4. Situaciones del proyecto.

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación
- Sin coeficientes de combinación

Donde:

$G_k$  Acción permanente

$P_k$  Acción de pretensado

$Q_k$  Acción variable

$\gamma_G$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_P$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{Q,1}$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\psi_{p,1}$  Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\psi_{a,i}$  Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08 / CTE DB-SE C

Tabla 2 E.L.U. de rotura del hormigón.

| <b>Persistente o transitoria</b> |                                                  |              |                                        |                             |
|----------------------------------|--------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------|-----------------------------|
|                                  | Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) |              | Coeficientes de combinación ( $\psi$ ) |                             |
|                                  | Favorable                                        | Desfavorable | Principal ( $\psi_p$ )                 | Acompañamiento ( $\psi_a$ ) |
| Carga permanente (G)             | 1.000                                            | 1.600        | -                                      | -                           |
| Sobrecarga (Q)                   | 0.000                                            | 1.600        | 0.000                                  | 0.000                       |
| Viento (Q)                       | 0.000                                            | 1.600        | 1.000                                  | 0.600                       |
| Nieve (Q)                        | 0.000                                            | 1.600        | 1.000                                  | 0.500                       |

Tabla 3 E.L.U. de rotura del hormigón.

| <b>Persistente o transitoria (G1)</b> |                                                  |              |                                        |                             |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------|-----------------------------|
|                                       | Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) |              | Coeficientes de combinación ( $\psi$ ) |                             |
|                                       | Favorable                                        | Desfavorable | Principal ( $\psi_p$ )                 | Acompañamiento ( $\psi_a$ ) |
| Carga permanente (G)                  | 1.000                                            | 1.600        | -                                      | -                           |
| Sobrecarga (Q)                        | 0.000                                            | 1.600        | 1.000                                  | 0.000                       |
| Viento (Q)                            | 0.000                                            | 1.600        | 0.000                                  | 0.000                       |
| Nieve (Q)                             | 0.000                                            | 1.600        | 0.000                                  | 0.000                       |

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Tabla 4 E.L.U. de rotura. Acero laminado.

| <b>Persistente o transitoria</b> |                                                  |              |                                        |                             |
|----------------------------------|--------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------|-----------------------------|
|                                  | Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) |              | Coeficientes de combinación ( $\psi$ ) |                             |
|                                  | Favorable                                        | Desfavorable | Principal ( $\psi_p$ )                 | Acompañamiento ( $\psi_a$ ) |
| Carga permanente (G)             | 0.800                                            | 1.350        | -                                      | -                           |
| Sobrecarga (Q)                   | 0.000                                            | 1.500        | 0.000                                  | 0.000                       |
| Viento (Q)                       | 0.000                                            | 1.500        | 1.000                                  | 0.600                       |

| <b>Persistente o transitoria</b> |                                                  |              |                                        |                             |
|----------------------------------|--------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------|-----------------------------|
|                                  | Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) |              | Coeficientes de combinación ( $\psi$ ) |                             |
|                                  | Favorable                                        | Desfavorable | Principal ( $\psi_p$ )                 | Acompañamiento ( $\psi_a$ ) |
| Nieve (Q)                        | 0.000                                            | 1.500        | 1.000                                  | 0.500                       |

Tabla 5 E.L.U. de rotura. Acero laminado.

| <b>Persistente o transitoria (G1)</b> |                                                  |              |                                        |                             |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------|-----------------------------|
|                                       | Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) |              | Coeficientes de combinación ( $\psi$ ) |                             |
|                                       | Favorable                                        | Desfavorable | Principal ( $\psi_p$ )                 | Acompañamiento ( $\psi_a$ ) |
| Carga permanente (G)                  | 0.800                                            | 1.350        | -                                      | -                           |
| Sobrecarga (Q)                        | 0.000                                            | 1.500        | 1.000                                  | 0.000                       |
| Viento (Q)                            | 0.000                                            | 1.500        | 0.000                                  | 0.000                       |
| Nieve (Q)                             | 0.000                                            | 1.500        | 0.000                                  | 0.000                       |

Tabla 6 E.L.U. de rotura. Acero laminado.

| <b>Accidental de incendio</b> |                                                  |              |                                        |                             |
|-------------------------------|--------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------|-----------------------------|
|                               | Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) |              | Coeficientes de combinación ( $\psi$ ) |                             |
|                               | Favorable                                        | Desfavorable | Principal ( $\psi_p$ )                 | Acompañamiento ( $\psi_a$ ) |
| Carga permanente (G)          | 1.000                                            | 1.000        | -                                      | -                           |
| Sobrecarga (Q)                | 0.000                                            | 1.000        | 0.000                                  | 0.000                       |
| Viento (Q)                    | 0.000                                            | 1.000        | 0.500                                  | 0.000                       |
| Nieve (Q)                     | 0.000                                            | 1.000        | 0.200                                  | 0.000                       |

Tensiones sobre el terreno

Tabla 7 Tensiones sobre el terreno.

| <b>Característica</b> |                                                  |              |                                        |                             |
|-----------------------|--------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------|-----------------------------|
|                       | Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) |              | Coeficientes de combinación ( $\psi$ ) |                             |
|                       | Favorable                                        | Desfavorable | Principal ( $\psi_p$ )                 | Acompañamiento ( $\psi_a$ ) |
| Carga permanente (G)  | 1.000                                            | 1.000        | -                                      | -                           |
| Sobrecarga (Q)        | 0.000                                            | 1.000        | 0.000                                  | 0.000                       |
| Viento (Q)            | 0.000                                            | 1.000        | 1.000                                  | 1.000                       |
| Nieve (Q)             | 0.000                                            | 1.000        | 1.000                                  | 1.000                       |

Tabla 8 Tensiones sobre el terreno.

| <b>Característica</b> |                                                  |              |                                        |                             |
|-----------------------|--------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------|-----------------------------|
|                       | Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) |              | Coeficientes de combinación ( $\psi$ ) |                             |
|                       | Favorable                                        | Desfavorable | Principal ( $\psi_p$ )                 | Acompañamiento ( $\psi_a$ ) |
| Carga permanente (G)  | 1.000                                            | 1.000        | -                                      | -                           |
| Sobrecarga (Q)        | 0.000                                            | 1.000        | 1.000                                  | 1.000                       |
| Viento (Q)            | 0.000                                            | 1.000        | 1.000                                  | 1.000                       |
| Nieve (Q)             | 0.000                                            | 1.000        | 1.000                                  | 1.000                       |

## Desplazamientos

Tabla 9 Desplazamientos.

| <b>Característica</b> |                                                  |              |                                        |                             |
|-----------------------|--------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------|-----------------------------|
|                       | Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) |              | Coeficientes de combinación ( $\psi$ ) |                             |
|                       | Favorable                                        | Desfavorable | Principal ( $\psi_p$ )                 | Acompañamiento ( $\psi_a$ ) |
| Carga permanente (G)  | 1.000                                            | 1.000        | -                                      | -                           |
| Sobrecarga (Q)        | 0.000                                            | 1.000        | 0.000                                  | 0.000                       |
| Viento (Q)            | 0.000                                            | 1.000        | 1.000                                  | 1.000                       |
| Nieve (Q)             | 0.000                                            | 1.000        | 1.000                                  | 1.000                       |

Tabla 10 Desplazamientos.

| <b>Característica</b> |                                                  |              |                                        |                             |
|-----------------------|--------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------|-----------------------------|
|                       | Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) |              | Coeficientes de combinación ( $\psi$ ) |                             |
|                       | Favorable                                        | Desfavorable | Principal ( $\psi_p$ )                 | Acompañamiento ( $\psi_a$ ) |
| Carga permanente (G)  | 1.000                                            | 1.000        | -                                      | -                           |
| Sobrecarga (Q)        | 0.000                                            | 1.000        | 1.000                                  | 1.000                       |
| Viento (Q)            | 0.000                                            | 1.000        | 1.000                                  | 1.000                       |
| Nieve (Q)             | 0.000                                            | 1.000        | 1.000                                  | 1.000                       |

### **4.5. Resistencia al fuego.**

Norma: CTE DB SI. Anejo D: Resistencia al fuego de los elementos de acero.

Resistencia requerida: R 90

Revestimiento de protección: Pintura intumescente

El espesor mínimo necesario de revestimiento para cada barra se indica en la tabla de comprobación de resistencia.

### **4.6. Estructura.**

#### **■ Nudos.**

Referencias:

$\Delta x$ ,  $\Delta y$ ,  $\Delta z$ : Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta x$ ,  $\theta y$ ,  $\theta z$ : Giros prescritos en ejes globales.

El grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

La numeración de los nudos se muestra en el plano 8- Nudos nave.

Tabla 11 Tipo de vinculación en nudos.

| Nudos      |             |        |        |                      |            |            |            |            |            |                      |
|------------|-------------|--------|--------|----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------------------|
| Referencia | Coordenadas |        |        | Vinculación exterior |            |            |            |            |            | Vinculación interior |
|            | X (m)       | Y (m)  | Z (m)  | $\Delta_x$           | $\Delta_y$ | $\Delta_z$ | $\theta_x$ | $\theta_y$ | $\theta_z$ |                      |
| N1         | 0.000       | 0.000  | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N2         | 0.000       | 0.000  | 7.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N3         | 0.000       | 25.000 | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N4         | 0.000       | 25.000 | 7.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N5         | 0.000       | 12.500 | 10.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N6         | 5.000       | 0.000  | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N7         | 5.000       | 0.000  | 7.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N8         | 5.000       | 25.000 | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N9         | 5.000       | 25.000 | 7.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N10        | 5.000       | 12.500 | 10.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N11        | 10.000      | 0.000  | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N12        | 10.000      | 0.000  | 7.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N13        | 10.000      | 25.000 | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N14        | 10.000      | 25.000 | 7.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N15        | 10.000      | 12.500 | 10.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N16        | 15.000      | 0.000  | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N17        | 15.000      | 0.000  | 7.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N18        | 15.000      | 25.000 | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N19        | 15.000      | 25.000 | 7.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N20        | 15.000      | 12.500 | 10.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N21        | 20.000      | 0.000  | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N22        | 20.000      | 0.000  | 7.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N23        | 20.000      | 25.000 | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N24        | 20.000      | 25.000 | 7.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N25        | 20.000      | 12.500 | 10.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N26        | 25.000      | 0.000  | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N27        | 25.000      | 0.000  | 7.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N28        | 25.000      | 25.000 | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N29        | 25.000      | 25.000 | 7.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N30        | 25.000      | 12.500 | 10.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N31        | 30.000      | 0.000  | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N32        | 30.000      | 0.000  | 7.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N33        | 30.000      | 25.000 | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N34        | 30.000      | 25.000 | 7.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N35        | 30.000      | 12.500 | 10.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N36        | 35.000      | 0.000  | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N37        | 35.000      | 0.000  | 7.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N38        | 35.000      | 25.000 | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N39        | 35.000      | 25.000 | 7.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N40        | 35.000      | 12.500 | 10.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N41        | 40.000      | 0.000  | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N42        | 40.000      | 0.000  | 7.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N43        | 40.000      | 25.000 | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N44        | 40.000      | 25.000 | 7.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N45        | 40.000      | 12.500 | 10.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |

| Nudos      |             |        |        |                      |            |            |            |            |            |                      |
|------------|-------------|--------|--------|----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------------------|
| Referencia | Coordenadas |        |        | Vinculación exterior |            |            |            |            |            | Vinculación interior |
|            | X (m)       | Y (m)  | Z (m)  | $\Delta_x$           | $\Delta_y$ | $\Delta_z$ | $\theta_x$ | $\theta_y$ | $\theta_z$ |                      |
| N46        | 45.000      | 0.000  | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N47        | 45.000      | 0.000  | 7.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N48        | 45.000      | 25.000 | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N49        | 45.000      | 25.000 | 7.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N50        | 45.000      | 12.500 | 10.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N51        | 50.000      | 0.000  | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N52        | 50.000      | 0.000  | 7.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N53        | 50.000      | 25.000 | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N54        | 50.000      | 25.000 | 7.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N55        | 50.000      | 12.500 | 10.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N56        | 50.000      | 10.000 | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N57        | 50.000      | 10.000 | 9.400  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N58        | 50.000      | 15.000 | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N59        | 50.000      | 15.000 | 9.400  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N60        | 0.000       | 15.000 | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N61        | 0.000       | 15.000 | 9.400  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N62        | 0.000       | 10.000 | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N63        | 0.000       | 10.000 | 9.400  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N64        | 50.000      | 10.000 | 4.500  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N65        | 50.000      | 15.000 | 4.500  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N66        | 0.000       | 0.000  | 2.500  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N67        | 5.000       | 0.000  | 2.500  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N68        | 10.000      | 0.000  | 2.500  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N69        | 15.000      | 0.000  | 2.500  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N70        | 20.000      | 0.000  | 2.500  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N71        | 5.000       | 25.000 | 3.500  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N72        | 10.000      | 25.000 | 3.500  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N73        | 0.000       | 6.250  | 8.500  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N74        | 5.000       | 6.250  | 8.500  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N75        | 45.000      | 6.250  | 8.500  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N76        | 50.000      | 6.250  | 8.500  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N77        | 45.000      | 18.750 | 8.500  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N78        | 50.000      | 18.750 | 8.500  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N79        | 0.000       | 18.750 | 8.500  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N80        | 5.000       | 18.750 | 8.500  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |

**Barras.**

Tabla 12 Materiales utilizados en barras.

| Materiales utilizados                                                                                                                                                                                                                                                                   |             |                       |       |                       |                       |            |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------|-------|-----------------------|-----------------------|------------|---------------------|
| Material                                                                                                                                                                                                                                                                                |             | E                     | $\nu$ | G                     | $f_y$                 | $\alpha_t$ | $\gamma$            |
| Tipo                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Designación | (kp/cm <sup>2</sup> ) |       | (kp/cm <sup>2</sup> ) | (kp/cm <sup>2</sup> ) | (m/m°C)    | (t/m <sup>3</sup> ) |
| Acero laminado                                                                                                                                                                                                                                                                          | S275        | 2140672.8             | 0.300 | 825688.1              | 2803.3                | 0.000012   | 7.850               |
| Notación:<br><i>E</i> : Módulo de elasticidad<br><i><math>\nu</math></i> : Módulo de Poisson<br><i>G</i> : Módulo de cortadura<br><i><math>f_y</math></i> : Límite elástico<br><i><math>\alpha_t</math></i> : Coeficiente de dilatación<br><i><math>\gamma</math></i> : Peso específico |             |                       |       |                       |                       |            |                     |

Tabla 13 Descripción de las barras.

| Descripción    |             |               |               |                |                     |            |                      |              |              |                        |                        |
|----------------|-------------|---------------|---------------|----------------|---------------------|------------|----------------------|--------------|--------------|------------------------|------------------------|
| Material       |             | Barra (Ni/Nf) | Pieza (Ni/Nf) | Perfil (Serie) | Longitud (m)        |            |                      | $\beta_{xy}$ | $\beta_{xz}$ | Lb <sup>Sup.</sup> (m) | Lb <sup>Inf.</sup> (m) |
| Tipo           | Designación |               |               |                | Indeformable origen | Deformable | Indeformable extremo |              |              |                        |                        |
| Acero laminado | S275        | N1/N66        | N1/N2         | HE 360 B (HEB) | -                   | 2.500      | -                    | 0.00         | 3.36         | -                      | -                      |
|                |             | N66/N2        | N1/N2         | HE 360 B (HEB) | -                   | 4.358      | 0.142                | 0.00         | 1.87         | -                      | -                      |
|                |             | N3/N4         | N3/N4         | HE 360 B (HEB) | -                   | 6.858      | 0.142                | 0.00         | 1.20         | -                      | -                      |
|                |             | N2/N73        | N2/N5         | HE 360 B (HEB) | 0.186               | 6.241      | -                    | 0.05         | 2.20         | -                      | 2.100                  |
|                |             | N73/N63       | N2/N5         | HE 360 B (HEB) | -                   | 3.856      | -                    | 0.05         | 3.66         | -                      | 2.100                  |
|                |             | N63/N5        | N2/N5         | HE 360 B (HEB) | -                   | 2.571      | -                    | 0.05         | 5.49         | -                      | 2.100                  |
|                |             | N4/N79        | N4/N5         | HE 360 B (HEB) | 0.186               | 6.241      | -                    | 0.05         | 2.20         | -                      | 2.100                  |
|                |             | N79/N61       | N4/N5         | HE 360 B (HEB) | -                   | 3.856      | -                    | 0.05         | 3.66         | -                      | 2.100                  |
|                |             | N61/N5        | N4/N5         | HE 360 B (HEB) | -                   | 2.571      | -                    | 0.05         | 5.49         | -                      | 2.100                  |
|                |             | N6/N67        | N6/N7         | HE 360 B (HEB) | -                   | 2.500      | -                    | 0.00         | 3.36         | -                      | -                      |
|                |             | N67/N7        | N6/N7         | HE 360 B (HEB) | -                   | 4.358      | 0.142                | 0.00         | 1.87         | -                      | -                      |
|                |             | N8/N71        | N8/N9         | HE 360 B (HEB) | -                   | 3.500      | -                    | 0.00         | 2.40         | -                      | -                      |
|                |             | N71/N9        | N8/N9         | HE 360 B (HEB) | -                   | 3.358      | 0.142                | 0.00         | 2.40         | -                      | -                      |
|                |             | N7/N74        | N7/N10        | HE 360 B (HEB) | 0.186               | 6.241      | -                    | 0.05         | 2.20         | -                      | 2.100                  |
|                |             | N74/N10       | N7/N10        | HE 360 B (HEB) | -                   | 6.427      | -                    | 0.05         | 2.20         | -                      | 2.100                  |
|                |             | N9/N80        | N9/N10        | HE 360 B (HEB) | 0.186               | 6.241      | -                    | 0.05         | 2.20         | -                      | 2.100                  |
|                |             | N80/N10       | N9/N10        | HE 360 B (HEB) | -                   | 6.427      | -                    | 0.05         | 2.20         | -                      | 2.100                  |
|                |             | N11/N68       | N11/N12       | HE 360 B (HEB) | -                   | 2.500      | -                    | 0.00         | 3.36         | -                      | -                      |
|                |             | N68/N12       | N11/N12       | HE 360 B (HEB) | -                   | 4.358      | 0.142                | 0.00         | 1.87         | -                      | -                      |
|                |             | N13/N72       | N13/N14       | HE 360 B (HEB) | -                   | 3.500      | -                    | 0.00         | 2.40         | -                      | -                      |

| Descripción |             |               |               |                |                     |            |                      |              |              |                        |                        |
|-------------|-------------|---------------|---------------|----------------|---------------------|------------|----------------------|--------------|--------------|------------------------|------------------------|
| Material    |             | Barra (Ni/Nf) | Pieza (Ni/Nf) | Perfil(Serie)  | Longitud (m)        |            |                      | $\beta_{xy}$ | $\beta_{xz}$ | Lb <sup>Sup.</sup> (m) | Lb <sup>Inf.</sup> (m) |
| Tipo        | Designación |               |               |                | Indeformable origen | Deformable | Indeformable extremo |              |              |                        |                        |
|             |             | N72/N14       | N13/N14       | HE 360 B (HEB) | -                   | 3.358      | 0.142                | 0.00         | 2.40         | -                      | -                      |
|             |             | N12/N15       | N12/N15       | HE 360 B (HEB) | 0.186               | 12.669     | -                    | 0.05         | 1.10         | -                      | 2.100                  |
|             |             | N14/N15       | N14/N15       | HE 360 B (HEB) | 0.186               | 12.669     | -                    | 0.05         | 1.10         | -                      | 2.100                  |
|             |             | N16/N69       | N16/N17       | HE 360 B (HEB) | -                   | 2.500      | -                    | 0.00         | 3.36         | -                      | -                      |
|             |             | N69/N17       | N16/N17       | HE 360 B (HEB) | -                   | 4.358      | 0.142                | 0.00         | 1.87         | -                      | -                      |
|             |             | N18/N19       | N18/N19       | HE 360 B (HEB) | -                   | 6.858      | 0.142                | 0.00         | 1.20         | -                      | -                      |
|             |             | N17/N20       | N17/N20       | HE 360 B (HEB) | 0.186               | 12.669     | -                    | 0.05         | 1.10         | -                      | 2.100                  |
|             |             | N19/N20       | N19/N20       | HE 360 B (HEB) | 0.186               | 12.669     | -                    | 0.05         | 1.10         | -                      | 2.100                  |
|             |             | N21/N70       | N21/N22       | HE 360 B (HEB) | -                   | 2.500      | -                    | 0.00         | 3.36         | -                      | -                      |
|             |             | N70/N22       | N21/N22       | HE 360 B (HEB) | -                   | 4.358      | 0.142                | 0.00         | 1.87         | -                      | -                      |
|             |             | N23/N24       | N23/N24       | HE 360 B (HEB) | -                   | 6.858      | 0.142                | 0.00         | 1.20         | -                      | -                      |
|             |             | N22/N25       | N22/N25       | HE 360 B (HEB) | 0.186               | 12.669     | -                    | 0.05         | 1.10         | -                      | 2.100                  |
|             |             | N24/N25       | N24/N25       | HE 360 B (HEB) | 0.186               | 12.669     | -                    | 0.05         | 1.10         | -                      | 2.100                  |
|             |             | N26/N27       | N26/N27       | HE 360 B (HEB) | -                   | 6.858      | 0.142                | 0.00         | 1.20         | -                      | -                      |
|             |             | N28/N29       | N28/N29       | HE 360 B (HEB) | -                   | 6.858      | 0.142                | 0.00         | 1.20         | -                      | -                      |
|             |             | N27/N30       | N27/N30       | HE 360 B (HEB) | 0.186               | 12.669     | -                    | 0.05         | 1.10         | -                      | 2.100                  |
|             |             | N29/N30       | N29/N30       | HE 360 B (HEB) | 0.186               | 12.669     | -                    | 0.05         | 1.10         | -                      | 2.100                  |
|             |             | N31/N32       | N31/N32       | HE 360 B (HEB) | -                   | 6.858      | 0.142                | 0.00         | 1.20         | -                      | -                      |
|             |             | N33/N34       | N33/N34       | HE 360 B (HEB) | -                   | 6.858      | 0.142                | 0.00         | 1.20         | -                      | -                      |
|             |             | N32/N35       | N32/N35       | HE 360 B (HEB) | 0.186               | 12.669     | -                    | 0.05         | 1.10         | -                      | 2.100                  |
|             |             | N34/N35       | N34/N35       | HE 360 B (HEB) | 0.186               | 12.669     | -                    | 0.05         | 1.10         | -                      | 2.100                  |
|             |             | N36/N37       | N36/N37       | HE 360 B (HEB) | -                   | 6.858      | 0.142                | 0.00         | 1.20         | -                      | -                      |
|             |             | N38/N39       | N38/N39       | HE 360 B (HEB) | -                   | 6.858      | 0.142                | 0.00         | 1.20         | -                      | -                      |
|             |             | N37/N40       | N37/N40       | HE 360 B (HEB) | 0.186               | 12.669     | -                    | 0.05         | 1.10         | -                      | 2.100                  |
|             |             | N39/N40       | N39/N40       | HE 360 B (HEB) | 0.186               | 12.669     | -                    | 0.05         | 1.10         | -                      | 2.100                  |
|             |             | N41/N42       | N41/N42       | HE 360 B (HEB) | -                   | 6.858      | 0.142                | 0.00         | 1.20         | -                      | -                      |
|             |             | N43/N44       | N43/N44       | HE 360 B (HEB) | -                   | 6.858      | 0.142                | 0.00         | 1.20         | -                      | -                      |
|             |             | N42/N45       | N42/N45       | HE 360 B (HEB) | 0.186               | 12.669     | -                    | 0.05         | 1.10         | -                      | 2.100                  |
|             |             | N44/N45       | N44/N45       | HE 360 B (HEB) | 0.186               | 12.669     | -                    | 0.05         | 1.10         | -                      | 2.100                  |
|             |             | N46/N47       | N46/N47       | HE 360 B (HEB) | -                   | 6.858      | 0.142                | 0.00         | 1.20         | -                      | -                      |



| Descripción |             |               |               |                |                     |            |                      |              |              |                        |                        |
|-------------|-------------|---------------|---------------|----------------|---------------------|------------|----------------------|--------------|--------------|------------------------|------------------------|
| Material    |             | Barra (Ni/Nf) | Pieza (Ni/Nf) | Perfil (Serie) | Longitud (m)        |            |                      | $\beta_{xy}$ | $\beta_{xz}$ | Lb <sup>Sup.</sup> (m) | Lb <sup>Inf.</sup> (m) |
| Tipo        | Designación |               |               |                | Indeformable origen | Deformable | Indeformable extremo |              |              |                        |                        |
|             |             | N48/N49       | N48/N49       | HE 360 B (HEB) | -                   | 6.858      | 0.142                | 0.00         | 1.20         | -                      | -                      |
|             |             | N47/N75       | N47/N50       | HE 360 B (HEB) | 0.186               | 6.241      | -                    | 0.05         | 2.20         | -                      | 2.100                  |
|             |             | N75/N50       | N47/N50       | HE 360 B (HEB) | -                   | 6.427      | -                    | 0.05         | 2.20         | -                      | 2.100                  |
|             |             | N49/N77       | N49/N50       | HE 360 B (HEB) | 0.186               | 6.241      | -                    | 0.05         | 2.20         | -                      | 2.100                  |
|             |             | N77/N50       | N49/N50       | HE 360 B (HEB) | -                   | 6.427      | -                    | 0.05         | 2.20         | -                      | 2.100                  |
|             |             | N51/N52       | N51/N52       | HE 360 B (HEB) | -                   | 6.858      | 0.142                | 0.00         | 1.20         | -                      | -                      |
|             |             | N53/N54       | N53/N54       | HE 360 B (HEB) | -                   | 6.858      | 0.142                | 0.00         | 1.20         | -                      | -                      |
|             |             | N52/N76       | N52/N55       | HE 360 B (HEB) | 0.186               | 6.241      | -                    | 0.05         | 2.20         | -                      | 2.100                  |
|             |             | N76/N57       | N52/N55       | HE 360 B (HEB) | -                   | 3.856      | -                    | 0.05         | 3.66         | -                      | 2.100                  |
|             |             | N57/N55       | N52/N55       | HE 360 B (HEB) | -                   | 2.571      | -                    | 0.05         | 5.49         | -                      | 2.100                  |
|             |             | N54/N78       | N54/N55       | HE 360 B (HEB) | 0.186               | 6.241      | -                    | 0.05         | 2.20         | -                      | 2.100                  |
|             |             | N78/N59       | N54/N55       | HE 360 B (HEB) | -                   | 3.856      | -                    | 0.05         | 3.66         | -                      | 2.100                  |
|             |             | N59/N56       | N54/N55       | HE 360 B (HEB) | -                   | 2.571      | -                    | 0.05         | 5.49         | -                      | 2.100                  |
|             |             | N56/N64       | N56/N57       | HE 360 B (HEB) | -                   | 4.500      | -                    | 0.00         | 1.46         | -                      | -                      |
|             |             | N64/N58       | N56/N57       | HE 360 B (HEB) | -                   | 4.714      | 0.186                | 0.00         | 1.34         | -                      | -                      |
|             |             | N58/N65       | N58/N59       | HE 360 B (HEB) | -                   | 4.500      | -                    | 0.00         | 1.46         | -                      | -                      |
|             |             | N65/N60       | N58/N59       | HE 360 B (HEB) | -                   | 4.714      | 0.186                | 0.00         | 1.34         | -                      | -                      |
|             |             | N60/N62       | N60/N61       | HE 360 B (HEB) | -                   | 9.214      | 0.186                | 0.00         | 0.70         | -                      | -                      |
|             |             | N62/N64       | N62/N63       | HE 360 B (HEB) | -                   | 9.214      | 0.186                | 0.00         | 0.70         | -                      | -                      |
|             |             | N64/N2        | N64/N65       | IPE 400 (IPE)  | -                   | 5.000      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N2/N7         | N2/N7         | IPE 300 (IPE)  | -                   | 5.000      | -                    | 1.00         | 1.00         | -                      | -                      |
|             |             | N7/N12        | N7/N12        | IPE 300 (IPE)  | -                   | 5.000      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N12/N17       | N12/N17       | IPE 300 (IPE)  | -                   | 5.000      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N17/N22       | N17/N22       | IPE 300 (IPE)  | -                   | 5.000      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N22/N27       | N22/N27       | IPE 300 (IPE)  | -                   | 5.000      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N27/N32       | N27/N32       | IPE 300 (IPE)  | -                   | 5.000      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N32/N37       | N32/N37       | IPE 300 (IPE)  | -                   | 5.000      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N37/N42       | N37/N42       | IPE 300 (IPE)  | -                   | 5.000      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N42/N47       | N42/N47       | IPE 300 (IPE)  | -                   | 5.000      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N47/N52       | N47/N52       | IPE 300 (IPE)  | -                   | 5.000      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |

| Descripción |             |               |               |               |                     |            |                      |              |              |                        |                        |
|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------------|------------|----------------------|--------------|--------------|------------------------|------------------------|
| Material    |             | Barra (Ni/Nf) | Pieza (Ni/Nf) | Perfil(Serie) | Longitud (m)        |            |                      | $\beta_{xy}$ | $\beta_{xz}$ | Lb <sup>Sup.</sup> (m) | Lb <sup>Inf.</sup> (m) |
| Tipo        | Designación |               |               |               | Indeformable origen | Deformable | Indeformable extremo |              |              |                        |                        |
|             |             | N50/N55       | N50/N55       | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.000        | 0.000        | -                      | -                      |
|             |             | N45/N50       | N45/N50       | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.000        | 0.000        | -                      | -                      |
|             |             | N40/N45       | N40/N45       | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.000        | 0.000        | -                      | -                      |
|             |             | N35/N40       | N35/N40       | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.000        | 0.000        | -                      | -                      |
|             |             | N30/N35       | N30/N35       | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.000        | 0.000        | -                      | -                      |
|             |             | N25/N30       | N25/N30       | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.000        | 0.000        | -                      | -                      |
|             |             | N20/N25       | N20/N25       | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.000        | 0.000        | -                      | -                      |
|             |             | N15/N20       | N15/N20       | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.000        | 0.000        | -                      | -                      |
|             |             | N10/N15       | N10/N15       | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.000        | 0.000        | -                      | -                      |
|             |             | N5/N10        | N5/N10        | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.000        | 0.000        | -                      | -                      |
|             |             | N4/N9         | N4/N9         | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.000        | 0.000        | -                      | -                      |
|             |             | N9/N14        | N9/N14        | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.000        | 0.000        | -                      | -                      |
|             |             | N14/N19       | N14/N19       | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.000        | 0.000        | -                      | -                      |
|             |             | N19/N24       | N19/N24       | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.000        | 0.000        | -                      | -                      |
|             |             | N24/N29       | N24/N29       | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.000        | 0.000        | -                      | -                      |
|             |             | N29/N34       | N29/N34       | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.000        | 0.000        | -                      | -                      |
|             |             | N34/N39       | N34/N39       | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.000        | 0.000        | -                      | -                      |
|             |             | N39/N44       | N39/N44       | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.000        | 0.000        | -                      | -                      |
|             |             | N44/N49       | N44/N49       | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.000        | 0.000        | -                      | -                      |
|             |             | N49/N54       | N49/N54       | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.000        | 0.000        | -                      | -                      |
|             |             | N66/N67       | N66/N67       | IPE 500 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 1.000        | 1.000        | 5.000                  | -                      |
|             |             | N67/N68       | N67/N68       | IPE 500 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 1.000        | 1.000        | 5.000                  | -                      |
|             |             | N68/N69       | N68/N69       | IPE 500 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 1.000        | 1.000        | 5.000                  | -                      |
|             |             | N69/N70       | N69/N70       | IPE 500 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 1.000        | 1.000        | 5.000                  | -                      |
|             |             | N71/N72       | N71/N72       | IPE 500 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 1.000        | 1.000        | 5.000                  | -                      |
|             |             | N6/N2         | N6/N2         | R 24 (R)      | -                   | 8.602      | -                    | 0.000        | 0.000        | -                      | -                      |
|             |             | N1/N7         | N1/N7         | R 24 (R)      | -                   | 8.602      | -                    | 0.000        | 0.000        | -                      | -                      |
|             |             | N8/N4         | N8/N4         | R 24 (R)      | -                   | 8.602      | -                    | 0.000        | 0.000        | -                      | -                      |
|             |             | N3/N9         | N3/N9         | R 24 (R)      | -                   | 8.602      | -                    | 0.000        | 0.000        | -                      | -                      |
|             |             | N51/N47       | N51/N47       | R 24 (R)      | -                   | 8.602      | -                    | 0.000        | 0.000        | -                      | -                      |

| Descripción |             |               |               |                |                     |            |                      |              |              |                        |                        |
|-------------|-------------|---------------|---------------|----------------|---------------------|------------|----------------------|--------------|--------------|------------------------|------------------------|
| Material    |             | Barra (Ni/Nf) | Pieza (Ni/Nf) | Perfil (Serie) | Longitud (m)        |            |                      | $\beta_{xy}$ | $\beta_{xz}$ | Lb <sup>Sup.</sup> (m) | Lb <sup>Inf.</sup> (m) |
| Tipo        | Designación |               |               |                | Indeformable origen | Deformable | Indeformable extremo |              |              |                        |                        |
|             |             | N46/N52       | N46/N52       | R 24 (R)       | -                   | 8.602      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N53/N49       | N53/N49       | R 24 (R)       | -                   | 8.602      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N48/N54       | N48/N54       | R 24 (R)       | -                   | 8.602      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N73/N74       | N73/N74       | IPE 300 (IPE)  | -                   | 5.000      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N75/N76       | N75/N76       | IPE 300 (IPE)  | -                   | 5.000      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N76/N50       | N76/N50       | R 24 (R)       | -                   | 8.143      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N75/N55       | N75/N55       | R 24 (R)       | -                   | 8.143      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N52/N75       | N52/N75       | R 24 (R)       | 0.235               | 7.908      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N47/N76       | N47/N76       | R 24 (R)       | 0.235               | 7.908      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N74/N5        | N74/N5        | R 24 (R)       | -                   | 8.143      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N73/N10       | N73/N10       | R 24 (R)       | -                   | 8.143      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N7/N73        | N7/N73        | R 24 (R)       | 0.235               | 7.908      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N2/N74        | N2/N74        | R 24 (R)       | 0.235               | 7.908      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N77/N78       | N77/N78       | IPE 300 (IPE)  | -                   | 5.000      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N79/N80       | N79/N80       | IPE 300 (IPE)  | -                   | 5.000      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N79/N10       | N79/N10       | R 24 (R)       | -                   | 8.143      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N80/N5        | N80/N5        | R 24 (R)       | -                   | 8.143      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N4/N80        | N4/N80        | R 24 (R)       | 0.235               | 7.908      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N9/N79        | N9/N79        | R 24 (R)       | 0.235               | 7.908      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N77/N55       | N77/N55       | R 24 (R)       | -                   | 8.143      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N78/N50       | N78/N50       | R 24 (R)       | -                   | 8.143      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N54/N77       | N54/N77       | R 24 (R)       | 0.235               | 7.908      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N49/N78       | N49/N78       | R 24 (R)       | 0.235               | 7.908      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |

Notación:  
 Ni: Nudo inicial  
 Nf: Nudo final  
 $\beta_{xy}$ : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'  
 $\beta_{xz}$ : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'  
 Lb<sup>Sup.</sup>: Separación entre arriostramientos del ala superior  
 Lb<sup>Inf.</sup>: Separación entre arriostramientos del ala inferior

Tabla 14 Características mecánicas de las barras.

| <b>Tipos de pieza</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |                 |                         |                           |                           |                           |                           |                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Ref.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Piezas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |      |                 |                         |                           |                           |                           |                           |                          |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | N1/N2, N3/N4, N2/N5, N4/N5, N6/N7, N8/N9, N7/N10, N9/N10, N11/N12, N13/N14, N12/N15, N14/N15, N16/N17, N18/N19, N17/N20, N19/N20, N21/N22, N23/N24, N22/N25, N24/N25, N26/N27, N28/N29, N27/N30, N29/N30, N31/N32, N33/N34, N32/N35, N34/N35, N36/N37, N38/N39, N37/N40, N39/N40, N41/N42, N43/N44, N42/N45, N44/N45, N46/N47, N48/N49, N47/N50, N49/N50, N51/N52, N53/N54, N52/N55, N54/N55, N56/N57, N58/N59, N60/N61 y N62/N63 |      |                 |                         |                           |                           |                           |                           |                          |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | N64/N65                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |      |                 |                         |                           |                           |                           |                           |                          |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | N2/N7, N7/N12, N12/N17, N17/N22, N22/N27, N27/N32, N32/N37, N37/N42, N42/N47, N47/N52, N50/N55, N45/N50, N40/N45, N35/N40, N30/N35, N25/N30, N20/N25, N15/N20, N10/N15, N5/N10, N4/N9, N9/N14, N14/N19, N19/N24, N24/N29, N29/N34, N34/N39, N39/N44, N44/N49, N49/N54, N73/N74, N75/N76, N77/N78 y N79/N80                                                                                                                        |      |                 |                         |                           |                           |                           |                           |                          |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | N66/N67, N67/N68, N68/N69, N69/N70 y N71/N72                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      |                 |                         |                           |                           |                           |                           |                          |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | N6/N2, N1/N7, N8/N4, N3/N9, N51/N47, N46/N52, N53/N49, N48/N54, N76/N50, N75/N55, N52/N75, N47/N76, N74/N5, N73/N10, N7/N73, N2/N74, N79/N10, N80/N5, N4/N80, N9/N79, N77/N55, N78/N50, N54/N77 y N49/N78                                                                                                                                                                                                                         |      |                 |                         |                           |                           |                           |                           |                          |
| <b>Características mecánicas</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |                 |                         |                           |                           |                           |                           |                          |
| Material                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Ref. | Descripción     | A<br>(cm <sup>2</sup> ) | Avy<br>(cm <sup>2</sup> ) | Avz<br>(cm <sup>2</sup> ) | Iyy<br>(cm <sup>4</sup> ) | Izz<br>(cm <sup>4</sup> ) | It<br>(cm <sup>4</sup> ) |
| Tipo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Designación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |                 |                         |                           |                           |                           |                           |                          |
| Acero laminado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | S275                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1    | HE 360 B, (HEB) | 180.60                  | 101.25                    | 35.44                     | 43190.00                  | 10140.00                  | 292.50                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2    | IPE 400, (IPE)  | 84.50                   | 36.45                     | 28.87                     | 23130.00                  | 1318.00                   | 51.10                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 3    | IPE 300, (IPE)  | 53.80                   | 24.07                     | 17.80                     | 8356.00                   | 604.00                    | 20.10                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 4    | IPE 500, (IPE)  | 116.00                  | 48.00                     | 42.96                     | 48200.00                  | 2142.00                   | 89.30                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 5    | R 24, (R)       | 4.52                    | 4.07                      | 4.07                      | 1.63                      | 1.63                      | 3.26                     |
| <p><b>Notación:</b><br/>                     Ref.: Referencia<br/>                     A: Área de la sección transversal<br/>                     Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'<br/>                     Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'<br/>                     Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'<br/>                     Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'<br/>                     It: Inercia a torsión<br/>                     Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |                 |                         |                           |                           |                           |                           |                          |

Tabla 15 Resumen medición de barras.

| Material       |             | Serie | Perfil   | Longitud   |           |               | Volumen     |            |                | Peso        |            |               |
|----------------|-------------|-------|----------|------------|-----------|---------------|-------------|------------|----------------|-------------|------------|---------------|
| Tipo           | Designación |       |          | Perfil (m) | Serie (m) | Materia l (m) | Perfil (m³) | Serie (m³) | Materia l (m³) | Perfil (kg) | Serie (kg) | Material (kg) |
| Acero laminado | S275        | HEB   | HE 360 B | 474.409    |           |               | 8.568       |            |                | 67257.46    |            |               |
|                |             |       |          |            | 474.409   |               |             | 8.568      |                |             | 67257.46   |               |
|                |             | IPE   | IPE 400  | 5.000      |           |               | 0.042       |            |                | 331.66      |            |               |
|                |             |       | IPE 300  | 170.000    |           |               | 0.915       |            |                | 7179.61     |            |               |
|                |             |       | IPE 500  | 25.000     |           |               | 0.290       |            |                | 2276.50     |            |               |
|                |             |       |          |            | 200.000   |               |             | 1.247      |                |             | 9787.77    |               |
|                |             | R     | R 24     | 199.111    |           |               | 0.090       |            |                | 707.09      |            |               |
|                |             |       |          |            | 199.111   |               |             | 0.090      |                |             | 707.09     |               |
|                |             |       |          |            |           |               | 873.520     |            | 9.905          |             |            | 77752.32      |

Tabla 16 Medición de superficies a pintar.

| Serie        | Perfil   | Superficie unitaria (m²/m) | Longitud (m) | Superficie (m²) |
|--------------|----------|----------------------------|--------------|-----------------|
| HEB          | HE 360 B | 1.895                      | 474.409      | 899.005         |
| IPE          | IPE 400  | 1.503                      | 5.000        | 7.514           |
|              | IPE 300  | 1.186                      | 170.000      | 201.586         |
|              | IPE 500  | 1.780                      | 25.000       | 44.490          |
| R            | R 24     | 0.075                      | 199.111      | 15.013          |
| <b>Total</b> |          |                            |              | <b>1167.608</b> |

#### 4.7. Cimentación.

##### Elementos de cimentación aislados.

Tabla 17 Descripción de las zapatas.

| Referencias                                       | Geometría                                                                                              | Armado                                                                       |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| N8                                                | Zapata rectangular centrada<br>Ancho zapata X: 180.0 cm<br>Ancho zapata Y: 260.0 cm<br>Canto: 100.0 cm | Sup X: 11Ø16c/22<br>Sup Y: 8Ø16c/22<br>Inf X: 11Ø16c/22<br>Inf Y: 8Ø16c/22   |
| N13 y N21                                         | Zapata rectangular centrada<br>Ancho zapata X: 210.0 cm<br>Ancho zapata Y: 310.0 cm<br>Canto: 120.0 cm | Sup X: 10Ø20c/29<br>Sup Y: 7Ø20c/29<br>Inf X: 10Ø20c/29<br>Inf Y: 7Ø20c/29   |
| N18, N23, N28, N33, N38, N43, N41, N36, N31 y N26 | Zapata rectangular centrada<br>Ancho zapata X: 235.0 cm<br>Ancho zapata Y: 345.0 cm<br>Canto: 105.0 cm | Sup X: 16Ø16c/21<br>Sup Y: 11Ø16c/21<br>Inf X: 16Ø16c/21<br>Inf Y: 11Ø16c/21 |

| Referencias   | Geometría                                                                                              | Armado                                                                       |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| N48 y N46     | Zapata rectangular centrada<br>Ancho zapata X: 195.0 cm<br>Ancho zapata Y: 285.0 cm<br>Canto: 105.0 cm | Sup X: 13Ø16c/21<br>Sup Y: 9Ø16c/21<br>Inf X: 13Ø16c/21<br>Inf Y: 9Ø16c/21   |
| N16 y N11     | Zapata rectangular centrada<br>Ancho zapata X: 210.0 cm<br>Ancho zapata Y: 310.0 cm<br>Canto: 105.0 cm | Sup X: 14Ø16c/21<br>Sup Y: 10Ø16c/21<br>Inf X: 14Ø16c/21<br>Inf Y: 10Ø16c/21 |
| N6            | Zapata rectangular centrada<br>Ancho zapata X: 180.0 cm<br>Ancho zapata Y: 260.0 cm<br>Canto: 80.0 cm  | X: 9Ø16c/27<br>Y: 6Ø16c/27                                                   |
| N60 y N62     | Zapata cuadrada<br>Ancho: 300.0 cm<br>Canto: 85.0 cm                                                   | Sup X: 11Ø16c/26<br>Sup Y: 11Ø16c/26<br>Inf X: 11Ø16c/26<br>Inf Y: 11Ø16c/26 |
| N1            | Zapata cuadrada<br>Ancho: 115.0 cm<br>Canto: 50.0 cm                                                   | X: 6Ø12c/18<br>Y: 6Ø12c/18                                                   |
| N3, N53 y N51 | Zapata cuadrada<br>Ancho: 150.0 cm<br>Canto: 70.0 cm                                                   | Sup X: 8Ø12c/17<br>Sup Y: 8Ø12c/17<br>Inf X: 8Ø12c/17<br>Inf Y: 8Ø12c/17     |
| N58 y N56     | Zapata cuadrada<br>Ancho: 210.0 cm<br>Canto: 100.0 cm                                                  | Sup X: 9Ø16c/22<br>Sup Y: 9Ø16c/22<br>Inf X: 9Ø16c/22<br>Inf Y: 9Ø16c/22     |

Tabla 18 Resumen de medición (incluye mermas de acero)

| Elemento                                                       | B 500 S, Ys=1.15 (kg) |           |          |         | Hormigón (m³) | Limpieza |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------|----------|---------|---------------|----------|
|                                                                | Ø12                   | Ø16       | Ø20      | Total   | HA-25, Yc=1.5 |          |
| Referencia: N8                                                 |                       | 147.19    |          | 147.19  | 4.68          | 0.47     |
| Referencias: N13 y N21                                         |                       |           | 2x249.07 | 498.14  | 2x7.81        | 2x0.65   |
| Referencias: N18, N23, N28, N33, N38, N43, N41, N36, N31 y N26 |                       | 10x265.67 |          | 2656.70 | 10x8.51       | 10x0.81  |
| Referencias: N48 y N46                                         |                       | 2x179.75  |          | 359.50  | 2x5.84        | 2x0.56   |
| Referencias: N16 y N11                                         |                       | 2x212.43  |          | 424.86  | 2x6.84        | 2x0.65   |
| Referencia: N6                                                 |                       | 55.74     |          | 55.74   | 3.74          | 0.47     |
| Referencias: N60 y N62                                         |                       | 2x216.96  |          | 433.92  | 2x7.65        | 2x0.90   |
| Referencia: N1                                                 | 15.00                 |           |          | 15.00   | 0.66          | 0.13     |
| Referencias: N3, N53 y N51                                     | 3x50.95               |           |          | 152.85  | 3x1.57        | 3x0.23   |
| Referencias: N58 y N56                                         |                       | 2x141.88  |          | 283.76  | 2x4.41        | 2x0.44   |
| Totales                                                        | 167.85                | 4361.67   | 498.14   | 5027.66 | 164.02        | 16.25    |

Tabla 19 Comprobación de las zapatas.

| Referencia: N8<br>Dimensiones: 180 x 260 x 100<br>Armados: Xi:Ø16c/22 Yi:Ø16c/22 Xs:Ø16c/22 Ys:Ø16c/22                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                       |                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Valores                                                                                                                                                                                                               | Estado                               |
| <b>Tensiones sobre el terreno:</b><br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i><br>- Tensión media en situaciones persistentes:<br>- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:<br>- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                  | Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1.156 kp/cm <sup>2</sup><br>Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1.806 kp/cm <sup>2</sup><br>Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 2.313 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple<br>Cumple<br>Cumple           |
| <b>Vuelco de la zapata:</b><br>- En dirección X <sup>(1)</sup><br>- En dirección Y:<br><i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i><br>(1) Sin momento de vuelco | Reserva seguridad: 105.7 %                                                                                                                                                                                            | No procede<br>Cumple                 |
| <b>Flexión en la zapata:</b><br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                            | Momento: 6.31 t·m<br>Momento: 20.45 t·m                                                                                                                                                                               | Cumple<br>Cumple                     |
| <b>Cortante en la zapata:</b><br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                           | Cortante: 0.00 t<br>Cortante: 5.36 t                                                                                                                                                                                  | Cumple<br>Cumple                     |
| <b>Compresión oblicua en la zapata:</b><br>- Situaciones persistentes:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                                                                      | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 24.64 t/m <sup>2</sup>                                                                                                                                                  | Cumple                               |
| <b>Canto mínimo:</b><br><i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                                                                                                                                                                 | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 100 cm                                                                                                                                                                                    | Cumple                               |
| <b>Espacio para anclar arranques en cimentación:</b><br>- N8:                                                                                                                                                                                                                                                                     | Mínimo: 90 cm<br>Calculado: 92 cm                                                                                                                                                                                     | Cumple                               |
| <b>Cuantía geométrica mínima:</b><br><i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i><br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado superior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:<br>- Armado superior dirección Y:                                                                                                            | Mínimo: 0.0009<br>Calculado: 0.0009<br>Calculado: 0.0009<br>Calculado: 0.0009<br>Calculado: 0.0009                                                                                                                    | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| <b>Cuantía mínima necesaria por flexión:</b><br><i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i><br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                     | Calculado: 0.001<br>Mínimo: 0.0002<br>Mínimo: 0.0005                                                                                                                                                                  | Cumple<br>Cumple                     |

| Referencia: N8                                                                                                                                        |                                   |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------|
| Dimensiones: 180 x 260 x 100                                                                                                                          |                                   |        |
| Armados: Xi:Ø16c/22 Yi:Ø16c/22 Xs:Ø16c/22 Ys:Ø16c/22                                                                                                  |                                   |        |
| Comprobación                                                                                                                                          | Valores                           | Estado |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0001                    | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras:<br><i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>                                                             | Mínimo: 12 mm                     |        |
| - Parrilla inferior:                                                                                                                                  | Calculado: 16 mm                  | Cumple |
| - Parrilla superior:                                                                                                                                  | Calculado: 16 mm                  | Cumple |
| Separación máxima entre barras:<br><i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>                                                                          | Máximo: 30 cm                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 22 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 22 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 22 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 22 cm                  | Cumple |
| Separación mínima entre barras:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> | Mínimo: 10 cm                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 22 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 22 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 22 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 22 cm                  | Cumple |
| Longitud de anclaje:<br><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>                             |                                   |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                  | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                  | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                               | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 17 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 17 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                  | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                  | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                               | Mínimo: 33 cm<br>Calculado: 33 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                | Mínimo: 33 cm<br>Calculado: 33 cm | Cumple |
| Longitud mínima de las patillas:                                                                                                                      | Mínimo: 16 cm                     |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                  | Calculado: 16 cm                  | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                  | Calculado: 16 cm                  | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                  | Calculado: 19 cm                  | Cumple |



| Referencia: N8                                                                                                                                                                                                |                                                                       |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------|
| Dimensiones: 180 x 260 x 100                                                                                                                                                                                  |                                                                       |            |
| Armados: Xi:Ø16c/22 Yi:Ø16c/22 Xs:Ø16c/22 Ys:Ø16c/22                                                                                                                                                          |                                                                       |            |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                  | Valores                                                               | Estado     |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                          | Calculado: 19 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                       | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                        | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple     |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                           |                                                                       |            |
| Referencia: N13                                                                                                                                                                                               |                                                                       |            |
| Dimensiones: 210 x 310 x 120                                                                                                                                                                                  |                                                                       |            |
| Armados: Xi:Ø20c/29 Yi:Ø20c/29 Xs:Ø20c/29 Ys:Ø20c/29                                                                                                                                                          |                                                                       |            |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                  | Valores                                                               | Estado     |
| Tensiones sobre el terreno:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                             |                                                                       |            |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                                  | Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1.228 kp/cm <sup>2</sup>   | Cumple     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                      | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1.817 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                      | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 2.457 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| Vuelco de la zapata:                                                                                                                                                                                          |                                                                       |            |
| - En dirección X <sup>(1)</sup>                                                                                                                                                                               |                                                                       | No procede |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                             |                                                                       |            |
| <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> | Reserva seguridad: 80.5 %                                             | Cumple     |
| <i>(1) Sin momento de vuelco</i>                                                                                                                                                                              |                                                                       |            |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                         |                                                                       |            |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                             | Momento: 7.90 t·m                                                     | Cumple     |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                             | Momento: 32.93 t·m                                                    | Cumple     |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                        |                                                                       |            |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                             | Cortante: 0.00 t                                                      | Cumple     |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                             | Cortante: 7.41 t                                                      | Cumple     |
| Compresión oblicua en la zapata:                                                                                                                                                                              |                                                                       |            |
| - Situaciones persistentes:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                             | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 18.86 t/m <sup>2</sup>  | Cumple     |
| Canto mínimo:<br><i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                                                    | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 120 cm                                    | Cumple     |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:                                                                                                                                                                 |                                                                       |            |
| - N13:                                                                                                                                                                                                        | Mínimo: 110 cm<br>Calculado: 111 cm                                   | Cumple     |
| Cuantía geométrica mínima:<br><i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                                       | Mínimo: 0.0009                                                        |            |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                | Calculado: 0.0009                                                     | Cumple     |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                                                                                | Calculado: 0.0009                                                     | Cumple     |

| Referencia: N13                                                                                                                                       |                                   |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------|
| Dimensiones: 210 x 310 x 120                                                                                                                          |                                   |        |
| Armados: Xi:Ø20c/29 Yi:Ø20c/29 Xs:Ø20c/29 Ys:Ø20c/29                                                                                                  |                                   |        |
| Comprobación                                                                                                                                          | Valores                           | Estado |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 0.0009                 | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 0.0009                 | Cumple |
| Cuantía mínima necesaria por flexión:<br><i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>                                                                    | Calculado: 0.001                  |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0001                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0005                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0002                    | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras:<br><i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>                                                             | Mínimo: 12 mm                     |        |
| - Parrilla inferior:                                                                                                                                  | Calculado: 20 mm                  | Cumple |
| - Parrilla superior:                                                                                                                                  | Calculado: 20 mm                  | Cumple |
| Separación máxima entre barras:<br><i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>                                                                          | Máximo: 30 cm                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 29 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 29 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 29 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 29 cm                  | Cumple |
| Separación mínima entre barras:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> | Mínimo: 10 cm                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 29 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 29 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 29 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 29 cm                  | Cumple |
| Longitud de anclaje:<br><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>                             |                                   |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                  | Mínimo: 20 cm<br>Calculado: 20 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                  | Mínimo: 20 cm<br>Calculado: 20 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                               | Mínimo: 20 cm<br>Calculado: 23 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                | Mínimo: 20 cm<br>Calculado: 23 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                  | Mínimo: 28 cm<br>Calculado: 28 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                  | Mínimo: 28 cm<br>Calculado: 28 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                               | Mínimo: 43 cm<br>Calculado: 43 cm | Cumple |

| Referencia: N13                                                                                                                                                                                                                    |                                                                       |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------|
| Dimensiones: 210 x 310 x 120                                                                                                                                                                                                       |                                                                       |            |
| Armados: Xi:Ø20c/29 Yi:Ø20c/29 Xs:Ø20c/29 Ys:Ø20c/29                                                                                                                                                                               |                                                                       |            |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                       | Valores                                                               | Estado     |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                             | Mínimo: 43 cm<br>Calculado: 43 cm                                     | Cumple     |
| Longitud mínima de las patillas:                                                                                                                                                                                                   | Mínimo: 20 cm                                                         |            |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                               | Calculado: 20 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                               | Calculado: 20 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                               | Calculado: 28 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                               | Calculado: 28 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                            | Calculado: 20 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                             | Calculado: 20 cm                                                      | Cumple     |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                |                                                                       |            |
| Referencia: N18                                                                                                                                                                                                                    |                                                                       |            |
| Dimensiones: 235 x 345 x 105                                                                                                                                                                                                       |                                                                       |            |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                                                                                                                               |                                                                       |            |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                       | Valores                                                               | Estado     |
| Tensiones sobre el terreno:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                  |                                                                       |            |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                       | Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1.054 kp/cm <sup>2</sup>   | Cumple     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                                           | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1.277 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                                           | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 2.108 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| Vuelco de la zapata:                                                                                                                                                                                                               |                                                                       |            |
| - En dirección X <sup>(1)</sup>                                                                                                                                                                                                    |                                                                       | No procede |
| - En dirección Y:<br><i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> | Reserva seguridad: 39.7 %                                             | Cumple     |
| <i>(1) Sin momento de vuelco</i>                                                                                                                                                                                                   |                                                                       |            |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                                              |                                                                       |            |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                  | Momento: 3.38 t·m                                                     | Cumple     |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                  | Momento: 27.98 t·m                                                    | Cumple     |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                                             |                                                                       |            |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                  | Cortante: 0.00 t                                                      | Cumple     |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                  | Cortante: 16.14 t                                                     | Cumple     |
| Compresión oblicua en la zapata:                                                                                                                                                                                                   |                                                                       |            |
| - Situaciones persistentes:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                  | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 7.46 t/m <sup>2</sup>   | Cumple     |
| Canto mínimo:<br><i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                                                                         | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 105 cm                                    | Cumple     |

| Referencia: N18                                                                                                                                       |                                   |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------|
| Dimensiones: 235 x 345 x 105                                                                                                                          |                                   |        |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                                                  |                                   |        |
| Comprobación                                                                                                                                          | Valores                           | Estado |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- N18:                                                                                               | Mínimo: 95 cm<br>Calculado: 97 cm | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima:<br><i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>                                                                               | Mínimo: 0.0009                    |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 0.0009                 | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 0.0009                 | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 0.0009                 | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 0.0009                 | Cumple |
| Cuantía mínima necesaria por flexión:<br><i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>                                                                    | Calculado: 0.001                  |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0001                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0005                    | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0001                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0002                    | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras:<br><i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>                                                             | Mínimo: 12 mm                     |        |
| - Parrilla inferior:                                                                                                                                  | Calculado: 16 mm                  | Cumple |
| - Parrilla superior:                                                                                                                                  | Calculado: 16 mm                  | Cumple |
| Separación máxima entre barras:<br><i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>                                                                          | Máximo: 30 cm                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                  | Cumple |
| Separación mínima entre barras:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> | Mínimo: 10 cm                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                  | Cumple |
| Longitud de anclaje:<br><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>                             |                                   |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                  | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                  | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                               | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 51 cm | Cumple |

| Referencia: N18                                                                                                                                                                                                                    |                                                                       |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------|
| Dimensiones: 235 x 345 x 105                                                                                                                                                                                                       |                                                                       |            |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                                                                                                                               |                                                                       |            |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                       | Valores                                                               | Estado     |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                             | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 51 cm                                     | Cumple     |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                               | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                     | Cumple     |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                               | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                     | Cumple     |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                            | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 51 cm                                     | Cumple     |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                             | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 51 cm                                     | Cumple     |
| Longitud mínima de las patillas:                                                                                                                                                                                                   | Mínimo: 16 cm                                                         |            |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                               | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                               | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                               | Calculado: 19 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                               | Calculado: 19 cm                                                      | Cumple     |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                |                                                                       |            |
| Referencia: N23                                                                                                                                                                                                                    |                                                                       |            |
| Dimensiones: 235 x 345 x 105                                                                                                                                                                                                       |                                                                       |            |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                                                                                                                               |                                                                       |            |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                       | Valores                                                               | Estado     |
| Tensiones sobre el terreno:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                  |                                                                       |            |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                       | Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1.054 kp/cm <sup>2</sup>   | Cumple     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                                           | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1.277 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                                           | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 2.108 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| Vuelco de la zapata:                                                                                                                                                                                                               |                                                                       |            |
| - En dirección X <sup>(1)</sup>                                                                                                                                                                                                    |                                                                       | No procede |
| - En dirección Y:<br><i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> | Reserva seguridad: 39.7 %                                             | Cumple     |
| <i>(1) Sin momento de vuelco</i>                                                                                                                                                                                                   |                                                                       |            |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                                              |                                                                       |            |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                  | Momento: 3.36 t·m                                                     | Cumple     |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                  | Momento: 27.99 t·m                                                    | Cumple     |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                                             |                                                                       |            |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                  | Cortante: 0.00 t                                                      | Cumple     |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                  | Cortante: 16.14 t                                                     | Cumple     |

| Referencia: N23                                                                                                                                       |                                                                     |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------|
| Dimensiones: 235 x 345 x 105                                                                                                                          |                                                                     |        |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                                                  |                                                                     |        |
| Comprobación                                                                                                                                          | Valores                                                             | Estado |
| Compresión oblicua en la zapata:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                 | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 7.46 t/m <sup>2</sup> | Cumple |
| Canto mínimo:<br><i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                            | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 105 cm                                  | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- N23:                                                                                               | Mínimo: 95 cm<br>Calculado: 97 cm                                   | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima:<br><i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>                                                                               | Mínimo: 0.0009                                                      |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 0.0009                                                   | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 0.0009                                                   | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 0.0009                                                   | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 0.0009                                                   | Cumple |
| Cuantía mínima necesaria por flexión:<br><i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>                                                                    | Calculado: 0.001                                                    |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0001                                                      | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0005                                                      | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0001                                                      | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0002                                                      | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras:<br><i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>                                                             | Mínimo: 12 mm                                                       |        |
| - Parrilla inferior:                                                                                                                                  | Calculado: 16 mm                                                    | Cumple |
| - Parrilla superior:                                                                                                                                  | Calculado: 16 mm                                                    | Cumple |
| Separación máxima entre barras:<br><i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>                                                                          | Máximo: 30 cm                                                       |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                                                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                                                    | Cumple |
| Separación mínima entre barras:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> | Mínimo: 10 cm                                                       |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                                                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                                                    | Cumple |
| Longitud de anclaje:<br><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>                             |                                                                     |        |

| Referencia: N23                                                                                                                                                                                                                    |                                                                       |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------|
| Dimensiones: 235 x 345 x 105                                                                                                                                                                                                       |                                                                       |            |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                                                                                                                               |                                                                       |            |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                       | Valores                                                               | Estado     |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                               | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                     | Cumple     |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                               | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                     | Cumple     |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                            | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 51 cm                                     | Cumple     |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                             | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 51 cm                                     | Cumple     |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                               | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                     | Cumple     |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                               | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                     | Cumple     |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                            | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 51 cm                                     | Cumple     |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                             | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 51 cm                                     | Cumple     |
| Longitud mínima de las patillas:                                                                                                                                                                                                   | Mínimo: 16 cm                                                         |            |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                               | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                               | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                               | Calculado: 19 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                               | Calculado: 19 cm                                                      | Cumple     |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                |                                                                       |            |
| Referencia: N28                                                                                                                                                                                                                    |                                                                       |            |
| Dimensiones: 235 x 345 x 105                                                                                                                                                                                                       |                                                                       |            |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                                                                                                                               |                                                                       |            |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                       | Valores                                                               | Estado     |
| Tensiones sobre el terreno:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                  |                                                                       |            |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                       | Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1.054 kp/cm <sup>2</sup>   | Cumple     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                                           | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1.277 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                                           | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 2.109 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| Vuelco de la zapata:                                                                                                                                                                                                               |                                                                       |            |
| - En dirección X <sup>(1)</sup>                                                                                                                                                                                                    |                                                                       | No procede |
| - En dirección Y:<br><i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> | Reserva seguridad: 39.7 %                                             | Cumple     |
| (1) Sin momento de vuelco                                                                                                                                                                                                          |                                                                       |            |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                                              |                                                                       |            |

| Referencia: N28                                                                                                                                       |                                                                     |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------|
| Dimensiones: 235 x 345 x 105                                                                                                                          |                                                                     |        |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                                                  |                                                                     |        |
| Comprobación                                                                                                                                          | Valores                                                             | Estado |
| - En dirección X:                                                                                                                                     | Momento: 3.35 t·m                                                   | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                     | Momento: 27.99 t·m                                                  | Cumple |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                |                                                                     |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                     | Cortante: 0.00 t                                                    | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                     | Cortante: 16.15 t                                                   | Cumple |
| Compresión oblicua en la zapata:                                                                                                                      |                                                                     |        |
| - Situaciones persistentes:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                     | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 7.46 t/m <sup>2</sup> | Cumple |
| Canto mínimo:<br><i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                            | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 105 cm                                  | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:                                                                                                         |                                                                     |        |
| - N28:                                                                                                                                                | Mínimo: 95 cm<br>Calculado: 97 cm                                   | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima:<br><i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>                                                                               | Mínimo: 0.0009                                                      |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 0.0009                                                   | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 0.0009                                                   | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 0.0009                                                   | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 0.0009                                                   | Cumple |
| Cuantía mínima necesaria por flexión:<br><i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>                                                                    | Calculado: 0.001                                                    |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0001                                                      | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0005                                                      | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0001                                                      | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0002                                                      | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras:<br><i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>                                                             | Mínimo: 12 mm                                                       |        |
| - Parrilla inferior:                                                                                                                                  | Calculado: 16 mm                                                    | Cumple |
| - Parrilla superior:                                                                                                                                  | Calculado: 16 mm                                                    | Cumple |
| Separación máxima entre barras:<br><i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>                                                                          | Máximo: 30 cm                                                       |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                                                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                                                    | Cumple |
| Separación mínima entre barras:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> | Mínimo: 10 cm                                                       |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                                                    | Cumple |



| Referencia: N28                                                                                                           |                                                                       |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------|
| Dimensiones: 235 x 345 x 105                                                                                              |                                                                       |            |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                      |                                                                       |            |
| Comprobación                                                                                                              | Valores                                                               | Estado     |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                            | Calculado: 21 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado superior dirección X:                                                                                            | Calculado: 21 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                            | Calculado: 21 cm                                                      | Cumple     |
| Longitud de anclaje:<br><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i> |                                                                       |            |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                      | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                     | Cumple     |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                      | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                     | Cumple     |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                   | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 51 cm                                     | Cumple     |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                    | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 51 cm                                     | Cumple     |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                      | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                     | Cumple     |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                      | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                     | Cumple     |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                   | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 51 cm                                     | Cumple     |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                    | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 51 cm                                     | Cumple     |
| Longitud mínima de las patillas:                                                                                          |                                                                       |            |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                      | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                      | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                      | Calculado: 19 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                      | Calculado: 19 cm                                                      | Cumple     |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                       |                                                                       |            |
| Referencia: N33                                                                                                           |                                                                       |            |
| Dimensiones: 235 x 345 x 105                                                                                              |                                                                       |            |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                      |                                                                       |            |
| Comprobación                                                                                                              | Valores                                                               | Estado     |
| Tensiones sobre el terreno:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                         |                                                                       |            |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                              | Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1.054 kp/cm <sup>2</sup>   | Cumple     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                  | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1.277 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                  | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 2.109 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| Vuelco de la zapata:                                                                                                      |                                                                       |            |
| - En dirección X <sup>(1)</sup>                                                                                           |                                                                       | No procede |

| Referencia: N33                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                    |                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Dimensiones: 235 x 345 x 105                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                    |                                      |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                    |                                      |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                    | Valores                                                                                            | Estado                               |
| - En dirección Y:<br><i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i><br>(1) Sin momento de vuelco | Reserva seguridad: 39.7 %                                                                          | Cumple                               |
| Flexión en la zapata:<br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                                                                                                                                                 | Momento: 3.37 t·m<br>Momento: 27.99 t·m                                                            | Cumple<br>Cumple                     |
| Cortante en la zapata:<br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                                                                                                                                                | Cortante: 0.00 t<br>Cortante: 16.15 t                                                              | Cumple<br>Cumple                     |
| Compresión oblicua en la zapata:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                           | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 7.46 t/m <sup>2</sup>                                | Cumple                               |
| Canto mínimo:<br><i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                                                                                                      | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 105 cm                                                                 | Cumple                               |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- N33:                                                                                                                                                                                                         | Mínimo: 95 cm<br>Calculado: 97 cm                                                                  | Cumple                               |
| Cuantía geométrica mínima:<br><i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i><br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado superior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:<br>- Armado superior dirección Y:                                                 | Mínimo: 0.0009<br>Calculado: 0.0009<br>Calculado: 0.0009<br>Calculado: 0.0009<br>Calculado: 0.0009 | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Cuantía mínima necesaria por flexión:<br><i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i><br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:<br>- Armado superior dirección X:<br>- Armado superior dirección Y:                                      | Calculado: 0.001<br>Mínimo: 0.0001<br>Mínimo: 0.0005<br>Mínimo: 0.0001<br>Mínimo: 0.0002           | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras:<br><i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i><br>- Parrilla inferior:<br>- Parrilla superior:                                                                                                                       | Mínimo: 12 mm<br>Calculado: 16 mm<br>Calculado: 16 mm                                              | Cumple<br>Cumple                     |
| Separación máxima entre barras:<br><i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i><br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:                                                                                                                | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 21 cm<br>Calculado: 21 cm                                              | Cumple<br>Cumple                     |

| Referencia: N33                                                                                                                                       |                                                                     |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------|
| Dimensiones: 235 x 345 x 105                                                                                                                          |                                                                     |        |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                                                  |                                                                     |        |
| Comprobación                                                                                                                                          | Valores                                                             | Estado |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                                                    | Cumple |
| Separación mínima entre barras:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> |                                                                     |        |
|                                                                                                                                                       | Mínimo: 10 cm                                                       |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                                                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                                                    | Cumple |
| Longitud de anclaje:<br><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>                             |                                                                     |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                  | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                   | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                  | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                   | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                               | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 51 cm                                   | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 51 cm                                   | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                  | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                   | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                  | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                   | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                               | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 51 cm                                   | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 51 cm                                   | Cumple |
| Longitud mínima de las patillas:                                                                                                                      |                                                                     |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                  | Calculado: 16 cm                                                    | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                  | Calculado: 16 cm                                                    | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                  | Calculado: 19 cm                                                    | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                  | Calculado: 19 cm                                                    | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                   |                                                                     |        |
| Referencia: N38                                                                                                                                       |                                                                     |        |
| Dimensiones: 235 x 345 x 105                                                                                                                          |                                                                     |        |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                                                  |                                                                     |        |
| Comprobación                                                                                                                                          | Valores                                                             | Estado |
| Tensiones sobre el terreno:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                     |                                                                     |        |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                          | Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1.054 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple |

| Referencia: N38                                                                                                                                                                                               |                                                                       |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------|
| Dimensiones: 235 x 345 x 105                                                                                                                                                                                  |                                                                       |            |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                                                                                                          |                                                                       |            |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                  | Valores                                                               | Estado     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                      | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1.277 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                      | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 2.109 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| Vuelco de la zapata:                                                                                                                                                                                          |                                                                       |            |
| - En dirección X <sup>(1)</sup>                                                                                                                                                                               |                                                                       | No procede |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                             |                                                                       |            |
| <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> | Reserva seguridad: 39.7 %                                             | Cumple     |
| <i>(1) Sin momento de vuelco</i>                                                                                                                                                                              |                                                                       |            |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                         |                                                                       |            |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                             | Momento: 3.39 t·m                                                     | Cumple     |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                             | Momento: 27.99 t·m                                                    | Cumple     |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                        |                                                                       |            |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                             | Cortante: 0.00 t                                                      | Cumple     |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                             | Cortante: 16.15 t                                                     | Cumple     |
| Compresión oblicua en la zapata:                                                                                                                                                                              |                                                                       |            |
| - Situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                   | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 7.46 t/m <sup>2</sup>   | Cumple     |
| <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                            |                                                                       |            |
| Canto mínimo:                                                                                                                                                                                                 | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 105 cm                                    | Cumple     |
| <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                                                                     |                                                                       |            |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:                                                                                                                                                                 |                                                                       |            |
| - N38:                                                                                                                                                                                                        | Mínimo: 95 cm<br>Calculado: 97 cm                                     | Cumple     |
| Cuantía geométrica mínima:                                                                                                                                                                                    |                                                                       |            |
| <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                                                                     | Mínimo: 0.0009                                                        |            |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                | Calculado: 0.0009                                                     | Cumple     |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                                                                                | Calculado: 0.0009                                                     | Cumple     |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                                | Calculado: 0.0009                                                     | Cumple     |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                                | Calculado: 0.0009                                                     | Cumple     |
| Cuantía mínima necesaria por flexión:                                                                                                                                                                         |                                                                       |            |
| <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                                                                     | Calculado: 0.001                                                      |            |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                | Mínimo: 0.0001                                                        | Cumple     |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                                | Mínimo: 0.0005                                                        | Cumple     |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                                | Mínimo: 0.0002                                                        | Cumple     |
| Diámetro mínimo de las barras:                                                                                                                                                                                |                                                                       |            |
| <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>                                                                                                                                                       | Mínimo: 12 mm                                                         |            |
| - Parrilla inferior:                                                                                                                                                                                          | Calculado: 16 mm                                                      | Cumple     |
| - Parrilla superior:                                                                                                                                                                                          | Calculado: 16 mm                                                      | Cumple     |

| Referencia: N38                                                                                                                                              |                                   |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------|
| Dimensiones: 235 x 345 x 105                                                                                                                                 |                                   |        |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                                                         |                                   |        |
| Comprobación                                                                                                                                                 | Valores                           | Estado |
| <b>Separación máxima entre barras:</b><br><i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>                                                                          | Máximo: 30 cm                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                               | Calculado: 21 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                               | Calculado: 21 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                               | Calculado: 21 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                               | Calculado: 21 cm                  | Cumple |
| <b>Separación mínima entre barras:</b><br><i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> | Mínimo: 10 cm                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                               | Calculado: 21 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                               | Calculado: 21 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                               | Calculado: 21 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                               | Calculado: 21 cm                  | Cumple |
| <b>Longitud de anclaje:</b><br><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>                             |                                   |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                         | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                         | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                      | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 51 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                       | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 51 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                         | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                         | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                      | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 51 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                       | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 51 cm | Cumple |
| <b>Longitud mínima de las patillas:</b>                                                                                                                      | Mínimo: 16 cm                     |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                         | Calculado: 16 cm                  | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                         | Calculado: 16 cm                  | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                         | Calculado: 19 cm                  | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                         | Calculado: 19 cm                  | Cumple |
| <b>Se cumplen todas las comprobaciones</b>                                                                                                                   |                                   |        |

| Referencia: N43                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                   |                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Dimensiones: 235 x 345 x 105                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                   |                                                         |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                   |                                                         |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Valores                                                                                                                                                                                                                           | Estado                                                  |
| <p>Tensiones sobre el terreno:<br/><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i></p> <p>- Tensión media en situaciones persistentes:</p> <p>- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:</p> <p>- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:</p>                                                                                            | <p>Máximo: 2 kp/cm<sup>2</sup><br/>Calculado: 1.054 kp/cm<sup>2</sup></p> <p>Máximo: 2.5 kp/cm<sup>2</sup><br/>Calculado: 1.277 kp/cm<sup>2</sup></p> <p>Máximo: 2.5 kp/cm<sup>2</sup><br/>Calculado: 2.109 kp/cm<sup>2</sup></p> | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>               |
| <p>Vuelco de la zapata:</p> <p>- En dirección X <sup>(1)</sup></p> <p>- En dirección Y:</p> <p><i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i></p> <p><b>(1)</b> Sin momento de vuelco</p> | <p>Reserva seguridad: 39.7 %</p>                                                                                                                                                                                                  | <p>No procede</p> <p>Cumple</p>                         |
| <p>Flexión en la zapata:</p> <p>- En dirección X:</p> <p>- En dirección Y:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p>Momento: 3.41 t·m</p> <p>Momento: 27.99 t·m</p>                                                                                                                                                                                | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>                             |
| <p>Cortante en la zapata:</p> <p>- En dirección X:</p> <p>- En dirección Y:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                          | <p>Cortante: 0.00 t</p> <p>Cortante: 16.15 t</p>                                                                                                                                                                                  | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>                             |
| <p>Compresión oblicua en la zapata:</p> <p>- Situaciones persistentes:<br/><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i></p>                                                                                                                                                                                                                                        | <p>Máximo: 509.68 t/m<sup>2</sup><br/>Calculado: 7.46 t/m<sup>2</sup></p>                                                                                                                                                         | <p>Cumple</p>                                           |
| <p>Canto mínimo:<br/><i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p>Mínimo: 25 cm<br/>Calculado: 105 cm</p>                                                                                                                                                                                        | <p>Cumple</p>                                           |
| <p>Espacio para anclar arranques en cimentación:</p> <p>- N43:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p>Mínimo: 95 cm<br/>Calculado: 97 cm</p>                                                                                                                                                                                         | <p>Cumple</p>                                           |
| <p>Cuantía geométrica mínima:<br/><i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>                                                                                                                  | <p>Mínimo: 0.0009</p> <p>Calculado: 0.0009</p> <p>Calculado: 0.0009</p> <p>Calculado: 0.0009</p> <p>Calculado: 0.0009</p>                                                                                                         | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> |
| <p>Cuantía mínima necesaria por flexión:<br/><i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>                                                                                                                                             | <p>Calculado: 0.001</p> <p>Mínimo: 0.0001</p> <p>Mínimo: 0.0005</p> <p>Mínimo: 0.0002</p>                                                                                                                                         | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>               |

| Referencia: N43                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dimensiones: 235 x 345 x 105                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                 |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                 |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Valores                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Estado                                                                                                          |
| <p>Diámetro mínimo de las barras:<br/><i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i></p> <p>- Parrilla inferior:</p> <p>- Parrilla superior:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>Mínimo: 12 mm</p> <p>Calculado: 16 mm</p> <p>Calculado: 16 mm</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>                                                                                     |
| <p>Separación máxima entre barras:<br/><i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                | <p>Máximo: 30 cm</p> <p>Calculado: 21 cm</p> <p>Calculado: 21 cm</p> <p>Calculado: 21 cm</p> <p>Calculado: 21 cm</p>                                                                                                                                                                                                                                                    | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>                                                         |
| <p>Separación mínima entre barras:<br/><i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>                                                                                                                                                                                       | <p>Mínimo: 10 cm</p> <p>Calculado: 21 cm</p> <p>Calculado: 21 cm</p> <p>Calculado: 21 cm</p> <p>Calculado: 21 cm</p>                                                                                                                                                                                                                                                    | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>                                                         |
| <p>Longitud de anclaje:<br/><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i></p> <p>- Armado inf. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado sup. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado sup. dirección Y hacia abajo:</p> | <p>Mínimo: 16 cm</p> <p>Calculado: 16 cm</p> <p>Mínimo: 16 cm</p> <p>Calculado: 16 cm</p> <p>Mínimo: 16 cm</p> <p>Calculado: 51 cm</p> <p>Mínimo: 16 cm</p> <p>Calculado: 51 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm</p> <p>Calculado: 19 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm</p> <p>Calculado: 19 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm</p> <p>Calculado: 51 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm</p> <p>Calculado: 51 cm</p> | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> |
| <p>Longitud mínima de las patillas:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia izq:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p>Mínimo: 16 cm</p> <p>Calculado: 16 cm</p> <p>Calculado: 16 cm</p> <p>Calculado: 19 cm</p> <p>Calculado: 19 cm</p>                                                                                                                                                                                                                                                    | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>                                                         |

|                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                       |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------|
| Referencia: N43                                                                                                                                                                                                                    |                                                                       |            |
| Dimensiones: 235 x 345 x 105                                                                                                                                                                                                       |                                                                       |            |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                                                                                                                               |                                                                       |            |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                       | Valores                                                               | Estado     |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                |                                                                       |            |
| Referencia: N48                                                                                                                                                                                                                    |                                                                       |            |
| Dimensiones: 195 x 285 x 105                                                                                                                                                                                                       |                                                                       |            |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                                                                                                                               |                                                                       |            |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                       | Valores                                                               | Estado     |
| Tensiones sobre el terreno:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                  |                                                                       |            |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                       | Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1.125 kp/cm <sup>2</sup>   | Cumple     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                                           | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1.336 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                                           | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 2.251 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| Vuelco de la zapata:                                                                                                                                                                                                               |                                                                       |            |
| - En dirección X <sup>(1)</sup>                                                                                                                                                                                                    |                                                                       | No procede |
| - En dirección Y:<br><i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> | Reserva seguridad: 36.9 %                                             | Cumple     |
| <i>(1) Sin momento de vuelco</i>                                                                                                                                                                                                   |                                                                       |            |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                                              |                                                                       |            |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                  | Momento: 2.38 t·m                                                     | Cumple     |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                  | Momento: 16.32 t·m                                                    | Cumple     |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                                             |                                                                       |            |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                  | Cortante: 0.00 t                                                      | Cumple     |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                  | Cortante: 6.51 t                                                      | Cumple     |
| Compresión oblicua en la zapata:                                                                                                                                                                                                   |                                                                       |            |
| - Situaciones persistentes:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                  | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 6.65 t/m <sup>2</sup>   | Cumple     |
| Canto mínimo:<br><i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                                                                         | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 105 cm                                    | Cumple     |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:                                                                                                                                                                                      |                                                                       |            |
| - N48:                                                                                                                                                                                                                             | Mínimo: 95 cm<br>Calculado: 97 cm                                     | Cumple     |
| Cuantía geométrica mínima:<br><i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                                                            | Mínimo: 0.0009                                                        |            |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                                     | Calculado: 0.0009                                                     | Cumple     |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                                                                                                     | Calculado: 0.0009                                                     | Cumple     |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                                                     | Calculado: 0.0009                                                     | Cumple     |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                                                     | Calculado: 0.0009                                                     | Cumple     |



| Referencia: N48                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dimensiones: 195 x 285 x 105                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Valores                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Estado                                                                                            |
| <p>Cuantía mínima necesaria por flexión:<br/><i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <p>Calculado: 0.001</p> <p>Mínimo: 0.0001</p> <p>Mínimo: 0.0004</p> <p>Mínimo: 0.0002</p>                                                                                                                                                                                                                                                       | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>                                                         |
| <p>Diámetro mínimo de las barras:<br/><i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i></p> <p>- Parrilla inferior:</p> <p>- Parrilla superior:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>Mínimo: 12 mm</p> <p>Calculado: 16 mm</p> <p>Calculado: 16 mm</p>                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>                                                                       |
| <p>Separación máxima entre barras:<br/><i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                | <p>Máximo: 30 cm</p> <p>Calculado: 21 cm</p> <p>Calculado: 21 cm</p> <p>Calculado: 21 cm</p> <p>Calculado: 21 cm</p>                                                                                                                                                                                                                            | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>                                           |
| <p>Separación mínima entre barras:<br/><i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>                                                                                                                                                                                       | <p>Mínimo: 10 cm</p> <p>Calculado: 21 cm</p> <p>Calculado: 21 cm</p> <p>Calculado: 21 cm</p> <p>Calculado: 21 cm</p>                                                                                                                                                                                                                            | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>                                           |
| <p>Longitud de anclaje:<br/><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i></p> <p>- Armado inf. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado sup. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado sup. dirección Y hacia abajo:</p> | <p>Mínimo: 16 cm<br/>Calculado: 16 cm</p> <p>Mínimo: 16 cm<br/>Calculado: 16 cm</p> <p>Mínimo: 16 cm<br/>Calculado: 24 cm</p> <p>Mínimo: 16 cm<br/>Calculado: 24 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm<br/>Calculado: 19 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm<br/>Calculado: 19 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm<br/>Calculado: 24 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm<br/>Calculado: 24 cm</p> | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> |

| Referencia: N48                                                                                                                                                                                               |                                                                       |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------|
| Dimensiones: 195 x 285 x 105                                                                                                                                                                                  |                                                                       |            |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                                                                                                          |                                                                       |            |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                  | Valores                                                               | Estado     |
| Longitud mínima de las patillas:                                                                                                                                                                              | Mínimo: 16 cm                                                         |            |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                          | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                          | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                          | Calculado: 19 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                          | Calculado: 19 cm                                                      | Cumple     |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                           |                                                                       |            |
| Referencia: N46                                                                                                                                                                                               |                                                                       |            |
| Dimensiones: 195 x 285 x 105                                                                                                                                                                                  |                                                                       |            |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                                                                                                          |                                                                       |            |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                  | Valores                                                               | Estado     |
| Tensiones sobre el terreno:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                             |                                                                       |            |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                                  | Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1.125 kp/cm <sup>2</sup>   | Cumple     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                      | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1.336 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                      | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 2.25 kp/cm <sup>2</sup>  | Cumple     |
| Vuelco de la zapata:                                                                                                                                                                                          |                                                                       |            |
| - En dirección X <sup>(1)</sup>                                                                                                                                                                               |                                                                       | No procede |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                             |                                                                       |            |
| <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> | Reserva seguridad: 37.0 %                                             | Cumple     |
| <i>(1) Sin momento de vuelco</i>                                                                                                                                                                              |                                                                       |            |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                         |                                                                       |            |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                             | Momento: 2.37 t·m                                                     | Cumple     |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                             | Momento: 16.32 t·m                                                    | Cumple     |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                        |                                                                       |            |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                             | Cortante: 0.00 t                                                      | Cumple     |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                             | Cortante: 6.51 t                                                      | Cumple     |
| Compresión oblicua en la zapata:                                                                                                                                                                              |                                                                       |            |
| - Situaciones persistentes:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                             | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 6.65 t/m <sup>2</sup>   | Cumple     |
| Canto mínimo:<br><i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                                                    | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 105 cm                                    | Cumple     |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:                                                                                                                                                                 |                                                                       |            |
| - N46:                                                                                                                                                                                                        | Mínimo: 95 cm<br>Calculado: 97 cm                                     | Cumple     |
| Cuantía geométrica mínima:<br><i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                                       | Mínimo: 0.0009                                                        |            |

| Referencia: N46                                                                                                                                       |                                   |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------|
| Dimensiones: 195 x 285 x 105                                                                                                                          |                                   |        |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                                                  |                                   |        |
| Comprobación                                                                                                                                          | Valores                           | Estado |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 0.0009                 | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 0.0009                 | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 0.0009                 | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 0.0009                 | Cumple |
| Cuantía mínima necesaria por flexión:<br><i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>                                                                    | Calculado: 0.001                  |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0001                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0004                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0002                    | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras:<br><i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>                                                             | Mínimo: 12 mm                     |        |
| - Parrilla inferior:                                                                                                                                  | Calculado: 16 mm                  | Cumple |
| - Parrilla superior:                                                                                                                                  | Calculado: 16 mm                  | Cumple |
| Separación máxima entre barras:<br><i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>                                                                          | Máximo: 30 cm                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                  | Cumple |
| Separación mínima entre barras:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> | Mínimo: 10 cm                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                  | Cumple |
| Longitud de anclaje:<br><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>                             |                                   |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                  | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                  | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                               | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 24 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 24 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                  | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                  | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm | Cumple |

| Referencia: N46                                                                                                                                                                                                                    |                                                                       |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------|
| Dimensiones: 195 x 285 x 105                                                                                                                                                                                                       |                                                                       |            |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                                                                                                                               |                                                                       |            |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                       | Valores                                                               | Estado     |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                            | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 24 cm                                     | Cumple     |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                             | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 24 cm                                     | Cumple     |
| Longitud mínima de las patillas:                                                                                                                                                                                                   | Mínimo: 16 cm                                                         |            |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                               | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                               | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                               | Calculado: 19 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                               | Calculado: 19 cm                                                      | Cumple     |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                |                                                                       |            |
| Referencia: N41                                                                                                                                                                                                                    |                                                                       |            |
| Dimensiones: 235 x 345 x 105                                                                                                                                                                                                       |                                                                       |            |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                                                                                                                               |                                                                       |            |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                       | Valores                                                               | Estado     |
| Tensiones sobre el terreno:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                  |                                                                       |            |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                       | Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1.054 kp/cm <sup>2</sup>   | Cumple     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                                           | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1.277 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                                           | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 2.109 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| Vuelco de la zapata:                                                                                                                                                                                                               |                                                                       |            |
| - En dirección X <sup>(1)</sup>                                                                                                                                                                                                    |                                                                       | No procede |
| - En dirección Y:<br><i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> | Reserva seguridad: 39.7 %                                             | Cumple     |
| <i>(1) Sin momento de vuelco</i>                                                                                                                                                                                                   |                                                                       |            |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                                              |                                                                       |            |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                  | Momento: 3.41 t·m                                                     | Cumple     |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                  | Momento: 27.99 t·m                                                    | Cumple     |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                                             |                                                                       |            |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                  | Cortante: 0.00 t                                                      | Cumple     |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                  | Cortante: 16.15 t                                                     | Cumple     |
| Compresión oblicua en la zapata:                                                                                                                                                                                                   |                                                                       |            |
| - Situaciones persistentes:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                  | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 7.46 t/m <sup>2</sup>   | Cumple     |
| Canto mínimo:<br><i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                                                                         | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 105 cm                                    | Cumple     |

| Referencia: N41                                                                                                                                       |                                   |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------|
| Dimensiones: 235 x 345 x 105                                                                                                                          |                                   |        |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                                                  |                                   |        |
| Comprobación                                                                                                                                          | Valores                           | Estado |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- N41:                                                                                               | Mínimo: 95 cm<br>Calculado: 97 cm | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima:<br><i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>                                                                               | Mínimo: 0.0009                    |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 0.0009                 | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 0.0009                 | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 0.0009                 | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 0.0009                 | Cumple |
| Cuantía mínima necesaria por flexión:<br><i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>                                                                    | Calculado: 0.001                  |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0001                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0005                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0002                    | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras:<br><i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>                                                             | Mínimo: 12 mm                     |        |
| - Parrilla inferior:                                                                                                                                  | Calculado: 16 mm                  | Cumple |
| - Parrilla superior:                                                                                                                                  | Calculado: 16 mm                  | Cumple |
| Separación máxima entre barras:<br><i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>                                                                          | Máximo: 30 cm                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                  | Cumple |
| Separación mínima entre barras:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> | Mínimo: 10 cm                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                  | Cumple |
| Longitud de anclaje:<br><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>                             |                                   |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                  | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                  | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                               | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 51 cm | Cumple |

| Referencia: N41                                                                                                                                                                                                                        |                                                                       |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------|
| Dimensiones: 235 x 345 x 105                                                                                                                                                                                                           |                                                                       |            |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                                                                                                                                   |                                                                       |            |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                           | Valores                                                               | Estado     |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                                 | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 51 cm                                     | Cumple     |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                                   | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                     | Cumple     |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                                   | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                     | Cumple     |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                                | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 51 cm                                     | Cumple     |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                                 | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 51 cm                                     | Cumple     |
| Longitud mínima de las patillas:                                                                                                                                                                                                       | Mínimo: 16 cm                                                         |            |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                                   | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                                   | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                                   | Calculado: 19 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                                   | Calculado: 19 cm                                                      | Cumple     |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                    |                                                                       |            |
| Referencia: N36                                                                                                                                                                                                                        |                                                                       |            |
| Dimensiones: 235 x 345 x 105                                                                                                                                                                                                           |                                                                       |            |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                                                                                                                                   |                                                                       |            |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                           | Valores                                                               | Estado     |
| Tensiones sobre el terreno:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                      |                                                                       |            |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                           | Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1.054 kp/cm <sup>2</sup>   | Cumple     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                                               | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1.277 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                                               | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 2.109 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| Vuelco de la zapata:                                                                                                                                                                                                                   |                                                                       |            |
| - En dirección X <sup>(1)</sup>                                                                                                                                                                                                        |                                                                       | No procede |
| - En dirección Y:<br><br><i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> | Reserva seguridad: 39.7 %                                             | Cumple     |
| <b>(1)</b> Sin momento de vuelco                                                                                                                                                                                                       |                                                                       |            |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                                                  |                                                                       |            |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                      | Momento: 3.39 t·m                                                     | Cumple     |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                      | Momento: 27.99 t·m                                                    | Cumple     |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                                                 |                                                                       |            |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                      | Cortante: 0.00 t                                                      | Cumple     |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                      | Cortante: 16.15 t                                                     | Cumple     |

| Referencia: N36                                                                                                                                       |                                                                     |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------|
| Dimensiones: 235 x 345 x 105                                                                                                                          |                                                                     |        |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                                                  |                                                                     |        |
| Comprobación                                                                                                                                          | Valores                                                             | Estado |
| Compresión oblicua en la zapata:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                 | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 7.46 t/m <sup>2</sup> | Cumple |
| Canto mínimo:<br><i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                            | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 105 cm                                  | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- N36:                                                                                               | Mínimo: 95 cm<br>Calculado: 97 cm                                   | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima:<br><i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>                                                                               | Mínimo: 0.0009                                                      |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 0.0009                                                   | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 0.0009                                                   | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 0.0009                                                   | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 0.0009                                                   | Cumple |
| Cuantía mínima necesaria por flexión:<br><i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>                                                                    | Calculado: 0.001                                                    |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0001                                                      | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0005                                                      | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0002                                                      | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras:<br><i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>                                                             | Mínimo: 12 mm                                                       |        |
| - Parrilla inferior:                                                                                                                                  | Calculado: 16 mm                                                    | Cumple |
| - Parrilla superior:                                                                                                                                  | Calculado: 16 mm                                                    | Cumple |
| Separación máxima entre barras:<br><i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>                                                                          | Máximo: 30 cm                                                       |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                                                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                                                    | Cumple |
| Separación mínima entre barras:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> | Mínimo: 10 cm                                                       |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                                                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                                                    | Cumple |
| Longitud de anclaje:<br><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>                             |                                                                     |        |

| Referencia: N36                                                                                                                                                                                                                    |                                                                       |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------|
| Dimensiones: 235 x 345 x 105                                                                                                                                                                                                       |                                                                       |            |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                                                                                                                               |                                                                       |            |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                       | Valores                                                               | Estado     |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                               | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                     | Cumple     |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                               | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                     | Cumple     |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                            | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 51 cm                                     | Cumple     |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                             | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 51 cm                                     | Cumple     |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                               | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                     | Cumple     |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                               | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                     | Cumple     |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                            | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 51 cm                                     | Cumple     |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                             | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 51 cm                                     | Cumple     |
| Longitud mínima de las patillas:                                                                                                                                                                                                   | Mínimo: 16 cm                                                         |            |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                               | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                               | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                               | Calculado: 19 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                               | Calculado: 19 cm                                                      | Cumple     |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                |                                                                       |            |
| Referencia: N31                                                                                                                                                                                                                    |                                                                       |            |
| Dimensiones: 235 x 345 x 105                                                                                                                                                                                                       |                                                                       |            |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                                                                                                                               |                                                                       |            |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                       | Valores                                                               | Estado     |
| Tensiones sobre el terreno:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                  |                                                                       |            |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                       | Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1.054 kp/cm <sup>2</sup>   | Cumple     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                                           | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1.277 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                                           | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 2.109 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| Vuelco de la zapata:                                                                                                                                                                                                               |                                                                       |            |
| - En dirección X <sup>(1)</sup>                                                                                                                                                                                                    |                                                                       | No procede |
| - En dirección Y:<br><i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> | Reserva seguridad: 39.7 %                                             | Cumple     |
| <i>(1) Sin momento de vuelco</i>                                                                                                                                                                                                   |                                                                       |            |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                                              |                                                                       |            |



| Referencia: N31                                                                                                                                       |                                                                     |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------|
| Dimensiones: 235 x 345 x 105                                                                                                                          |                                                                     |        |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                                                  |                                                                     |        |
| Comprobación                                                                                                                                          | Valores                                                             | Estado |
| - En dirección X:                                                                                                                                     | Momento: 3.37 t-m                                                   | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                     | Momento: 27.99 t-m                                                  | Cumple |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                |                                                                     |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                     | Cortante: 0.00 t                                                    | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                     | Cortante: 16.15 t                                                   | Cumple |
| Compresión oblicua en la zapata:                                                                                                                      |                                                                     |        |
| - Situaciones persistentes:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                     | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 7.46 t/m <sup>2</sup> | Cumple |
| Canto mínimo:<br><i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                            | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 105 cm                                  | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:                                                                                                         |                                                                     |        |
| - N31:                                                                                                                                                | Mínimo: 95 cm<br>Calculado: 97 cm                                   | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima:<br><i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>                                                                               | Mínimo: 0.0009                                                      |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 0.0009                                                   | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 0.0009                                                   | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 0.0009                                                   | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 0.0009                                                   | Cumple |
| Cuantía mínima necesaria por flexión:<br><i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>                                                                    | Calculado: 0.001                                                    |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0001                                                      | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0005                                                      | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0001                                                      | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0002                                                      | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras:<br><i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>                                                             | Mínimo: 12 mm                                                       |        |
| - Parrilla inferior:                                                                                                                                  | Calculado: 16 mm                                                    | Cumple |
| - Parrilla superior:                                                                                                                                  | Calculado: 16 mm                                                    | Cumple |
| Separación máxima entre barras:<br><i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>                                                                          | Máximo: 30 cm                                                       |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                                                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                                                    | Cumple |
| Separación mínima entre barras:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> | Mínimo: 10 cm                                                       |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                                                    | Cumple |

| Referencia: N31                                                                                                           |                                                                       |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------|
| Dimensiones: 235 x 345 x 105                                                                                              |                                                                       |            |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                      |                                                                       |            |
| Comprobación                                                                                                              | Valores                                                               | Estado     |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                            | Calculado: 21 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado superior dirección X:                                                                                            | Calculado: 21 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                            | Calculado: 21 cm                                                      | Cumple     |
| Longitud de anclaje:<br><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i> |                                                                       |            |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                      | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                     | Cumple     |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                      | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                     | Cumple     |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                   | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 51 cm                                     | Cumple     |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                    | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 51 cm                                     | Cumple     |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                      | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                     | Cumple     |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                      | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                     | Cumple     |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                   | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 51 cm                                     | Cumple     |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                    | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 51 cm                                     | Cumple     |
| Longitud mínima de las patillas:                                                                                          |                                                                       |            |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                      | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                      | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                      | Calculado: 19 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                      | Calculado: 19 cm                                                      | Cumple     |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                       |                                                                       |            |
| Referencia: N26                                                                                                           |                                                                       |            |
| Dimensiones: 235 x 345 x 105                                                                                              |                                                                       |            |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                      |                                                                       |            |
| Comprobación                                                                                                              | Valores                                                               | Estado     |
| Tensiones sobre el terreno:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                         |                                                                       |            |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                              | Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1.054 kp/cm <sup>2</sup>   | Cumple     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                  | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1.277 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                  | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 2.109 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| Vuelco de la zapata:                                                                                                      |                                                                       |            |
| - En dirección X <sup>(1)</sup>                                                                                           |                                                                       | No procede |

| Referencia: N26                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                     |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------|
| Dimensiones: 235 x 345 x 105                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                     |        |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                                                                                                                                                                   |                                                                     |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                           | Valores                                                             | Estado |
| - En dirección Y:<br><i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i><br><b>(1) Sin momento de vuelco</b> | Reserva seguridad: 39.7 %                                           | Cumple |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                     |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                                                      | Momento: 3.35 t·m                                                   | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                      | Momento: 27.99 t·m                                                  | Cumple |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                     |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                                                      | Cortante: 0.00 t                                                    | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                      | Cortante: 16.15 t                                                   | Cumple |
| Compresión oblicua en la zapata:                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                     |        |
| - Situaciones persistentes:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                                                      | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 7.46 t/m <sup>2</sup> | Cumple |
| Canto mínimo:<br><i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                                                                                                             | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 105 cm                                  | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- N26:                                                                                                                                                                                                                | Mínimo: 95 cm<br>Calculado: 97 cm                                   | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima:<br><i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                                                                                                | Mínimo: 0.0009                                                      |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                                                                         | Calculado: 0.0009                                                   | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                                                                                                                                         | Calculado: 0.0009                                                   | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                         | Calculado: 0.0009                                                   | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                         | Calculado: 0.0009                                                   | Cumple |
| Cuantía mínima necesaria por flexión:<br><i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                                                                                     | Calculado: 0.001                                                    |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                                                                         | Mínimo: 0.0001                                                      | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                         | Mínimo: 0.0005                                                      | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                                                                                                                                         | Mínimo: 0.0001                                                      | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                         | Mínimo: 0.0002                                                      | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras:<br><i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>                                                                                                                                                                              | Mínimo: 12 mm                                                       |        |
| - Parrilla inferior:                                                                                                                                                                                                                                                   | Calculado: 16 mm                                                    | Cumple |
| - Parrilla superior:                                                                                                                                                                                                                                                   | Calculado: 16 mm                                                    | Cumple |
| Separación máxima entre barras:<br><i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                                                                                           | Máximo: 30 cm                                                       |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                                                                         | Calculado: 21 cm                                                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                         | Calculado: 21 cm                                                    | Cumple |

| Referencia: N26                                                                                                                                       |                                                                     |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------|
| Dimensiones: 235 x 345 x 105                                                                                                                          |                                                                     |        |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                                                  |                                                                     |        |
| Comprobación                                                                                                                                          | Valores                                                             | Estado |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                                                    | Cumple |
| Separación mínima entre barras:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> | Mínimo: 10 cm                                                       |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                                                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 21 cm                                                    | Cumple |
| Longitud de anclaje:<br><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>                             |                                                                     |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                  | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                   | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                  | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                   | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                               | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 51 cm                                   | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 51 cm                                   | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                  | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                   | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                  | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                   | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                               | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 51 cm                                   | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 51 cm                                   | Cumple |
| Longitud mínima de las patillas:                                                                                                                      | Mínimo: 16 cm                                                       |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                  | Calculado: 16 cm                                                    | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                  | Calculado: 16 cm                                                    | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                  | Calculado: 19 cm                                                    | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                  | Calculado: 19 cm                                                    | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                   |                                                                     |        |
| Referencia: N21                                                                                                                                       |                                                                     |        |
| Dimensiones: 210 x 310 x 120                                                                                                                          |                                                                     |        |
| Armados: Xi:Ø20c/29 Yi:Ø20c/29 Xs:Ø20c/29 Ys:Ø20c/29                                                                                                  |                                                                     |        |
| Comprobación                                                                                                                                          | Valores                                                             | Estado |
| Tensiones sobre el terreno:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                     |                                                                     |        |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                          | Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1.236 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple |

| Referencia: N21                                                                                                                                                                                               |                                                                       |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------|
| Dimensiones: 210 x 310 x 120                                                                                                                                                                                  |                                                                       |            |
| Armados: Xi:Ø20c/29 Yi:Ø20c/29 Xs:Ø20c/29 Ys:Ø20c/29                                                                                                                                                          |                                                                       |            |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                  | Valores                                                               | Estado     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                      | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1.825 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                      | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 2.473 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| Vuelco de la zapata:                                                                                                                                                                                          |                                                                       |            |
| - En dirección X <sup>(1)</sup>                                                                                                                                                                               |                                                                       | No procede |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                             |                                                                       |            |
| <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> | Reserva seguridad: 79.7 %                                             | Cumple     |
| <b>(1) Sin momento de vuelco</b>                                                                                                                                                                              |                                                                       |            |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                         |                                                                       |            |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                             | Momento: 8.14 t·m                                                     | Cumple     |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                             | Momento: 33.08 t·m                                                    | Cumple     |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                        |                                                                       |            |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                             | Cortante: 0.00 t                                                      | Cumple     |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                             | Cortante: 7.45 t                                                      | Cumple     |
| Compresión oblicua en la zapata:                                                                                                                                                                              |                                                                       |            |
| - Situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                   | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 18.88 t/m <sup>2</sup>  | Cumple     |
| <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                            |                                                                       |            |
| Canto mínimo:                                                                                                                                                                                                 | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 120 cm                                    | Cumple     |
| <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                                                                     |                                                                       |            |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:                                                                                                                                                                 |                                                                       |            |
| - N21:                                                                                                                                                                                                        | Mínimo: 110 cm<br>Calculado: 111 cm                                   | Cumple     |
| Cuantía geométrica mínima:                                                                                                                                                                                    |                                                                       |            |
| <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                                                                     | Mínimo: 0.0009                                                        |            |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                | Calculado: 0.0009                                                     | Cumple     |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                                                                                | Calculado: 0.0009                                                     | Cumple     |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                                | Calculado: 0.0009                                                     | Cumple     |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                                | Calculado: 0.0009                                                     | Cumple     |
| Cuantía mínima necesaria por flexión:                                                                                                                                                                         |                                                                       |            |
| <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                                                                     | Calculado: 0.001                                                      |            |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                | Mínimo: 0.0001                                                        | Cumple     |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                                | Mínimo: 0.0005                                                        | Cumple     |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                                | Mínimo: 0.0002                                                        | Cumple     |
| Diámetro mínimo de las barras:                                                                                                                                                                                |                                                                       |            |
| <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>                                                                                                                                                       | Mínimo: 12 mm                                                         |            |
| - Parrilla inferior:                                                                                                                                                                                          | Calculado: 20 mm                                                      | Cumple     |
| - Parrilla superior:                                                                                                                                                                                          | Calculado: 20 mm                                                      | Cumple     |

| Referencia: N21                                                                                                                                              |                                   |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------|
| Dimensiones: 210 x 310 x 120                                                                                                                                 |                                   |        |
| Armados: Xi:Ø20c/29 Yi:Ø20c/29 Xs:Ø20c/29 Ys:Ø20c/29                                                                                                         |                                   |        |
| Comprobación                                                                                                                                                 | Valores                           | Estado |
| <b>Separación máxima entre barras:</b><br><i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>                                                                          | Máximo: 30 cm                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                               | Calculado: 29 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                               | Calculado: 29 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                               | Calculado: 29 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                               | Calculado: 29 cm                  | Cumple |
| <b>Separación mínima entre barras:</b><br><i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> | Mínimo: 10 cm                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                               | Calculado: 29 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                               | Calculado: 29 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                               | Calculado: 29 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                               | Calculado: 29 cm                  | Cumple |
| <b>Longitud de anclaje:</b><br><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>                             |                                   |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                         | Mínimo: 20 cm<br>Calculado: 20 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                         | Mínimo: 20 cm<br>Calculado: 20 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                      | Mínimo: 20 cm<br>Calculado: 23 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                       | Mínimo: 21 cm<br>Calculado: 23 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                         | Mínimo: 28 cm<br>Calculado: 28 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                         | Mínimo: 28 cm<br>Calculado: 28 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                      | Mínimo: 43 cm<br>Calculado: 43 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                       | Mínimo: 43 cm<br>Calculado: 43 cm | Cumple |
| <b>Longitud mínima de las patillas:</b>                                                                                                                      | Mínimo: 20 cm                     |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                         | Calculado: 20 cm                  | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                         | Calculado: 20 cm                  | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                         | Calculado: 28 cm                  | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                         | Calculado: 28 cm                  | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                      | Calculado: 20 cm                  | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                       | Calculado: 20 cm                  | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                          |                                   |        |

| Referencia: N16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                   |                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Dimensiones: 210 x 310 x 105                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                   |                                                         |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                   |                                                         |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Valores                                                                                                                                                                                                                           | Estado                                                  |
| <p>Tensiones sobre el terreno:</p> <p><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i></p> <p>- Tensión media en situaciones persistentes:</p> <p>- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:</p> <p>- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:</p>                                                                                         | <p>Máximo: 2 kp/cm<sup>2</sup><br/>Calculado: 1.214 kp/cm<sup>2</sup></p> <p>Máximo: 2.5 kp/cm<sup>2</sup><br/>Calculado: 2.001 kp/cm<sup>2</sup></p> <p>Máximo: 2.5 kp/cm<sup>2</sup><br/>Calculado: 2.429 kp/cm<sup>2</sup></p> | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>               |
| <p>Vuelco de la zapata:</p> <p>- En dirección X <sup>(1)</sup></p> <p>- En dirección Y:</p> <p><i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i></p> <p><b>(1) Sin momento de vuelco</b></p> | <p>Reserva seguridad: 143.9 %</p>                                                                                                                                                                                                 | <p>No procede</p> <p>Cumple</p>                         |
| <p>Flexión en la zapata:</p> <p>- En dirección X:</p> <p>- En dirección Y:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p>Momento: 13.02 t·m</p> <p>Momento: 39.89 t·m</p>                                                                                                                                                                               | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>                             |
| <p>Cortante en la zapata:</p> <p>- En dirección X:</p> <p>- En dirección Y:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                          | <p>Cortante: 0.00 t</p> <p>Cortante: 16.27 t</p>                                                                                                                                                                                  | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>                             |
| <p>Compresión oblicua en la zapata:</p> <p>- Situaciones persistentes:</p> <p><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i></p>                                                                                                                                                                                                                                     | <p>Máximo: 509.68 t/m<sup>2</sup><br/>Calculado: 35.33 t/m<sup>2</sup></p>                                                                                                                                                        | <p>Cumple</p>                                           |
| <p>Canto mínimo:</p> <p><i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <p>Mínimo: 25 cm<br/>Calculado: 105 cm</p>                                                                                                                                                                                        | <p>Cumple</p>                                           |
| <p>Espacio para anclar arranques en cimentación:</p> <p>- N16:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p>Mínimo: 95 cm<br/>Calculado: 97 cm</p>                                                                                                                                                                                         | <p>Cumple</p>                                           |
| <p>Cuantía geométrica mínima:</p> <p><i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>                                                                                                               | <p>Mínimo: 0.0009</p> <p>Calculado: 0.0009</p> <p>Calculado: 0.0009</p> <p>Calculado: 0.0009</p> <p>Calculado: 0.0009</p>                                                                                                         | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> |
| <p>Cuantía mínima necesaria por flexión:</p> <p><i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>                                                                                                                                          | <p>Calculado: 0.001</p> <p>Mínimo: 0.0002</p> <p>Mínimo: 0.0007</p> <p>Mínimo: 0.0001</p>                                                                                                                                         | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>               |

| Referencia: N16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dimensiones: 210 x 310 x 105                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                 |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                 |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Valores                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Estado                                                                                                          |
| <p>Diámetro mínimo de las barras:<br/><i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i></p> <p>- Parrilla inferior:</p> <p>- Parrilla superior:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>Mínimo: 12 mm</p> <p>Calculado: 16 mm</p> <p>Calculado: 16 mm</p>                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>                                                                                     |
| <p>Separación máxima entre barras:<br/><i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                | <p>Máximo: 30 cm</p> <p>Calculado: 21 cm</p> <p>Calculado: 21 cm</p> <p>Calculado: 21 cm</p> <p>Calculado: 21 cm</p>                                                                                                                                                                                                                            | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>                                                         |
| <p>Separación mínima entre barras:<br/><i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>                                                                                                                                                                                       | <p>Mínimo: 10 cm</p> <p>Calculado: 21 cm</p> <p>Calculado: 21 cm</p> <p>Calculado: 21 cm</p> <p>Calculado: 21 cm</p>                                                                                                                                                                                                                            | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>                                                         |
| <p>Longitud de anclaje:<br/><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i></p> <p>- Armado inf. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado sup. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado sup. dirección Y hacia abajo:</p> | <p>Mínimo: 16 cm<br/>Calculado: 16 cm</p> <p>Mínimo: 16 cm<br/>Calculado: 16 cm</p> <p>Mínimo: 16 cm<br/>Calculado: 35 cm</p> <p>Mínimo: 22 cm<br/>Calculado: 35 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm<br/>Calculado: 19 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm<br/>Calculado: 19 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm<br/>Calculado: 35 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm<br/>Calculado: 35 cm</p> | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> |
| <p>Longitud mínima de las patillas:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia izq:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p>Mínimo: 16 cm</p> <p>Calculado: 16 cm</p> <p>Calculado: 16 cm</p> <p>Calculado: 19 cm</p> <p>Calculado: 19 cm</p>                                                                                                                                                                                                                            | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>                                                         |



|                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                       |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------|
| Referencia: N16                                                                                                                                                                                                                    |                                                                       |            |
| Dimensiones: 210 x 310 x 105                                                                                                                                                                                                       |                                                                       |            |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                                                                                                                               |                                                                       |            |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                       | Valores                                                               | Estado     |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                |                                                                       |            |
| Referencia: N11                                                                                                                                                                                                                    |                                                                       |            |
| Dimensiones: 210 x 310 x 105                                                                                                                                                                                                       |                                                                       |            |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                                                                                                                               |                                                                       |            |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                       | Valores                                                               | Estado     |
| Tensiones sobre el terreno:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                  |                                                                       |            |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                       | Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1.209 kp/cm <sup>2</sup>   | Cumple     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                                           | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1.995 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                                           | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 2.419 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| Vuelco de la zapata:                                                                                                                                                                                                               |                                                                       |            |
| - En dirección X <sup>(1)</sup>                                                                                                                                                                                                    |                                                                       | No procede |
| - En dirección Y:<br><i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> | Reserva seguridad: 145.1 %                                            | Cumple     |
| <i>(1) Sin momento de vuelco</i>                                                                                                                                                                                                   |                                                                       |            |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                                              |                                                                       |            |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                  | Momento: 12.99 t·m                                                    | Cumple     |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                  | Momento: 39.78 t·m                                                    | Cumple     |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                                             |                                                                       |            |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                  | Cortante: 0.00 t                                                      | Cumple     |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                  | Cortante: 16.22 t                                                     | Cumple     |
| Compresión oblicua en la zapata:                                                                                                                                                                                                   |                                                                       |            |
| - Situaciones persistentes:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                  | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 35.31 t/m <sup>2</sup>  | Cumple     |
| Canto mínimo:<br><i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                                                                         | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 105 cm                                    | Cumple     |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:                                                                                                                                                                                      |                                                                       |            |
| - N11:                                                                                                                                                                                                                             | Mínimo: 95 cm<br>Calculado: 97 cm                                     | Cumple     |
| Cuantía geométrica mínima:<br><i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                                                            | Mínimo: 0.0009                                                        |            |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                                     | Calculado: 0.0009                                                     | Cumple     |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                                                                                                     | Calculado: 0.0009                                                     | Cumple     |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                                                     | Calculado: 0.0009                                                     | Cumple     |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                                                     | Calculado: 0.0009                                                     | Cumple     |

| Referencia: N11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dimensiones: 210 x 310 x 105                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                 |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                 |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Valores                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Estado                                                                                                          |
| <p>Cuantía mínima necesaria por flexión:<br/><i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <p>Calculado: 0.001</p> <p>Mínimo: 0.0002</p> <p>Mínimo: 0.0007</p> <p>Mínimo: 0.0001</p>                                                                                                                                                                                                                                                       | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>                                                                       |
| <p>Diámetro mínimo de las barras:<br/><i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i></p> <p>- Parrilla inferior:</p> <p>- Parrilla superior:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>Mínimo: 12 mm</p> <p>Calculado: 16 mm</p> <p>Calculado: 16 mm</p>                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>                                                                                     |
| <p>Separación máxima entre barras:<br/><i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                | <p>Máximo: 30 cm</p> <p>Calculado: 21 cm</p> <p>Calculado: 21 cm</p> <p>Calculado: 21 cm</p> <p>Calculado: 21 cm</p>                                                                                                                                                                                                                            | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>                                                         |
| <p>Separación mínima entre barras:<br/><i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>                                                                                                                                                                                       | <p>Mínimo: 10 cm</p> <p>Calculado: 21 cm</p> <p>Calculado: 21 cm</p> <p>Calculado: 21 cm</p> <p>Calculado: 21 cm</p>                                                                                                                                                                                                                            | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>                                                         |
| <p>Longitud de anclaje:<br/><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i></p> <p>- Armado inf. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado sup. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado sup. dirección Y hacia abajo:</p> | <p>Mínimo: 16 cm<br/>Calculado: 16 cm</p> <p>Mínimo: 16 cm<br/>Calculado: 16 cm</p> <p>Mínimo: 16 cm<br/>Calculado: 35 cm</p> <p>Mínimo: 22 cm<br/>Calculado: 35 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm<br/>Calculado: 19 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm<br/>Calculado: 19 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm<br/>Calculado: 35 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm<br/>Calculado: 35 cm</p> | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> |

| Referencia: N11                                                                                                                                                                                                                        |                                                                       |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------|
| Dimensiones: 210 x 310 x 105                                                                                                                                                                                                           |                                                                       |            |
| Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21                                                                                                                                                                                   |                                                                       |            |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                           | Valores                                                               | Estado     |
| Longitud mínima de las patillas:                                                                                                                                                                                                       | Mínimo: 16 cm                                                         |            |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                                   | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                                   | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                                   | Calculado: 19 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                                   | Calculado: 19 cm                                                      | Cumple     |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                    |                                                                       |            |
| Referencia: N6                                                                                                                                                                                                                         |                                                                       |            |
| Dimensiones: 180 x 260 x 80                                                                                                                                                                                                            |                                                                       |            |
| Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27                                                                                                                                                                                                         |                                                                       |            |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                           | Valores                                                               | Estado     |
| Tensiones sobre el terreno:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                      |                                                                       |            |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                           | Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1.255 kp/cm <sup>2</sup>   | Cumple     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                                               | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 2.106 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                                               | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 2.481 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| Vuelco de la zapata:                                                                                                                                                                                                                   |                                                                       |            |
| - En dirección X <sup>(1)</sup>                                                                                                                                                                                                        |                                                                       | No procede |
| - En dirección Y:<br><br><i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> | Reserva seguridad: 198.2 %                                            | Cumple     |
| <b>(1) Sin momento de vuelco</b>                                                                                                                                                                                                       |                                                                       |            |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                                                  |                                                                       |            |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                      | Momento: 10.84 t·m                                                    | Cumple     |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                      | Momento: 26.43 t·m                                                    | Cumple     |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                                                 |                                                                       |            |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                      | Cortante: 0.00 t                                                      | Cumple     |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                      | Cortante: 16.57 t                                                     | Cumple     |
| Compresión oblicua en la zapata:                                                                                                                                                                                                       |                                                                       |            |
| - Situaciones persistentes:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                      | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 53 t/m <sup>2</sup>     | Cumple     |
| Canto mínimo:<br><i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                                                                             | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 80 cm                                     | Cumple     |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:                                                                                                                                                                                          |                                                                       |            |
| - N6:                                                                                                                                                                                                                                  | Mínimo: 70 cm<br>Calculado: 72 cm                                     | Cumple     |
| Cuantía geométrica mínima:<br><i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                                                                | Mínimo: 0.0009                                                        |            |

| Referencia: N6                                                                                                                                        |                                                                     |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------|
| Dimensiones: 180 x 260 x 80                                                                                                                           |                                                                     |        |
| Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27                                                                                                                        |                                                                     |        |
| Comprobación                                                                                                                                          | Valores                                                             | Estado |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 0.0009                                                   | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 0.0009                                                   | Cumple |
| Cuantía mínima necesaria por flexión:<br><i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>                                                                    | Calculado: 0.001                                                    |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0003                                                      | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0009                                                      | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras:<br>- Parrilla inferior:<br><i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>                                     | Mínimo: 12 mm<br>Calculado: 16 mm                                   | Cumple |
| Separación máxima entre barras:<br><i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>                                                                          | Máximo: 30 cm                                                       |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 27 cm                                                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 27 cm                                                    | Cumple |
| Separación mínima entre barras:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> | Mínimo: 10 cm                                                       |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 27 cm                                                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 27 cm                                                    | Cumple |
| Longitud de anclaje:<br><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>                             |                                                                     |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                  | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                   | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                  | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                   | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                               | Mínimo: 18 cm<br>Calculado: 33 cm                                   | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                | Mínimo: 29 cm<br>Calculado: 33 cm                                   | Cumple |
| Longitud mínima de las patillas:                                                                                                                      | Mínimo: 16 cm                                                       |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                  | Calculado: 16 cm                                                    | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                  | Calculado: 16 cm                                                    | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                   |                                                                     |        |
| Referencia: N60                                                                                                                                       |                                                                     |        |
| Dimensiones: 300 x 300 x 85                                                                                                                           |                                                                     |        |
| Armados: Xi:Ø16c/26 Yi:Ø16c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26                                                                                                  |                                                                     |        |
| Comprobación                                                                                                                                          | Valores                                                             | Estado |
| Tensiones sobre el terreno:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                     |                                                                     |        |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                          | Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.358 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple |

| Referencia: N60                                                                                                                                                                                               |                                                                       |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------|
| Dimensiones: 300 x 300 x 85                                                                                                                                                                                   |                                                                       |            |
| Armados: Xi:Ø16c/26 Yi:Ø16c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26                                                                                                                                                          |                                                                       |            |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                  | Valores                                                               | Estado     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                      | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.308 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                      | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.716 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| Vuelco de la zapata:                                                                                                                                                                                          |                                                                       |            |
| - En dirección X <sup>(1)</sup>                                                                                                                                                                               |                                                                       | No procede |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                             |                                                                       |            |
| <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> | Reserva seguridad: 8.6 %                                              | Cumple     |
| <b>(1)</b> Sin momento de vuelco                                                                                                                                                                              |                                                                       |            |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                         |                                                                       |            |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                             | Momento: 3.54 t·m                                                     | Cumple     |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                             | Momento: 17.83 t·m                                                    | Cumple     |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                        |                                                                       |            |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                             | Cortante: 2.03 t                                                      | Cumple     |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                             | Cortante: 18.00 t                                                     | Cumple     |
| Compresión oblicua en la zapata:                                                                                                                                                                              |                                                                       |            |
| - Situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                   | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 6.85 t/m <sup>2</sup>   | Cumple     |
| <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                            |                                                                       |            |
| Canto mínimo:                                                                                                                                                                                                 | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 85 cm                                     | Cumple     |
| <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                                                                     |                                                                       |            |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:                                                                                                                                                                 |                                                                       |            |
| - N60:                                                                                                                                                                                                        | Mínimo: 75 cm<br>Calculado: 77 cm                                     | Cumple     |
| Cuantía geométrica mínima:                                                                                                                                                                                    |                                                                       |            |
| <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                                                                     | Mínimo: 0.0009                                                        |            |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                | Calculado: 0.0009                                                     | Cumple     |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                                                                                | Calculado: 0.0009                                                     | Cumple     |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                                | Calculado: 0.0009                                                     | Cumple     |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                                | Calculado: 0.0009                                                     | Cumple     |
| Cuantía mínima necesaria por flexión:                                                                                                                                                                         |                                                                       |            |
| <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                                                                     | Calculado: 0.001                                                      |            |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                | Mínimo: 0.0001                                                        | Cumple     |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                                | Mínimo: 0.0004                                                        | Cumple     |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                                                                                | Mínimo: 0.0001                                                        | Cumple     |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                                | Mínimo: 0.0002                                                        | Cumple     |
| Diámetro mínimo de las barras:                                                                                                                                                                                |                                                                       |            |
| <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>                                                                                                                                                       | Mínimo: 12 mm                                                         |            |
| - Parrilla inferior:                                                                                                                                                                                          | Calculado: 16 mm                                                      | Cumple     |

| Referencia: N60                                                                                                                                       |                                                                     |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------|
| Dimensiones: 300 x 300 x 85                                                                                                                           |                                                                     |        |
| Armados: Xi:Ø16c/26 Yi:Ø16c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26                                                                                                  |                                                                     |        |
| Comprobación                                                                                                                                          | Valores                                                             | Estado |
| - Parrilla superior:                                                                                                                                  | Calculado: 16 mm                                                    | Cumple |
| Separación máxima entre barras:<br><i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>                                                                          | Máximo: 30 cm                                                       |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 26 cm                                                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 26 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 26 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 26 cm                                                    | Cumple |
| Separación mínima entre barras:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> | Mínimo: 10 cm                                                       |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 26 cm                                                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 26 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 26 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 26 cm                                                    | Cumple |
| Longitud de anclaje:<br><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>                             |                                                                     |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                  | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 50 cm                                   | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                  | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 50 cm                                   | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                               | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 46 cm                                   | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 46 cm                                   | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                  | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 50 cm                                   | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                  | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 50 cm                                   | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                               | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 46 cm                                   | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 46 cm                                   | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                   |                                                                     |        |
| Referencia: N62                                                                                                                                       |                                                                     |        |
| Dimensiones: 300 x 300 x 85                                                                                                                           |                                                                     |        |
| Armados: Xi:Ø16c/26 Yi:Ø16c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26                                                                                                  |                                                                     |        |
| Comprobación                                                                                                                                          | Valores                                                             | Estado |
| Tensiones sobre el terreno:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                     |                                                                     |        |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                          | Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.358 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple |

| Referencia: N62                                                                                                                                                                                               |                                                                       |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------|
| Dimensiones: 300 x 300 x 85                                                                                                                                                                                   |                                                                       |            |
| Armados: Xi:Ø16c/26 Yi:Ø16c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26                                                                                                                                                          |                                                                       |            |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                  | Valores                                                               | Estado     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                      | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.308 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                      | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.716 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| Vuelco de la zapata:                                                                                                                                                                                          |                                                                       |            |
| - En dirección X <sup>(1)</sup>                                                                                                                                                                               |                                                                       | No procede |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                             |                                                                       |            |
| <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> | Reserva seguridad: 8.8 %                                              | Cumple     |
| <b>(1)</b> Sin momento de vuelco                                                                                                                                                                              |                                                                       |            |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                         |                                                                       |            |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                             | Momento: 3.54 t·m                                                     | Cumple     |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                             | Momento: 17.80 t·m                                                    | Cumple     |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                        |                                                                       |            |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                             | Cortante: 2.04 t                                                      | Cumple     |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                             | Cortante: 17.93 t                                                     | Cumple     |
| Compresión oblicua en la zapata:                                                                                                                                                                              |                                                                       |            |
| - Situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                   | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 6.87 t/m <sup>2</sup>   | Cumple     |
| <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                            |                                                                       |            |
| Canto mínimo:                                                                                                                                                                                                 | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 85 cm                                     | Cumple     |
| <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                                                                     |                                                                       |            |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:                                                                                                                                                                 |                                                                       |            |
| - N62:                                                                                                                                                                                                        | Mínimo: 75 cm<br>Calculado: 77 cm                                     | Cumple     |
| Cuantía geométrica mínima:                                                                                                                                                                                    |                                                                       |            |
| <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                                                                     | Mínimo: 0.0009                                                        |            |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                | Calculado: 0.0009                                                     | Cumple     |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                                                                                | Calculado: 0.0009                                                     | Cumple     |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                                | Calculado: 0.0009                                                     | Cumple     |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                                | Calculado: 0.0009                                                     | Cumple     |
| Cuantía mínima necesaria por flexión:                                                                                                                                                                         |                                                                       |            |
| <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                                                                     | Calculado: 0.001                                                      |            |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                | Mínimo: 0.0001                                                        | Cumple     |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                                | Mínimo: 0.0004                                                        | Cumple     |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                                                                                | Mínimo: 0.0001                                                        | Cumple     |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                                | Mínimo: 0.0002                                                        | Cumple     |
| Diámetro mínimo de las barras:                                                                                                                                                                                |                                                                       |            |
| <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>                                                                                                                                                       | Mínimo: 12 mm                                                         |            |
| - Parrilla inferior:                                                                                                                                                                                          | Calculado: 16 mm                                                      | Cumple     |

| Referencia: N62                                                                                                                                       |                                                                     |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------|
| Dimensiones: 300 x 300 x 85                                                                                                                           |                                                                     |        |
| Armados: Xi:Ø16c/26 Yi:Ø16c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26                                                                                                  |                                                                     |        |
| Comprobación                                                                                                                                          | Valores                                                             | Estado |
| - Parrilla superior:                                                                                                                                  | Calculado: 16 mm                                                    | Cumple |
| Separación máxima entre barras:<br><i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>                                                                          | Máximo: 30 cm                                                       |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 26 cm                                                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 26 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 26 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 26 cm                                                    | Cumple |
| Separación mínima entre barras:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> | Mínimo: 10 cm                                                       |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 26 cm                                                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 26 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 26 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 26 cm                                                    | Cumple |
| Longitud de anclaje:<br><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>                             |                                                                     |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                  | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 50 cm                                   | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                  | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 50 cm                                   | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                               | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 46 cm                                   | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 46 cm                                   | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                  | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 50 cm                                   | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                  | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 50 cm                                   | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                               | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 46 cm                                   | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 46 cm                                   | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                   |                                                                     |        |
| Referencia: N1                                                                                                                                        |                                                                     |        |
| Dimensiones: 115 x 115 x 50                                                                                                                           |                                                                     |        |
| Armados: Xi:Ø12c/18 Yi:Ø12c/18                                                                                                                        |                                                                     |        |
| Comprobación                                                                                                                                          | Valores                                                             | Estado |
| Tensiones sobre el terreno:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                     |                                                                     |        |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                          | Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1.992 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple |



| Referencia: N1                                                                                                                                        |                                                                       |                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Dimensiones: 115 x 115 x 50                                                                                                                           |                                                                       |                          |
| Armados: Xi:Ø12c/18 Yi:Ø12c/18                                                                                                                        |                                                                       |                          |
| Comprobación                                                                                                                                          | Valores                                                               | Estado                   |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                              | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1.881 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple                   |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                              | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1.992 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple                   |
| Vuelco de la zapata:<br>- En dirección X <sup>(1)</sup><br>- En dirección Y <sup>(1)</sup><br><i>(1) Sin momento de vuelco</i>                        |                                                                       | No procede<br>No procede |
| Flexión en la zapata:<br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                                       | Momento: 4.90 t·m<br>Momento: 8.75 t·m                                | Cumple<br>Cumple         |
| Cortante en la zapata:<br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                                      | Cortante: 0.00 t<br>Cortante: 0.00 t                                  | Cumple<br>Cumple         |
| Compresión oblicua en la zapata:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                 | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 48.55 t/m <sup>2</sup>  | Cumple                   |
| Canto mínimo:<br><i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                            | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 50 cm                                     | Cumple                   |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- N1:                                                                                                | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 43 cm                                     | Cumple                   |
| Cuantía geométrica mínima:<br><i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>                                                                               | Mínimo: 0.0009                                                        |                          |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 0.0013                                                     | Cumple                   |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 0.0013                                                     | Cumple                   |
| Cuantía mínima necesaria por flexión:<br><i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>                                                                    | Calculado: 0.0013                                                     |                          |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0008                                                        | Cumple                   |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0013                                                        | Cumple                   |
| Diámetro mínimo de las barras:<br>- Parrilla inferior:<br><i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>                                     | Mínimo: 12 mm<br>Calculado: 12 mm                                     | Cumple                   |
| Separación máxima entre barras:<br><i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>                                                                          | Máximo: 30 cm                                                         |                          |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 18 cm                                                      | Cumple                   |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 18 cm                                                      | Cumple                   |
| Separación mínima entre barras:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> | Mínimo: 10 cm                                                         |                          |

| Referencia: N1                                                                                                            |                                                                       |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------|
| Dimensiones: 115 x 115 x 50                                                                                               |                                                                       |            |
| Armados: Xi:Ø12c/18 Yi:Ø12c/18                                                                                            |                                                                       |            |
| Comprobación                                                                                                              | Valores                                                               | Estado     |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                            | Calculado: 18 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                            | Calculado: 18 cm                                                      | Cumple     |
| Longitud de anclaje:<br><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i> | Mínimo: 15 cm                                                         |            |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                      | Calculado: 15 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                      | Calculado: 15 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                   | Calculado: 15 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                    | Calculado: 15 cm                                                      | Cumple     |
| Longitud mínima de las patillas:                                                                                          | Mínimo: 12 cm                                                         |            |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                      | Calculado: 15 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                      | Calculado: 15 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                   | Calculado: 15 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                    | Calculado: 15 cm                                                      | Cumple     |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                       |                                                                       |            |
| Referencia: N3                                                                                                            |                                                                       |            |
| Dimensiones: 150 x 150 x 70                                                                                               |                                                                       |            |
| Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17                                                                      |                                                                       |            |
| Comprobación                                                                                                              | Valores                                                               | Estado     |
| Tensiones sobre el terreno:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                         |                                                                       |            |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                              | Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.433 kp/cm <sup>2</sup>   | Cumple     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                  | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.366 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                  | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.433 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| Vuelco de la zapata:                                                                                                      |                                                                       |            |
| - En dirección X <b>(1)</b>                                                                                               |                                                                       | No procede |
| - En dirección Y <b>(1)</b>                                                                                               |                                                                       | No procede |
| <b>(1)</b> Sin momento de vuelco                                                                                          |                                                                       |            |
| Flexión en la zapata:                                                                                                     |                                                                       |            |
| - En dirección X:                                                                                                         | Momento: 8.93 t·m                                                     | Cumple     |
| - En dirección Y:                                                                                                         | Momento: 7.75 t·m                                                     | Cumple     |
| Cortante en la zapata:                                                                                                    |                                                                       |            |
| - En dirección X:                                                                                                         | Cortante: 0.00 t                                                      | Cumple     |
| - En dirección Y:                                                                                                         | Cortante: 0.00 t                                                      | Cumple     |
| Compresión oblicua en la zapata:                                                                                          |                                                                       |            |
| - Situaciones persistentes:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                         | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 5.44 t/m <sup>2</sup>   | Cumple     |

| Referencia: N3                                                                                                                                        |                                   |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------|
| Dimensiones: 150 x 150 x 70                                                                                                                           |                                   |        |
| Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17                                                                                                  |                                   |        |
| Comprobación                                                                                                                                          | Valores                           | Estado |
| Canto mínimo:<br><i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                            | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 70 cm | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- N3:                                                                                                | Mínimo: 60 cm<br>Calculado: 63 cm | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima:<br><i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>                                                                               | Mínimo: 0.0009                    |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 0.001                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 0.001                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 0.001                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 0.001                  | Cumple |
| Cuantía mínima necesaria por flexión:<br><i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>                                                                    | Calculado: 0.001                  |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0006                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0005                    | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0001                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0001                    | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras:<br><i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>                                                             | Mínimo: 12 mm                     |        |
| - Parrilla inferior:                                                                                                                                  | Calculado: 12 mm                  | Cumple |
| - Parrilla superior:                                                                                                                                  | Calculado: 12 mm                  | Cumple |
| Separación máxima entre barras:<br><i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>                                                                          | Máximo: 30 cm                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 17 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 17 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 17 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 17 cm                  | Cumple |
| Separación mínima entre barras:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> | Mínimo: 10 cm                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 17 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 17 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 17 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 17 cm                  | Cumple |
| Longitud de anclaje:<br><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>                             | Mínimo: 15 cm                     |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                  | Calculado: 15 cm                  | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                  | Calculado: 15 cm                  | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                               | Calculado: 15 cm                  | Cumple |

| Referencia: N3                                                    |                                                                       |            |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------|
| Dimensiones: 150 x 150 x 70                                       |                                                                       |            |
| Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17              |                                                                       |            |
| Comprobación                                                      | Valores                                                               | Estado     |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                            | Calculado: 15 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                              | Calculado: 15 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                              | Calculado: 15 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                           | Calculado: 15 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                            | Calculado: 15 cm                                                      | Cumple     |
| Longitud mínima de las patillas:                                  | Mínimo: 12 cm                                                         |            |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                              | Calculado: 15 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                              | Calculado: 15 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                           | Calculado: 15 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                            | Calculado: 15 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                              | Calculado: 15 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                              | Calculado: 15 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                           | Calculado: 15 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                            | Calculado: 15 cm                                                      | Cumple     |
| Se cumplen todas las comprobaciones                               |                                                                       |            |
| Referencia: N53                                                   |                                                                       |            |
| Dimensiones: 150 x 150 x 70                                       |                                                                       |            |
| Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17              |                                                                       |            |
| Comprobación                                                      | Valores                                                               | Estado     |
| Tensiones sobre el terreno:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> |                                                                       |            |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                      | Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.433 kp/cm <sup>2</sup>   | Cumple     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:          | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.366 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:          | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.433 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| Vuelco de la zapata:                                              |                                                                       |            |
| - En dirección X <sup>(1)</sup>                                   |                                                                       | No procede |
| - En dirección Y <sup>(1)</sup>                                   |                                                                       | No procede |
| <i>(1) Sin momento de vuelco</i>                                  |                                                                       |            |
| Flexión en la zapata:                                             |                                                                       |            |
| - En dirección X:                                                 | Momento: 7.72 t·m                                                     | Cumple     |
| - En dirección Y:                                                 | Momento: 7.62 t·m                                                     | Cumple     |
| Cortante en la zapata:                                            |                                                                       |            |
| - En dirección X:                                                 | Cortante: 0.00 t                                                      | Cumple     |
| - En dirección Y:                                                 | Cortante: 0.00 t                                                      | Cumple     |

| Referencia: N53                                                                                                                                       |                                                                     |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------|
| Dimensiones: 150 x 150 x 70                                                                                                                           |                                                                     |        |
| Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17                                                                                                  |                                                                     |        |
| Comprobación                                                                                                                                          | Valores                                                             | Estado |
| Compresión oblicua en la zapata:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                 | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 5.71 t/m <sup>2</sup> | Cumple |
| Canto mínimo:<br><i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                            | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 70 cm                                   | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- N53:                                                                                               | Mínimo: 60 cm<br>Calculado: 63 cm                                   | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima:<br><i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>                                                                               | Mínimo: 0.0009                                                      |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 0.001                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 0.001                                                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 0.001                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 0.001                                                    | Cumple |
| Cuantía mínima necesaria por flexión:<br><i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>                                                                    | Calculado: 0.001                                                    |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0005                                                      | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0005                                                      | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0001                                                      | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0001                                                      | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras:<br><i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>                                                             | Mínimo: 12 mm                                                       |        |
| - Parrilla inferior:                                                                                                                                  | Calculado: 12 mm                                                    | Cumple |
| - Parrilla superior:                                                                                                                                  | Calculado: 12 mm                                                    | Cumple |
| Separación máxima entre barras:<br><i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>                                                                          | Máximo: 30 cm                                                       |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 17 cm                                                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 17 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 17 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 17 cm                                                    | Cumple |
| Separación mínima entre barras:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> | Mínimo: 10 cm                                                       |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 17 cm                                                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 17 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 17 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 17 cm                                                    | Cumple |
| Longitud de anclaje:<br><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>                             | Mínimo: 15 cm                                                       |        |

| Referencia: N53                                                                                                                                                                                                                    |                                                                       |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------|
| Dimensiones: 150 x 150 x 70                                                                                                                                                                                                        |                                                                       |            |
| Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17                                                                                                                                                                               |                                                                       |            |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                       | Valores                                                               | Estado     |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                               | Calculado: 15 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                               | Calculado: 15 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                            | Calculado: 15 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                             | Calculado: 15 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                               | Calculado: 15 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                               | Calculado: 15 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                            | Calculado: 15 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                             | Calculado: 15 cm                                                      | Cumple     |
| Longitud mínima de las patillas:                                                                                                                                                                                                   | Mínimo: 12 cm                                                         |            |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                               | Calculado: 15 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                               | Calculado: 15 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                            | Calculado: 15 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                             | Calculado: 15 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                               | Calculado: 15 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                               | Calculado: 15 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                            | Calculado: 15 cm                                                      | Cumple     |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                             | Calculado: 15 cm                                                      | Cumple     |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                |                                                                       |            |
| Referencia: N58                                                                                                                                                                                                                    |                                                                       |            |
| Dimensiones: 210 x 210 x 100                                                                                                                                                                                                       |                                                                       |            |
| Armados: Xi:Ø16c/22 Yi:Ø16c/22 Xs:Ø16c/22 Ys:Ø16c/22                                                                                                                                                                               |                                                                       |            |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                       | Valores                                                               | Estado     |
| Tensiones sobre el terreno:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                  |                                                                       |            |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                       | Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1.034 kp/cm <sup>2</sup>   | Cumple     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                                           | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.869 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                                           | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 2.069 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| Vuelco de la zapata:                                                                                                                                                                                                               |                                                                       |            |
| - En dirección X <sup>(1)</sup>                                                                                                                                                                                                    |                                                                       | No procede |
| - En dirección Y:<br><i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> | Reserva seguridad: 12.8 %                                             | Cumple     |
| <i>(1) Sin momento de vuelco</i>                                                                                                                                                                                                   |                                                                       |            |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                                              |                                                                       |            |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                  | Momento: 7.59 t·m                                                     | Cumple     |

| Referencia: N58                                                                                                                                       |                                                                      |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------|
| Dimensiones: 210 x 210 x 100                                                                                                                          |                                                                      |        |
| Armados: Xi:Ø16c/22 Yi:Ø16c/22 Xs:Ø16c/22 Ys:Ø16c/22                                                                                                  |                                                                      |        |
| Comprobación                                                                                                                                          | Valores                                                              | Estado |
| - En dirección Y:                                                                                                                                     | Momento: 19.55 t·m                                                   | Cumple |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                |                                                                      |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                     | Cortante: 0.00 t                                                     | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                     | Cortante: 0.00 t                                                     | Cumple |
| Compresión oblicua en la zapata:                                                                                                                      |                                                                      |        |
| - Situaciones persistentes:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                     | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 23.74 t/m <sup>2</sup> | Cumple |
| Canto mínimo:<br><i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                            | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 100 cm                                   | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:                                                                                                         |                                                                      |        |
| - N58:                                                                                                                                                | Mínimo: 90 cm<br>Calculado: 92 cm                                    | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima:<br><i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>                                                                               | Mínimo: 0.0009                                                       |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 0.0009                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 0.0009                                                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 0.0009                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 0.0009                                                    | Cumple |
| Cuantía mínima necesaria por flexión:<br><i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>                                                                    | Calculado: 0.001                                                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0002                                                       | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0004                                                       | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Mínimo: 0.0001                                                       | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras:<br><i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>                                                             | Mínimo: 12 mm                                                        |        |
| - Parrilla inferior:                                                                                                                                  | Calculado: 16 mm                                                     | Cumple |
| - Parrilla superior:                                                                                                                                  | Calculado: 16 mm                                                     | Cumple |
| Separación máxima entre barras:<br><i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>                                                                          | Máximo: 30 cm                                                        |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 22 cm                                                     | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 22 cm                                                     | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 22 cm                                                     | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 22 cm                                                     | Cumple |
| Separación mínima entre barras:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> | Mínimo: 10 cm                                                        |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 22 cm                                                     | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 22 cm                                                     | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 22 cm                                                     | Cumple |

| Referencia: N58                                                                                                           |                                                                       |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------|
| Dimensiones: 210 x 210 x 100                                                                                              |                                                                       |        |
| Armados: Xi:Ø16c/22 Yi:Ø16c/22 Xs:Ø16c/22 Ys:Ø16c/22                                                                      |                                                                       |        |
| Comprobación                                                                                                              | Valores                                                               | Estado |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                            | Calculado: 22 cm                                                      | Cumple |
| Longitud de anclaje:<br><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i> |                                                                       |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                      | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                     | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                      | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                     | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                   | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                     | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                    | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                     | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                      | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                     | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                      | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                     | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                   | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                     | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                    | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                     | Cumple |
| Longitud mínima de las patillas:                                                                                          |                                                                       |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                      | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                      | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                   | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                    | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                      | Calculado: 19 cm                                                      | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                      | Calculado: 19 cm                                                      | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                   | Calculado: 19 cm                                                      | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                    | Calculado: 19 cm                                                      | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                       |                                                                       |        |
| Referencia: N56                                                                                                           |                                                                       |        |
| Dimensiones: 210 x 210 x 100                                                                                              |                                                                       |        |
| Armados: Xi:Ø16c/22 Yi:Ø16c/22 Xs:Ø16c/22 Ys:Ø16c/22                                                                      |                                                                       |        |
| Comprobación                                                                                                              | Valores                                                               | Estado |
| Tensiones sobre el terreno:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                         |                                                                       |        |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                              | Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1.034 kp/cm <sup>2</sup>   | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                  | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.869 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                  | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 2.069 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple |



| Referencia: N56                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                    |                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Dimensiones: 210 x 210 x 100                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                    |                                      |
| Armados: Xi:Ø16c/22 Yi:Ø16c/22 Xs:Ø16c/22 Ys:Ø16c/22                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                    |                                      |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Valores                                                                                            | Estado                               |
| <b>Vuelco de la zapata:</b><br>- En dirección X <sup>(1)</sup><br>- En dirección Y:<br><i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i><br><b>(1) Sin momento de vuelco</b> | Reserva seguridad: 12.8 %                                                                          | No procede<br><br>Cumple             |
| <b>Flexión en la zapata:</b><br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                                   | Momento: 7.59 t·m<br>Momento: 19.55 t·m                                                            | Cumple<br>Cumple                     |
| <b>Cortante en la zapata:</b><br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                                  | Cortante: 0.00 t<br>Cortante: 0.00 t                                                               | Cumple<br>Cumple                     |
| <b>Compresión oblicua en la zapata:</b><br>- Situaciones persistentes:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                                                                             | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 23.74 t/m <sup>2</sup>                               | Cumple                               |
| <b>Canto mínimo:</b><br><i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                                                                                                                                                                        | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 100 cm                                                                 | Cumple                               |
| <b>Espacio para anclar arranques en cimentación:</b><br>- N56:                                                                                                                                                                                                                                                                           | Mínimo: 90 cm<br>Calculado: 92 cm                                                                  | Cumple                               |
| <b>Cuantía geométrica mínima:</b><br><i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i><br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado superior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:<br>- Armado superior dirección Y:                                                                                                                   | Mínimo: 0.0009<br>Calculado: 0.0009<br>Calculado: 0.0009<br>Calculado: 0.0009<br>Calculado: 0.0009 | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| <b>Cuantía mínima necesaria por flexión:</b><br><i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i><br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:<br>- Armado superior dirección Y:                                                                                                                                          | Calculado: 0.001<br>Mínimo: 0.0002<br>Mínimo: 0.0004<br>Mínimo: 0.0001                             | Cumple<br>Cumple<br>Cumple           |
| <b>Diámetro mínimo de las barras:</b><br><i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i><br>- Parrilla inferior:<br>- Parrilla superior:                                                                                                                                                                                         | Mínimo: 12 mm<br>Calculado: 16 mm<br>Calculado: 16 mm                                              | Cumple<br>Cumple                     |
| <b>Separación máxima entre barras:</b><br><i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i><br>- Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                                                    | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 22 cm                                                                  | Cumple                               |

| Referencia: N56                                                                                                                                       |                                   |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------|
| Dimensiones: 210 x 210 x 100                                                                                                                          |                                   |        |
| Armados: Xi:Ø16c/22 Yi:Ø16c/22 Xs:Ø16c/22 Ys:Ø16c/22                                                                                                  |                                   |        |
| Comprobación                                                                                                                                          | Valores                           | Estado |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 22 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 22 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 22 cm                  | Cumple |
| Separación mínima entre barras:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> | Mínimo: 10 cm                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 22 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 22 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 22 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 22 cm                  | Cumple |
| Longitud de anclaje:<br><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>                             |                                   |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                  | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                  | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                               | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                  | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                  | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                               | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm | Cumple |
| Longitud mínima de las patillas:                                                                                                                      | Mínimo: 16 cm                     |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                  | Calculado: 16 cm                  | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                  | Calculado: 16 cm                  | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                               | Calculado: 16 cm                  | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                | Calculado: 16 cm                  | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                  | Calculado: 19 cm                  | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                  | Calculado: 19 cm                  | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                               | Calculado: 19 cm                  | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                | Calculado: 19 cm                  | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                   |                                   |        |

| Referencia: N51                                                                           |                                                                       |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------|
| Dimensiones: 150 x 150 x 70                                                               |                                                                       |            |
| Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17                                      |                                                                       |            |
| Comprobación                                                                              | Valores                                                               | Estado     |
| Tensiones sobre el terreno:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                         |                                                                       |            |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                              | Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.432 kp/cm <sup>2</sup>   | Cumple     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                  | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.366 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                  | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.432 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| Vuelco de la zapata:                                                                      |                                                                       |            |
| - En dirección X <b>(1)</b>                                                               |                                                                       | No procede |
| - En dirección Y <b>(1)</b>                                                               |                                                                       | No procede |
| <b>(1)</b> Sin momento de vuelco                                                          |                                                                       |            |
| Flexión en la zapata:                                                                     |                                                                       |            |
| - En dirección X:                                                                         | Momento: 7.73 t·m                                                     | Cumple     |
| - En dirección Y:                                                                         | Momento: 7.61 t·m                                                     | Cumple     |
| Cortante en la zapata:                                                                    |                                                                       |            |
| - En dirección X:                                                                         | Cortante: 0.00 t                                                      | Cumple     |
| - En dirección Y:                                                                         | Cortante: 0.00 t                                                      | Cumple     |
| Compresión oblicua en la zapata:                                                          |                                                                       |            |
| - Situaciones persistentes:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                         | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 5.71 t/m <sup>2</sup>   | Cumple     |
| Canto mínimo:<br><i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>                                |                                                                       |            |
|                                                                                           | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 70 cm                                     | Cumple     |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:                                             |                                                                       |            |
| - N51:                                                                                    | Mínimo: 60 cm<br>Calculado: 63 cm                                     | Cumple     |
| Cuantía geométrica mínima:<br><i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>                   |                                                                       |            |
| - Armado inferior dirección X:                                                            | Mínimo: 0.0009<br>Calculado: 0.001                                    | Cumple     |
| - Armado superior dirección X:                                                            | Calculado: 0.001                                                      | Cumple     |
| - Armado inferior dirección Y:                                                            | Calculado: 0.001                                                      | Cumple     |
| - Armado superior dirección Y:                                                            | Calculado: 0.001                                                      | Cumple     |
| Cuantía mínima necesaria por flexión:<br><i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>        |                                                                       |            |
| - Armado inferior dirección X:                                                            | Calculado: 0.001<br>Mínimo: 0.0005                                    | Cumple     |
| - Armado inferior dirección Y:                                                            | Mínimo: 0.0005                                                        | Cumple     |
| - Armado superior dirección X:                                                            | Mínimo: 0.0001                                                        | Cumple     |
| - Armado superior dirección Y:                                                            | Mínimo: 0.0001                                                        | Cumple     |
| Diámetro mínimo de las barras:<br><i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> |                                                                       |            |
|                                                                                           | Mínimo: 12 mm                                                         |            |

| Referencia: N51                                                                                                                                       |                  |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------|
| Dimensiones: 150 x 150 x 70                                                                                                                           |                  |        |
| Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17                                                                                                  |                  |        |
| Comprobación                                                                                                                                          | Valores          | Estado |
| - Parrilla inferior:                                                                                                                                  | Calculado: 12 mm | Cumple |
| - Parrilla superior:                                                                                                                                  | Calculado: 12 mm | Cumple |
| Separación máxima entre barras:<br><i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>                                                                          | Máximo: 30 cm    |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 17 cm | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 17 cm | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 17 cm | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 17 cm | Cumple |
| Separación mínima entre barras:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> | Mínimo: 10 cm    |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 17 cm | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 17 cm | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                        | Calculado: 17 cm | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                        | Calculado: 17 cm | Cumple |
| Longitud de anclaje:<br><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>                             | Mínimo: 15 cm    |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                  | Calculado: 15 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                  | Calculado: 15 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                               | Calculado: 15 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                | Calculado: 15 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                  | Calculado: 15 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                  | Calculado: 15 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                               | Calculado: 15 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                | Calculado: 15 cm | Cumple |
| Longitud mínima de las patillas:                                                                                                                      | Mínimo: 12 cm    |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                  | Calculado: 15 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                  | Calculado: 15 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                               | Calculado: 15 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                | Calculado: 15 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                  | Calculado: 15 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                  | Calculado: 15 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                               | Calculado: 15 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                | Calculado: 15 cm | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                   |                  |        |

**Vigas.**

Tabla 20 Descripción de las vigas.

| Referencias                                                                                                                                                                                                                                                 | Geometría                        | Armado                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| VC.S-1 [N3-N8], VC.S-1 [N48-N53] y VC.S-1 [N51-N46]                                                                                                                                                                                                         | Ancho: 40.0 cm<br>Canto: 50.0 cm | Superior: 4Ø16<br>Inferior: 4Ø16<br>Piel: 1x2Ø12<br>Estribos: 1xØ8c/30 |
| VC.T-1.3 [N8-N13], VC.T-1.3 [N43-N48], VC.T-1.3 [N46-N41], VC.T-1.3 [N11-N6] y VC.T-1.3 [N6-N1]                                                                                                                                                             | Ancho: 40.0 cm<br>Canto: 50.0 cm | Superior: 4Ø16<br>Inferior: 3Ø16<br>Piel: 1x2Ø12<br>Estribos: 1xØ8c/20 |
| VC.S-1 [N13-N18], VC.S-1 [N18-N23], VC.S-1 [N23-N28], VC.S-1 [N28-N33], VC.S-1 [N33-N38], VC.S-1 [N38-N43], VC.S-1 [N58-N56], VC.S-1 [N41-N36], VC.S-1 [N36-N31], VC.S-1 [N31-N26], VC.S-1 [N26-N21], VC.S-1 [N21-N16], VC.S-1 [N16-N11] y VC.S-1 [N62-N60] | Ancho: 40.0 cm<br>Canto: 50.0 cm | Superior: 4Ø16<br>Inferior: 4Ø16<br>Piel: 1x2Ø12<br>Estribos: 1xØ8c/30 |
| VC.T-1.3 [N53-N58] y VC.T-1.3 [N56-N51]                                                                                                                                                                                                                     | Ancho: 40.0 cm<br>Canto: 50.0 cm | Superior: 4Ø16<br>Inferior: 3Ø16<br>Piel: 1x2Ø12<br>Estribos: 1xØ8c/20 |
| VC.S-1 [N1-N62]                                                                                                                                                                                                                                             | Ancho: 40.0 cm<br>Canto: 50.0 cm | Superior: 4Ø16<br>Inferior: 4Ø16<br>Piel: 1x2Ø12<br>Estribos: 1xØ8c/30 |
| VC.S-1 [N60-N3]                                                                                                                                                                                                                                             | Ancho: 40.0 cm<br>Canto: 50.0 cm | Superior: 4Ø16<br>Inferior: 4Ø16<br>Piel: 1x2Ø12<br>Estribos: 1xØ8c/30 |

Tabla 21 Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

| Elemento                                                                                                                                                                                                                                                                 | B 500 S, Ys=1.15 (kg) |          |          |         | Hormigón (m³) |          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------|----------|---------|---------------|----------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                          | Ø8                    | Ø12      | Ø16      | Total   | HA-25, Yc=1.5 | Limpieza |
| Referencias: VC.S-1 [N3-N8], VC.S-1 [N48-N53] y VC.S-1 [N51-N46]                                                                                                                                                                                                         | 3x8.63                | 3x10.70  | 3x77.03  | 289.08  | 3x0.67        | 3x0.13   |
| Referencias: VC.T-1.3 [N8-N13], VC.T-1.3 [N43-N48], VC.T-1.3 [N46-N41], VC.T-1.3 [N11-N6] y VC.T-1.3 [N6-N1]                                                                                                                                                             | 5x11.28               | 5x10.35  | 5x65.08  | 433.55  | 5x0.61        | 5x0.12   |
| Referencias: VC.S-1 [N13-N18], VC.S-1 [N18-N23], VC.S-1 [N23-N28], VC.S-1 [N28-N33], VC.S-1 [N33-N38], VC.S-1 [N38-N43], VC.S-1 [N58-N56], VC.S-1 [N41-N36], VC.S-1 [N36-N31], VC.S-1 [N31-N26], VC.S-1 [N26-N21], VC.S-1 [N21-N16], VC.S-1 [N16-N11] y VC.S-1 [N62-N60] | 14x7.30               | 14x10.35 | 14x74.32 | 1287.58 | 14x0.55       | 14x0.11  |

| Elemento                                             | B 500 S, Ys=1.15 (kg) |             |              |             | Hormigón (m³) |            |
|------------------------------------------------------|-----------------------|-------------|--------------|-------------|---------------|------------|
|                                                      | Ø8                    | Ø12         | Ø16          | Total       | HA-25, Yc=1.5 | Limpieza   |
| Referencias: VC.T-1.3 [N53-N58] y VC.T-1.3 [N56-N51] | 2x27<br>.89           | 2x20.<br>59 | 2x129<br>.08 | 355.<br>12  | 2x1.64        | 2x0.3<br>3 |
| Referencia: VC.S-1 [N1-N62]                          | 18.6<br>0             | 20.53       | 146.8<br>8   | 186.<br>01  | 1.59          | 0.32       |
| Referencia: VC.S-1 [N60-N3]                          | 17.9<br>3             | 20.57       | 147.1<br>6   | 185.<br>66  | 1.55          | 0.31       |
| Totales                                              | 276.<br>80            | 311.0<br>3  | 2149.<br>17  | 2737<br>.00 | 19.24         | 3.85       |

Tabla 22 Comprobación vigas centradoras.

| Referencia: VC.S-1 [N3-N8] (Viga centradora)                                                                                                |                                             |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------|
| -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30 |                                             |        |
| Comprobación                                                                                                                                | Valores                                     | Estado |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                   | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm             | Cumple |
| Separación mínima entre estribos:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                              | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 29.2 cm        | Cumple |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                       | Mínimo: 3.7 cm                              |        |
| - Armadura superior:                                                                                                                        | Calculado: 7.3 cm                           | Cumple |
| - Armadura inferior:                                                                                                                        | Calculado: 7.3 cm                           | Cumple |
| - Armadura de piel:                                                                                                                         | Calculado: 17 cm                            | Cumple |
| Separación máxima estribos:                                                                                                                 |                                             |        |
| - Situaciones persistentes:<br><i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm           | Cumple |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>                                                       | Máximo: 30 cm                               |        |
| - Armadura superior:                                                                                                                        | Calculado: 7.3 cm                           | Cumple |
| - Armadura inferior:                                                                                                                        | Calculado: 7.3 cm                           | Cumple |
| - Armadura de piel:                                                                                                                         | Calculado: 17 cm                            | Cumple |
| Cuantía mínima para los estribos:                                                                                                           |                                             |        |
| - Situaciones persistentes:<br><i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1</i>                                                                     | Mínimo: 3.14 cm²/m<br>Calculado: 3.35 cm²/m | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima armadura traccionada:<br><i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>                                                     | Mínimo: 0.0028                              |        |
| - Armadura inferior (Situaciones persistentes):                                                                                             | Calculado: 0.004                            | Cumple |
| - Armadura superior (Situaciones persistentes):                                                                                             | Calculado: 0.004                            | Cumple |

| Referencia: VC.S-1 [N3-N8] (Viga centradora)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30 |                                                                                             |                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                | Valores                                                                                     | Estado           |
| Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta:<br><i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>                                                              | Mínimo: 3.06 cm <sup>2</sup>                                                                |                  |
| -Armadura inferior (Situaciones persistentes):                                                                                                                                              | Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup>                                                             | Cumple           |
| -Armadura superior (Situaciones persistentes):                                                                                                                                              | Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup>                                                             | Cumple           |
| Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:<br>Situaciones persistentes:                                                                                            | Momento flector: 8.12 t·m<br>Axil: ± 0.00 t<br>Momento flector: -8.20 t·m<br>Axil: ± 0.00 t | Cumple<br>Cumple |
| Longitud de anclaje barras superiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                | Mínimo: 31 cm<br>Calculado: 32 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje barras inferiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                | Mínimo: 22 cm<br>Calculado: 23 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje de las barras de piel origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                            | Mínimo: 24 cm<br>Calculado: 24 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje barras superiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                               | Mínimo: 31 cm<br>Calculado: 32 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje barras inferiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                               | Mínimo: 22 cm<br>Calculado: 23 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje de las barras de piel extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                           | Mínimo: 24 cm<br>Calculado: 24 cm                                                           | Cumple           |
| Comprobación de cortante:<br>- Situaciones persistentes:                                                                                                                                    | Cortante: 1.93 t                                                                            | Cumple           |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                         |                                                                                             |                  |

| Referencia: VC.T-1.3 [N8-N13] (Viga centradora)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 3Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/20 |                                                                                             |                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                   | Valores                                                                                     | Estado               |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                                                      | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                                                             | Cumple               |
| Separación mínima entre estribos:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                 | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 19.2 cm                                                        | Cumple               |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                          | Mínimo: 3.7 cm                                                                              |                      |
| - Armadura superior:                                                                                                                                                                           | Calculado: 7.3 cm                                                                           | Cumple               |
| - Armadura inferior:                                                                                                                                                                           | Calculado: 11.8 cm                                                                          | Cumple               |
| - Armadura de piel:                                                                                                                                                                            | Calculado: 17 cm                                                                            | Cumple               |
| Separación máxima estribos:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                    | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 20 cm                                                           | Cumple               |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                          | Máximo: 30 cm                                                                               |                      |
| - Armadura superior:                                                                                                                                                                           | Calculado: 7.3 cm                                                                           | Cumple               |
| - Armadura inferior:                                                                                                                                                                           | Calculado: 11.8 cm                                                                          | Cumple               |
| - Armadura de piel:                                                                                                                                                                            | Calculado: 17 cm                                                                            | Cumple               |
| Cuantía mínima para los estribos:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1</i>                                                                                   | Mínimo: 3.14 cm <sup>2</sup> /m<br>Calculado: 5.02 cm <sup>2</sup> /m                       | Cumple               |
| Cuantía geométrica mínima armadura traccionada:<br><i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>                                                                                                        | Mínimo: 0.0028                                                                              |                      |
| - Armadura inferior (Situaciones persistentes):                                                                                                                                                | Calculado: 0.003                                                                            | Cumple               |
| - Armadura superior (Situaciones persistentes):                                                                                                                                                | Calculado: 0.004                                                                            | Cumple               |
| Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta:<br><i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>                                                                 |                                                                                             |                      |
| - Armadura inferior (Situaciones persistentes):                                                                                                                                                | Mínimo: 0.23 cm <sup>2</sup><br>Calculado: 6.03 cm <sup>2</sup>                             | Cumple               |
| - Armadura superior (Situaciones persistentes):                                                                                                                                                | Mínimo: 0.83 cm <sup>2</sup><br>Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup>                             | Cumple               |
| Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:<br>Situaciones persistentes:                                                                                               | Momento flector: 0.30 t·m<br>Axil: ± 0.00 t<br>Momento flector: -1.09 t·m<br>Axil: ± 0.00 t | Cumple<br><br>Cumple |



| Referencia: VC.T-1.3 [N8-N13] (Viga centradora)                                                                                                              |                                                                              |                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 3Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/20                  |                                                                              |                            |
| Comprobación                                                                                                                                                 | Valores                                                                      | Estado                     |
| Longitud de anclaje barras superiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                 | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                            | Cumple                     |
| Longitud de anclaje barras inferiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                 | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                            | Cumple                     |
| Longitud de anclaje de las barras de piel origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>             | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm                                            | Cumple                     |
| Longitud de anclaje barras superiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                            | Cumple                     |
| Longitud de anclaje barras inferiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                            | Cumple                     |
| Longitud de anclaje de las barras de piel extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>            | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm                                            | Cumple                     |
| Comprobación de cortante:<br>- Situaciones persistentes:                                                                                                     | Cortante: 0.27 t                                                             | Cumple                     |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                          |                                                                              |                            |
| Referencia: VC.S-1 [N13-N18] (Viga centradora)                                                                                                               |                                                                              |                            |
| -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30                  |                                                                              |                            |
| Comprobación                                                                                                                                                 | Valores                                                                      | Estado                     |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                    | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                                              | Cumple                     |
| Separación mínima entre estribos:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                               | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 29.2 cm                                         | Cumple                     |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i><br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:<br>- Armadura de piel: | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 17 cm | Cumple<br>Cumple<br>Cumple |

| Referencia: VC.S-1 [N13-N18] (Viga centradora)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30                                        |                                                                                                 |                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                         | Valores                                                                                         | Estado                     |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br><i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                                     | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                                                               | Cumple                     |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i><br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:<br>- Armadura de piel:                                                                         | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 17 cm                     | Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Cuantía geométrica mínima armadura traccionada:<br><i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i><br>- Armadura inferior (Situaciones persistentes):<br>- Armadura superior (Situaciones persistentes):                                        | Mínimo: 0.0028<br>Calculado: 0.004<br>Calculado: 0.004                                          | Cumple<br>Cumple           |
| Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta:<br><i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i><br>- Armadura inferior (Situaciones persistentes):<br>- Armadura superior (Situaciones persistentes): | Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup><br>Mínimo: 0.23 cm <sup>2</sup><br>Mínimo: 0.24 cm <sup>2</sup> | Cumple<br>Cumple           |
| Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:<br>Situaciones persistentes:                                                                                                                                     | Momento flector: 0.30 t·m<br>Axil: ± 0.00 t<br>Momento flector: -0.30 t·m<br>Axil: ± 0.00 t     | Cumple<br>Cumple           |
| Longitud de anclaje barras superiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                                                         | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                                               | Cumple                     |
| Longitud de anclaje barras inferiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                                                         | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                                               | Cumple                     |
| Longitud de anclaje de las barras de piel origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                                                     | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm                                                               | Cumple                     |
| Longitud de anclaje barras superiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                                                        | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                                               | Cumple                     |

| <b>Referencia: VC.S-1 [N13-N18] (Viga centradora)</b><br>-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30 |                                                                              |                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                         | Valores                                                                      | Estado                     |
| <b>Longitud de anclaje barras inferiores extremo:</b><br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                 | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                            | Cumple                     |
| <b>Longitud de anclaje de las barras de piel extremo:</b><br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                             | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm                                            | Cumple                     |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                  |                                                                              |                            |
| <b>Referencia: VC.S-1 [N18-N23] (Viga centradora)</b><br>-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30 |                                                                              |                            |
| Comprobación                                                                                                                                                                                         | Valores                                                                      | Estado                     |
| <b>Diámetro mínimo estribos:</b>                                                                                                                                                                     | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                                              | Cumple                     |
| <b>Separación mínima entre estribos:</b><br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 29.2 cm                                         | Cumple                     |
| <b>Separación mínima armadura longitudinal:</b><br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i><br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:<br>- Armadura de piel:                                  | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 17 cm | Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| <b>Separación máxima estribos:</b><br>- Sin cortantes:<br><i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                              | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                                            | Cumple                     |
| <b>Separación máxima armadura longitudinal:</b><br><i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i><br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:<br>- Armadura de piel:                                  | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 17 cm  | Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| <b>Cuantía geométrica mínima armadura traccionada:</b><br><i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i><br>- Armadura inferior (Situaciones persistentes):<br>- Armadura superior (Situaciones persistentes): | Mínimo: 0.0028<br>Calculado: 0.004<br>Calculado: 0.004                       | Cumple<br>Cumple           |
| <b>Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta:</b><br><i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i><br>- Armadura inferior (Situaciones persistentes):             | Mínimo: 0.22 cm <sup>2</sup><br>Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup>              | Cumple                     |

| Referencia: VC.S-1 [N18-N23] (Viga centradora)                                                                                              |                                              |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------|
| -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30 |                                              |        |
| Comprobación                                                                                                                                | Valores                                      | Estado |
| - Armadura superior (Situaciones persistentes):                                                                                             | Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup>              | Cumple |
| Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:                                                                         |                                              |        |
| Situaciones persistentes:                                                                                                                   | Momento flector: 0.27 t·m<br>Axil: ± 0.00 t  | Cumple |
|                                                                                                                                             | Momento flector: -0.27 t·m<br>Axil: ± 0.00 t | Cumple |
| Longitud de anclaje barras superiores origen:                                                                                               |                                              |        |
| - Situaciones persistentes:                                                                                                                 | Mínimo: 19 cm                                |        |
| <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                                                | Calculado: 19 cm                             | Cumple |
| Longitud de anclaje barras inferiores origen:                                                                                               |                                              |        |
| - Situaciones persistentes:                                                                                                                 | Mínimo: 16 cm                                |        |
| <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                                                | Calculado: 16 cm                             | Cumple |
| Longitud de anclaje de las barras de piel origen:                                                                                           |                                              |        |
| - Situaciones persistentes:                                                                                                                 | Mínimo: 15 cm                                |        |
| <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                                                | Calculado: 15 cm                             | Cumple |
| Longitud de anclaje barras superiores extremo:                                                                                              |                                              |        |
| - Situaciones persistentes:                                                                                                                 | Mínimo: 19 cm                                |        |
| <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                                                | Calculado: 19 cm                             | Cumple |
| Longitud de anclaje barras inferiores extremo:                                                                                              |                                              |        |
| - Situaciones persistentes:                                                                                                                 | Mínimo: 16 cm                                |        |
| <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                                                | Calculado: 16 cm                             | Cumple |
| Longitud de anclaje de las barras de piel extremo:                                                                                          |                                              |        |
| - Situaciones persistentes:                                                                                                                 | Mínimo: 15 cm                                |        |
| <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                                                | Calculado: 15 cm                             | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                         |                                              |        |
| Referencia: VC.S-1 [N23-N28] (Viga centradora)                                                                                              |                                              |        |
| -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30 |                                              |        |
| Comprobación                                                                                                                                | Valores                                      | Estado |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                   | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm              | Cumple |
| Separación mínima entre estribos:                                                                                                           | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 29.2 cm         | Cumple |
| <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                   |                                              |        |
| Separación mínima armadura longitudinal:                                                                                                    | Mínimo: 3.7 cm                               |        |
| <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                   |                                              |        |

| Referencia: VC.S-1 [N23-N28] (Viga centradora)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30 |                                                                                             |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                  | Valores                                                                                     | Estado           |
| - Armadura superior:                                                                                                                                                                          | Calculado: 7.3 cm                                                                           | Cumple           |
| - Armadura inferior:                                                                                                                                                                          | Calculado: 7.3 cm                                                                           | Cumple           |
| - Armadura de piel:                                                                                                                                                                           | Calculado: 17 cm                                                                            | Cumple           |
| Separación máxima estribos:                                                                                                                                                                   |                                                                                             |                  |
| - Sin cortantes:<br><i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                             | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                                                           | Cumple           |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                         | Máximo: 30 cm                                                                               |                  |
| - Armadura superior:                                                                                                                                                                          | Calculado: 7.3 cm                                                                           | Cumple           |
| - Armadura inferior:                                                                                                                                                                          | Calculado: 7.3 cm                                                                           | Cumple           |
| - Armadura de piel:                                                                                                                                                                           | Calculado: 17 cm                                                                            | Cumple           |
| Cuantía geométrica mínima armadura traccionada:<br><i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>                                                                                                       | Mínimo: 0.0028                                                                              |                  |
| - Armadura inferior (Situaciones persistentes):                                                                                                                                               | Calculado: 0.004                                                                            | Cumple           |
| - Armadura superior (Situaciones persistentes):                                                                                                                                               | Calculado: 0.004                                                                            | Cumple           |
| Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta:<br><i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>                                                                | Mínimo: 0.21 cm <sup>2</sup>                                                                |                  |
| - Armadura inferior (Situaciones persistentes):                                                                                                                                               | Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup>                                                             | Cumple           |
| - Armadura superior (Situaciones persistentes):                                                                                                                                               | Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup>                                                             | Cumple           |
| Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:<br>Situaciones persistentes:                                                                                              | Momento flector: 0.27 t·m<br>Axil: ± 0.00 t<br>Momento flector: -0.27 t·m<br>Axil: ± 0.00 t | Cumple<br>Cumple |
| Longitud de anclaje barras superiores origen:                                                                                                                                                 |                                                                                             |                  |
| - Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                                                                   | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje barras inferiores origen:                                                                                                                                                 |                                                                                             |                  |
| - Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                                                                   | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje de las barras de piel origen:                                                                                                                                             |                                                                                             |                  |
| - Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                                                                   | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm                                                           | Cumple           |

| <b>Referencia: VC.S-1 [N23-N28] (Viga centradora)</b><br>-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30 |                                                                              |                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                         | Valores                                                                      | Estado                     |
| Longitud de anclaje barras superiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                        | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                            | Cumple                     |
| Longitud de anclaje barras inferiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                        | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                            | Cumple                     |
| Longitud de anclaje de las barras de piel extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                    | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm                                            | Cumple                     |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                  |                                                                              |                            |
| <b>Referencia: VC.S-1 [N28-N33] (Viga centradora)</b><br>-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30 |                                                                              |                            |
| Comprobación                                                                                                                                                                                         | Valores                                                                      | Estado                     |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                                                            | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                                              | Cumple                     |
| Separación mínima entre estribos:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                       | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 29.2 cm                                         | Cumple                     |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i><br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:<br>- Armadura de piel:                                         | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 17 cm | Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br><i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                     | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                                            | Cumple                     |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i><br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:<br>- Armadura de piel:                                         | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 17 cm  | Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Cuantía geométrica mínima armadura traccionada:<br><i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i><br>- Armadura inferior (Situaciones persistentes):<br>- Armadura superior (Situaciones persistentes):        | Mínimo: 0.0028<br>Calculado: 0.004<br>Calculado: 0.004                       | Cumple<br>Cumple           |

| Referencia: VC.S-1 [N28-N33] (Viga centradora)                                                                                                    |                                                                                             |                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30       |                                                                                             |                  |
| Comprobación                                                                                                                                      | Valores                                                                                     | Estado           |
| Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta:<br><i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>                    | Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup>                                                             |                  |
| - Armadura inferior (Situaciones persistentes):                                                                                                   | Mínimo: 0.21 cm <sup>2</sup>                                                                | Cumple           |
| - Armadura superior (Situaciones persistentes):                                                                                                   | Mínimo: 0.22 cm <sup>2</sup>                                                                | Cumple           |
| Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:<br>Situaciones persistentes:                                                  | Momento flector: 0.27 t·m<br>Axil: ± 0.00 t<br>Momento flector: -0.28 t·m<br>Axil: ± 0.00 t | Cumple<br>Cumple |
| Longitud de anclaje barras superiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>      | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje barras inferiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>      | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje de las barras de piel origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>  | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje barras superiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>     | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje barras inferiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>     | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje de las barras de piel extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i> | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm                                                           | Cumple           |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                               |                                                                                             |                  |
| Referencia: VC.S-1 [N33-N38] (Viga centradora)                                                                                                    |                                                                                             |                  |
| -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30       |                                                                                             |                  |
| Comprobación                                                                                                                                      | Valores                                                                                     | Estado           |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                         | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                                                             | Cumple           |

| Referencia: VC.S-1 [N33-N38] (Viga centradora)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30                                        |                                                                                                    |                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                         | Valores                                                                                            | Estado                     |
| Separación mínima entre estribos:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                                                       | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 29.2 cm                                                               | Cumple                     |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i><br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:<br>- Armadura de piel:                                                                         | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 17 cm                       | Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br><i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                                     | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                                                                  | Cumple                     |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i><br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:<br>- Armadura de piel:                                                                         | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 17 cm                        | Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Cuantía geométrica mínima armadura traccionada:<br><i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i><br>- Armadura inferior (Situaciones persistentes):<br>- Armadura superior (Situaciones persistentes):                                        | Mínimo: 0.0028<br>Calculado: 0.004<br>Calculado: 0.004                                             | Cumple<br>Cumple           |
| Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta:<br><i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i><br>- Armadura inferior (Situaciones persistentes):<br>- Armadura superior (Situaciones persistentes): | Mínimo: 0.22 cm <sup>2</sup><br>Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup><br>Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup> | Cumple<br>Cumple           |
| Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:<br>Situaciones persistentes:                                                                                                                                     | Momento flector: 0.28 t·m<br>Axil: ± 0.00 t<br>Momento flector: -0.28 t·m<br>Axil: ± 0.00 t        | Cumple<br>Cumple           |
| Longitud de anclaje barras superiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                                                         | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                                                  | Cumple                     |
| Longitud de anclaje barras inferiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                                                         | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                                                  | Cumple                     |



| Referencia: VC.S-1 [N33-N38] (Viga centradora)                                                                                                               |                                                                              |                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30                  |                                                                              |                            |
| Comprobación                                                                                                                                                 | Valores                                                                      | Estado                     |
| Longitud de anclaje de las barras de piel origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>             | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm                                            | Cumple                     |
| Longitud de anclaje barras superiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                            | Cumple                     |
| Longitud de anclaje barras inferiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                            | Cumple                     |
| Longitud de anclaje de las barras de piel extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>            | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm                                            | Cumple                     |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                          |                                                                              |                            |
| Referencia: VC.S-1 [N38-N43] (Viga centradora)                                                                                                               |                                                                              |                            |
| -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30                  |                                                                              |                            |
| Comprobación                                                                                                                                                 | Valores                                                                      | Estado                     |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                    | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                                              | Cumple                     |
| Separación mínima entre estribos:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                               | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 29.2 cm                                         | Cumple                     |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i><br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:<br>- Armadura de piel: | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 17 cm | Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br><i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                             | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                                            | Cumple                     |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i><br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:<br>- Armadura de piel: | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 17 cm  | Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Cuantía geométrica mínima armadura traccionada:<br><i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>                                                                      | Mínimo: 0.0028                                                               |                            |

| Referencia: VC.S-1 [N38-N43] (Viga centradora)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30 |                                                                                             |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                  | Valores                                                                                     | Estado           |
| - Armadura inferior (Situaciones persistentes):                                                                                                                                               | Calculado: 0.004                                                                            | Cumple           |
| - Armadura superior (Situaciones persistentes):                                                                                                                                               | Calculado: 0.004                                                                            | Cumple           |
| Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta:<br><i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>                                                                | Mínimo: 0.22 cm <sup>2</sup>                                                                |                  |
| - Armadura inferior (Situaciones persistentes):                                                                                                                                               | Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup>                                                             | Cumple           |
| - Armadura superior (Situaciones persistentes):                                                                                                                                               | Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup>                                                             | Cumple           |
| Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:<br>Situaciones persistentes:                                                                                              | Momento flector: 0.28 t·m<br>Axil: ± 0.00 t<br>Momento flector: -0.28 t·m<br>Axil: ± 0.00 t | Cumple<br>Cumple |
| Longitud de anclaje barras superiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                  | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje barras inferiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                  | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje de las barras de piel origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                              | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje barras superiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                 | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje barras inferiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                 | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje de las barras de piel extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                             | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm                                                           | Cumple           |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                           |                                                                                             |                  |

| Referencia: VC.T-1.3 [N43-N48] (Viga centradora)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 3Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/20                                      |                                                                                                                                    |                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                         | Valores                                                                                                                            | Estado                     |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                                                                                            | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                                                                                                    | Cumple                     |
| Separación mínima entre estribos:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                                                       | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 19.2 cm                                                                                               | Cumple                     |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i><br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:<br>- Armadura de piel:                                                                         | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 11.8 cm<br>Calculado: 17 cm                                                      | Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                          | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 20 cm                                                                                                  | Cumple                     |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i><br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:<br>- Armadura de piel:                                                                         | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 11.8 cm<br>Calculado: 17 cm                                                       | Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Cuantía mínima para los estribos:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1</i>                                                                                                                         | Mínimo: 3.14 cm <sup>2</sup> /m<br>Calculado: 5.02 cm <sup>2</sup> /m                                                              | Cumple                     |
| Cuantía geométrica mínima armadura traccionada:<br><i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i><br>- Armadura inferior (Situaciones persistentes):<br>- Armadura superior (Situaciones persistentes):                                        | Mínimo: 0.0028<br>Calculado: 0.003<br>Calculado: 0.004                                                                             | Cumple<br>Cumple           |
| Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta:<br><i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i><br>- Armadura inferior (Situaciones persistentes):<br>- Armadura superior (Situaciones persistentes): | Mínimo: 0.22 cm <sup>2</sup><br>Calculado: 6.03 cm <sup>2</sup><br>Mínimo: 0.84 cm <sup>2</sup><br>Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup> | Cumple<br>Cumple           |
| Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:<br>Situaciones persistentes:                                                                                                                                     | Momento flector: 0.29 t·m<br>Axil: ± 0.00 t<br>Momento flector: -1.11 t·m<br>Axil: ± 0.00 t                                        | Cumple<br>Cumple           |

| Referencia: VC.T-1.3 [N43-N48] (Viga centradora)                                                                                                             |                                                                              |                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 3Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/20                  |                                                                              |                            |
| Comprobación                                                                                                                                                 | Valores                                                                      | Estado                     |
| Longitud de anclaje barras superiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                 | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                            | Cumple                     |
| Longitud de anclaje barras inferiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                 | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                            | Cumple                     |
| Longitud de anclaje de las barras de piel origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>             | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm                                            | Cumple                     |
| Longitud de anclaje barras superiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                            | Cumple                     |
| Longitud de anclaje barras inferiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                            | Cumple                     |
| Longitud de anclaje de las barras de piel extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>            | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm                                            | Cumple                     |
| Comprobación de cortante:<br>- Situaciones persistentes:                                                                                                     | Cortante: 0.28 t                                                             | Cumple                     |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                          |                                                                              |                            |
| Referencia: VC.S-1 [N48-N53] (Viga centradora)                                                                                                               |                                                                              |                            |
| -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30                  |                                                                              |                            |
| Comprobación                                                                                                                                                 | Valores                                                                      | Estado                     |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                    | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                                              | Cumple                     |
| Separación mínima entre estribos:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                               | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 29.2 cm                                         | Cumple                     |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i><br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:<br>- Armadura de piel: | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 17 cm | Cumple<br>Cumple<br>Cumple |

| Referencia: VC.S-1 [N48-N53] (Viga centradora)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30                                        |                                                                                                    |                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                         | Valores                                                                                            | Estado                     |
| Separación máxima estribos:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                          | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                                                                  | Cumple                     |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i><br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:<br>- Armadura de piel:                                                                         | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 17 cm                        | Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Cuantía mínima para los estribos:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1</i>                                                                                                                         | Mínimo: 3.14 cm <sup>2</sup> /m<br>Calculado: 3.35 cm <sup>2</sup> /m                              | Cumple                     |
| Cuantía geométrica mínima armadura traccionada:<br><i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i><br>- Armadura inferior (Situaciones persistentes):<br>- Armadura superior (Situaciones persistentes):                                        | Mínimo: 0.0028<br>Calculado: 0.004<br>Calculado: 0.004                                             | Cumple<br>Cumple           |
| Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta:<br><i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i><br>- Armadura inferior (Situaciones persistentes):<br>- Armadura superior (Situaciones persistentes): | Mínimo: 3.06 cm <sup>2</sup><br>Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup><br>Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup> | Cumple<br>Cumple           |
| Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:<br>Situaciones persistentes:                                                                                                                                     | Momento flector: 7.06 t·m<br>Axil: ± 0.00 t<br>Momento flector: -8.21 t·m<br>Axil: ± 0.00 t        | Cumple<br>Cumple           |
| Longitud de anclaje barras superiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                                                         | Mínimo: 31 cm<br>Calculado: 32 cm                                                                  | Cumple                     |
| Longitud de anclaje barras inferiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                                                         | Mínimo: 22 cm<br>Calculado: 23 cm                                                                  | Cumple                     |
| Longitud de anclaje de las barras de piel origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                                                     | Mínimo: 24 cm<br>Calculado: 24 cm                                                                  | Cumple                     |

| Referencia: VC.S-1 [N48-N53] (Viga centradora)                                                                                                               |                                                                               |                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30                  |                                                                               |                            |
| Comprobación                                                                                                                                                 | Valores                                                                       | Estado                     |
| Longitud de anclaje barras superiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                | Mínimo: 31 cm<br>Calculado: 32 cm                                             | Cumple                     |
| Longitud de anclaje barras inferiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                | Mínimo: 22 cm<br>Calculado: 23 cm                                             | Cumple                     |
| Longitud de anclaje de las barras de piel extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>            | Mínimo: 24 cm<br>Calculado: 24 cm                                             | Cumple                     |
| Comprobación de cortante:<br>- Situaciones persistentes:                                                                                                     | Cortante: 1.93 t                                                              | Cumple                     |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                          |                                                                               |                            |
| Referencia: VC.T-1.3 [N53-N58] (Viga centradora)                                                                                                             |                                                                               |                            |
| -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 3Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/20                  |                                                                               |                            |
| Comprobación                                                                                                                                                 | Valores                                                                       | Estado                     |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                    | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                                               | Cumple                     |
| Separación mínima entre estribos:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                               | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 19.2 cm                                          | Cumple                     |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i><br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:<br>- Armadura de piel: | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 11.8 cm<br>Calculado: 17 cm | Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                  | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 20 cm                                             | Cumple                     |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i><br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:<br>- Armadura de piel: | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 11.8 cm<br>Calculado: 17 cm  | Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Cuantía mínima para los estribos:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1</i>                                                 | Mínimo: 3.14 cm <sup>2</sup> /m<br>Calculado: 5.02 cm <sup>2</sup> /m         | Cumple                     |

| Referencia: VC.T-1.3 [N53-N58] (Viga centradora)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 3Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/20 |                                                                                             |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                    | Valores                                                                                     | Estado           |
| Cuantía geométrica mínima armadura traccionada:<br><i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>                                                                                                         | Mínimo: 0.0028                                                                              |                  |
| - Armadura inferior (Situaciones persistentes):                                                                                                                                                 | Calculado: 0.003                                                                            | Cumple           |
| - Armadura superior (Situaciones persistentes):                                                                                                                                                 | Calculado: 0.004                                                                            | Cumple           |
| Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta:<br><i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>                                                                  | Mínimo: 3.06 cm <sup>2</sup>                                                                |                  |
| - Armadura inferior (Situaciones persistentes):                                                                                                                                                 | Calculado: 6.03 cm <sup>2</sup>                                                             | Cumple           |
| - Armadura superior (Situaciones persistentes):                                                                                                                                                 | Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup>                                                             | Cumple           |
| Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:<br>Situaciones persistentes:                                                                                                | Momento flector: 6.86 t·m<br>Axil: ± 0.00 t<br>Momento flector: -9.17 t·m<br>Axil: ± 0.00 t | Cumple<br>Cumple |
| Longitud de anclaje barras superiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                    | Mínimo: 35 cm<br>Calculado: 36 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje barras inferiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                    | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 25 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje de las barras de piel origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                | Mínimo: 26 cm<br>Calculado: 27 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje barras superiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                   | Mínimo: 35 cm<br>Calculado: 36 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje barras inferiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                   | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 25 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje de las barras de piel extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                               | Mínimo: 26 cm<br>Calculado: 27 cm                                                           | Cumple           |
| Comprobación de cortante:<br>- Situaciones persistentes:                                                                                                                                        | Cortante: 0.99 t                                                                            | Cumple           |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                             |                                                                                             |                  |

| Referencia: VC.S-1 [N58-N56] (Viga centradora)                                                                                               |                                                                                             |                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30  |                                                                                             |                  |
| Comprobación                                                                                                                                 | Valores                                                                                     | Estado           |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                    | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                                                             | Cumple           |
| Separación mínima entre estribos:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                               | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 29.2 cm                                                        | Cumple           |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                        | Mínimo: 3.7 cm                                                                              |                  |
| - Armadura superior:                                                                                                                         | Calculado: 7.3 cm                                                                           | Cumple           |
| - Armadura inferior:                                                                                                                         | Calculado: 7.3 cm                                                                           | Cumple           |
| - Armadura de piel:                                                                                                                          | Calculado: 17 cm                                                                            | Cumple           |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br><i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>                                             | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                                                           | Cumple           |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>                                                        | Máximo: 30 cm                                                                               |                  |
| - Armadura superior:                                                                                                                         | Calculado: 7.3 cm                                                                           | Cumple           |
| - Armadura inferior:                                                                                                                         | Calculado: 7.3 cm                                                                           | Cumple           |
| - Armadura de piel:                                                                                                                          | Calculado: 17 cm                                                                            | Cumple           |
| Cuantía geométrica mínima armadura traccionada:<br><i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>                                                      | Mínimo: 0.0028                                                                              |                  |
| - Armadura inferior (Situaciones persistentes):                                                                                              | Calculado: 0.004                                                                            | Cumple           |
| - Armadura superior (Situaciones persistentes):                                                                                              | Calculado: 0.004                                                                            | Cumple           |
| Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta:<br><i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>               | Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup>                                                             |                  |
| - Armadura inferior (Situaciones persistentes):                                                                                              | Mínimo: 0.22 cm <sup>2</sup>                                                                | Cumple           |
| - Armadura superior (Situaciones persistentes):                                                                                              | Mínimo: 0.21 cm <sup>2</sup>                                                                | Cumple           |
| Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:<br>Situaciones persistentes:                                             | Momento flector: 0.28 t·m<br>Axil: ± 0.00 t<br>Momento flector: -0.26 t·m<br>Axil: ± 0.00 t | Cumple<br>Cumple |
| Longitud de anclaje barras superiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i> | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                                           | Cumple           |



| Referencia: VC.S-1 [N58-N56] (Viga centradora)                                                                                                               |                                                                               |                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30                  |                                                                               |                            |
| Comprobación                                                                                                                                                 | Valores                                                                       | Estado                     |
| Longitud de anclaje barras inferiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                 | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                             | Cumple                     |
| Longitud de anclaje de las barras de piel origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>             | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm                                             | Cumple                     |
| Longitud de anclaje barras superiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                             | Cumple                     |
| Longitud de anclaje barras inferiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                             | Cumple                     |
| Longitud de anclaje de las barras de piel extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>            | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm                                             | Cumple                     |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                          |                                                                               |                            |
| Referencia: VC.T-1.3 [N56-N51] (Viga centradora)                                                                                                             |                                                                               |                            |
| -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 3Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/20                  |                                                                               |                            |
| Comprobación                                                                                                                                                 | Valores                                                                       | Estado                     |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                    | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                                               | Cumple                     |
| Separación mínima entre estribos:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                               | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 19.2 cm                                          | Cumple                     |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i><br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:<br>- Armadura de piel: | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 11.8 cm<br>Calculado: 17 cm | Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                  | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 20 cm                                             | Cumple                     |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i><br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                        | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 11.8 cm                      | Cumple<br>Cumple           |

| Referencia: VC.T-1.3 [N56-N51] (Viga centradora)                                                                                            |                                                                       |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------|
| -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 3Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/20 |                                                                       |        |
| Comprobación                                                                                                                                | Valores                                                               | Estado |
| - Armadura de piel:                                                                                                                         | Calculado: 17 cm                                                      | Cumple |
| Cuantía mínima para los estribos:                                                                                                           |                                                                       |        |
| - Situaciones persistentes:<br><i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1</i>                                                                     | Mínimo: 3.14 cm <sup>2</sup> /m<br>Calculado: 5.02 cm <sup>2</sup> /m | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima armadura traccionada:<br><i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>                                                     | Mínimo: 0.0028                                                        |        |
| - Armadura inferior (Situaciones persistentes):                                                                                             | Calculado: 0.003                                                      | Cumple |
| - Armadura superior (Situaciones persistentes):                                                                                             | Calculado: 0.004                                                      | Cumple |
| Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta:<br><i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>              | Mínimo: 3.06 cm <sup>2</sup>                                          |        |
| - Armadura inferior (Situaciones persistentes):                                                                                             | Calculado: 6.03 cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| - Armadura superior (Situaciones persistentes):                                                                                             | Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:<br>Situaciones persistentes:                                            |                                                                       |        |
|                                                                                                                                             | Momento flector: 6.86 t·m<br>Axil: ± 0.00 t                           | Cumple |
|                                                                                                                                             | Momento flector: -9.17 t·m<br>Axil: ± 0.00 t                          | Cumple |
| Longitud de anclaje barras superiores origen:                                                                                               |                                                                       |        |
| - Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                 | Mínimo: 35 cm<br>Calculado: 36 cm                                     | Cumple |
| Longitud de anclaje barras inferiores origen:                                                                                               |                                                                       |        |
| - Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                 | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 25 cm                                     | Cumple |
| Longitud de anclaje de las barras de piel origen:                                                                                           |                                                                       |        |
| - Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                 | Mínimo: 26 cm<br>Calculado: 27 cm                                     | Cumple |
| Longitud de anclaje barras superiores extremo:                                                                                              |                                                                       |        |
| - Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                 | Mínimo: 35 cm<br>Calculado: 36 cm                                     | Cumple |
| Longitud de anclaje barras inferiores extremo:                                                                                              |                                                                       |        |
| - Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                 | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 25 cm                                     | Cumple |
| Longitud de anclaje de las barras de piel extremo:                                                                                          |                                                                       |        |
| - Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                 | Mínimo: 26 cm<br>Calculado: 27 cm                                     | Cumple |

|                                                                                                                                                                                                        |                                                                       |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>Referencia: VC.T-1.3 [N56-N51] (Viga centradora)</b><br>-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 3Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/20 |                                                                       |               |
| <b>Comprobación</b>                                                                                                                                                                                    | <b>Valores</b>                                                        | <b>Estado</b> |
| Comprobación de cortante:<br>- Situaciones persistentes:                                                                                                                                               | Cortante: 0.99 t                                                      | Cumple        |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                    |                                                                       |               |
| <b>Referencia: VC.S-1 [N51-N46] (Viga centradora)</b><br>-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30   |                                                                       |               |
| <b>Comprobación</b>                                                                                                                                                                                    | <b>Valores</b>                                                        | <b>Estado</b> |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                                                              | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                                       | Cumple        |
| Separación mínima entre estribos:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                         | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 29.2 cm                                  | Cumple        |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                  | Mínimo: 3.7 cm                                                        |               |
| - Armadura superior:                                                                                                                                                                                   | Calculado: 7.3 cm                                                     | Cumple        |
| - Armadura inferior:                                                                                                                                                                                   | Calculado: 7.3 cm                                                     | Cumple        |
| - Armadura de piel:                                                                                                                                                                                    | Calculado: 17 cm                                                      | Cumple        |
| Separación máxima estribos:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                            | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                                     | Cumple        |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                  | Máximo: 30 cm                                                         |               |
| - Armadura superior:                                                                                                                                                                                   | Calculado: 7.3 cm                                                     | Cumple        |
| - Armadura inferior:                                                                                                                                                                                   | Calculado: 7.3 cm                                                     | Cumple        |
| - Armadura de piel:                                                                                                                                                                                    | Calculado: 17 cm                                                      | Cumple        |
| Cuantía mínima para los estribos:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1</i>                                                                                           | Mínimo: 3.14 cm <sup>2</sup> /m<br>Calculado: 3.35 cm <sup>2</sup> /m | Cumple        |
| Cuantía geométrica mínima armadura traccionada:<br><i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>                                                                                                                | Mínimo: 0.0028                                                        |               |
| - Armadura inferior (Situaciones persistentes):                                                                                                                                                        | Calculado: 0.004                                                      | Cumple        |
| - Armadura superior (Situaciones persistentes):                                                                                                                                                        | Calculado: 0.004                                                      | Cumple        |
| Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta:<br><i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>                                                                         | Mínimo: 3.06 cm <sup>2</sup>                                          |               |
| - Armadura inferior (Situaciones persistentes):                                                                                                                                                        | Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup>                                       | Cumple        |
| - Armadura superior (Situaciones persistentes):                                                                                                                                                        | Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup>                                       | Cumple        |

| Referencia: VC.S-1 [N51-N46] (Viga centradora)                                                                                                    |                                                                                             |                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30       |                                                                                             |                  |
| Comprobación                                                                                                                                      | Valores                                                                                     | Estado           |
| Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:<br>Situaciones persistentes:                                                  | Momento flector: 7.06 t·m<br>Axil: ± 0.00 t<br>Momento flector: -8.21 t·m<br>Axil: ± 0.00 t | Cumple<br>Cumple |
| Longitud de anclaje barras superiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>      | Mínimo: 31 cm<br>Calculado: 32 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje barras inferiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>      | Mínimo: 22 cm<br>Calculado: 23 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje de las barras de piel origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>  | Mínimo: 24 cm<br>Calculado: 24 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje barras superiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>     | Mínimo: 31 cm<br>Calculado: 32 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje barras inferiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>     | Mínimo: 22 cm<br>Calculado: 23 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje de las barras de piel extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i> | Mínimo: 24 cm<br>Calculado: 24 cm                                                           | Cumple           |
| Comprobación de cortante:<br>- Situaciones persistentes:                                                                                          | Cortante: 1.93 t                                                                            | Cumple           |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                               |                                                                                             |                  |
| Referencia: VC.T-1.3 [N46-N41] (Viga centradora)                                                                                                  |                                                                                             |                  |
| -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 3Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/20       |                                                                                             |                  |
| Comprobación                                                                                                                                      | Valores                                                                                     | Estado           |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                         | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                                                             | Cumple           |
| Separación mínima entre estribos:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                    | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 19.2 cm                                                        | Cumple           |

| Referencia: VC.T-1.3 [N46-N41] (Viga centradora)                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                    |                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 3Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/20                                                                                                 |                                                                                                                                    |                            |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                | Valores                                                                                                                            | Estado                     |
| <b>Separación mínima armadura longitudinal:</b><br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i><br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:<br>- Armadura de piel:                                                                         | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 11.8 cm<br>Calculado: 17 cm                                                      | Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| <b>Separación máxima estribos:</b><br>- Situaciones persistentes:<br><i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                          | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 20 cm                                                                                                  | Cumple                     |
| <b>Separación máxima armadura longitudinal:</b><br><i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i><br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:<br>- Armadura de piel:                                                                         | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 11.8 cm<br>Calculado: 17 cm                                                       | Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| <b>Cuantía mínima para los estribos:</b><br>- Situaciones persistentes:<br><i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1</i>                                                                                                                         | Mínimo: 3.14 cm <sup>2</sup> /m<br>Calculado: 5.02 cm <sup>2</sup> /m                                                              | Cumple                     |
| <b>Cuantía geométrica mínima armadura traccionada:</b><br><i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i><br>- Armadura inferior (Situaciones persistentes):<br>- Armadura superior (Situaciones persistentes):                                        | Mínimo: 0.0028<br>Calculado: 0.003<br>Calculado: 0.004                                                                             | Cumple<br>Cumple           |
| <b>Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta:</b><br><i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i><br>- Armadura inferior (Situaciones persistentes):<br>- Armadura superior (Situaciones persistentes): | Mínimo: 0.22 cm <sup>2</sup><br>Calculado: 6.03 cm <sup>2</sup><br>Mínimo: 0.84 cm <sup>2</sup><br>Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup> | Cumple<br>Cumple           |
| <b>Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:</b><br>Situaciones persistentes:                                                                                                                                     | Momento flector: 0.29 t·m<br>Axil: ± 0.00 t<br>Momento flector: -1.10 t·m<br>Axil: ± 0.00 t                                        | Cumple<br>Cumple           |
| <b>Longitud de anclaje barras superiores origen:</b><br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                                                         | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                                                                                  | Cumple                     |

| Referencia: VC.T-1.3 [N46-N41] (Viga centradora)                                                                                                             |                                                                              |                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 3Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/20                  |                                                                              |                            |
| Comprobación                                                                                                                                                 | Valores                                                                      | Estado                     |
| Longitud de anclaje barras inferiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                 | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                            | Cumple                     |
| Longitud de anclaje de las barras de piel origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>             | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm                                            | Cumple                     |
| Longitud de anclaje barras superiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                            | Cumple                     |
| Longitud de anclaje barras inferiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                            | Cumple                     |
| Longitud de anclaje de las barras de piel extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>            | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm                                            | Cumple                     |
| Comprobación de cortante:<br>- Situaciones persistentes:                                                                                                     | Cortante: 0.27 t                                                             | Cumple                     |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                          |                                                                              |                            |
| Referencia: VC.S-1 [N41-N36] (Viga centradora)                                                                                                               |                                                                              |                            |
| -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30                  |                                                                              |                            |
| Comprobación                                                                                                                                                 | Valores                                                                      | Estado                     |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                    | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                                              | Cumple                     |
| Separación mínima entre estribos:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                               | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 29.2 cm                                         | Cumple                     |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i><br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:<br>- Armadura de piel: | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 17 cm | Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br><i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                             | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                                            | Cumple                     |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>                                                                        | Máximo: 30 cm                                                                |                            |

| Referencia: VC.S-1 [N41-N36] (Viga centradora)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30 |                                                                                             |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                  | Valores                                                                                     | Estado           |
| - Armadura superior:                                                                                                                                                                          | Calculado: 7.3 cm                                                                           | Cumple           |
| - Armadura inferior:                                                                                                                                                                          | Calculado: 7.3 cm                                                                           | Cumple           |
| - Armadura de piel:                                                                                                                                                                           | Calculado: 17 cm                                                                            | Cumple           |
| Cuantía geométrica mínima armadura traccionada:<br><i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>                                                                                                       | Mínimo: 0.0028                                                                              |                  |
| - Armadura inferior (Situaciones persistentes):                                                                                                                                               | Calculado: 0.004                                                                            | Cumple           |
| - Armadura superior (Situaciones persistentes):                                                                                                                                               | Calculado: 0.004                                                                            | Cumple           |
| Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta:<br><i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>                                                                | Mínimo: 0.22 cm <sup>2</sup>                                                                |                  |
| - Armadura inferior (Situaciones persistentes):                                                                                                                                               | Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup>                                                             | Cumple           |
| - Armadura superior (Situaciones persistentes):                                                                                                                                               | Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup>                                                             | Cumple           |
| Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:<br>Situaciones persistentes:                                                                                              | Momento flector: 0.28 t·m<br>Axil: ± 0.00 t<br>Momento flector: -0.28 t·m<br>Axil: ± 0.00 t | Cumple<br>Cumple |
| Longitud de anclaje barras superiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                  | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje barras inferiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                  | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje de las barras de piel origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                              | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje barras superiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                 | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje barras inferiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                 | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje de las barras de piel extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                             | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm                                                           | Cumple           |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                           |                                                                                             |                  |

| Referencia: VC.S-1 [N36-N31] (Viga centradora)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30                                        |                                                                                                    |                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                         | Valores                                                                                            | Estado                     |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                                                                                            | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                                                                    | Cumple                     |
| Separación mínima entre estribos:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                                                       | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 29.2 cm                                                               | Cumple                     |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i><br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:<br>- Armadura de piel:                                                                         | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 17 cm                       | Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br><i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                                     | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                                                                  | Cumple                     |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i><br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:<br>- Armadura de piel:                                                                         | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 17 cm                        | Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Cuantía geométrica mínima armadura traccionada:<br><i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i><br>- Armadura inferior (Situaciones persistentes):<br>- Armadura superior (Situaciones persistentes):                                        | Mínimo: 0.0028<br>Calculado: 0.004<br>Calculado: 0.004                                             | Cumple<br>Cumple           |
| Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta:<br><i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i><br>- Armadura inferior (Situaciones persistentes):<br>- Armadura superior (Situaciones persistentes): | Mínimo: 0.22 cm <sup>2</sup><br>Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup><br>Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup> | Cumple<br>Cumple           |
| Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:<br>Situaciones persistentes:                                                                                                                                     | Momento flector: 0.27 t·m<br>Axil: ± 0.00 t<br>Momento flector: -0.28 t·m<br>Axil: ± 0.00 t        | Cumple<br>Cumple           |
| Longitud de anclaje barras superiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                                                         | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                                                  | Cumple                     |



| Referencia: VC.S-1 [N36-N31] (Viga centradora)                                                                                                               |                                                                              |                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30                  |                                                                              |                            |
| Comprobación                                                                                                                                                 | Valores                                                                      | Estado                     |
| Longitud de anclaje barras inferiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                 | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                            | Cumple                     |
| Longitud de anclaje de las barras de piel origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>             | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm                                            | Cumple                     |
| Longitud de anclaje barras superiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                            | Cumple                     |
| Longitud de anclaje barras inferiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                            | Cumple                     |
| Longitud de anclaje de las barras de piel extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>            | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm                                            | Cumple                     |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                          |                                                                              |                            |
| Referencia: VC.S-1 [N31-N26] (Viga centradora)                                                                                                               |                                                                              |                            |
| -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30                  |                                                                              |                            |
| Comprobación                                                                                                                                                 | Valores                                                                      | Estado                     |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                    | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                                              | Cumple                     |
| Separación mínima entre estribos:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                               | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 29.2 cm                                         | Cumple                     |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i><br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:<br>- Armadura de piel: | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 17 cm | Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br><i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                             | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                                            | Cumple                     |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i><br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                        | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 7.3 cm                      | Cumple<br>Cumple           |

| Referencia: VC.S-1 [N31-N26] (Viga centradora)                                                                                                    |                                                                                             |                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30       |                                                                                             |                  |
| Comprobación                                                                                                                                      | Valores                                                                                     | Estado           |
| - Armadura de piel:                                                                                                                               | Calculado: 17 cm                                                                            | Cumple           |
| Cuantía geométrica mínima armadura traccionada:<br><i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>                                                           | Mínimo: 0.0028                                                                              |                  |
| - Armadura inferior (Situaciones persistentes):                                                                                                   | Calculado: 0.004                                                                            | Cumple           |
| - Armadura superior (Situaciones persistentes):                                                                                                   | Calculado: 0.004                                                                            | Cumple           |
| Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta:<br><i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>                    | Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup>                                                             |                  |
| - Armadura inferior (Situaciones persistentes):                                                                                                   | Mínimo: 0.21 cm <sup>2</sup>                                                                | Cumple           |
| - Armadura superior (Situaciones persistentes):                                                                                                   | Mínimo: 0.22 cm <sup>2</sup>                                                                | Cumple           |
| Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:<br>Situaciones persistentes:                                                  | Momento flector: 0.27 t·m<br>Axil: ± 0.00 t<br>Momento flector: -0.27 t·m<br>Axil: ± 0.00 t | Cumple<br>Cumple |
| Longitud de anclaje barras superiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>      | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje barras inferiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>      | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje de las barras de piel origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>  | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje barras superiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>     | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje barras inferiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>     | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje de las barras de piel extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i> | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm                                                           | Cumple           |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                               |                                                                                             |                  |

| Referencia: VC.S-1 [N26-N21] (Viga centradora)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30                                        |                                                                                                 |                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                         | Valores                                                                                         | Estado                     |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                                                                                            | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                                                                 | Cumple                     |
| Separación mínima entre estribos:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                                                       | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 29.2 cm                                                            | Cumple                     |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i><br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:<br>- Armadura de piel:                                                                         | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 17 cm                    | Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                          | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                                                               | Cumple                     |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i><br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:<br>- Armadura de piel:                                                                         | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 17 cm                     | Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Cuantía mínima para los estribos:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1</i>                                                                                                                         | Mínimo: 3.14 cm <sup>2</sup> /m<br>Calculado: 3.35 cm <sup>2</sup> /m                           | Cumple                     |
| Cuantía geométrica mínima armadura traccionada:<br><i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i><br>- Armadura inferior (Situaciones persistentes):<br>- Armadura superior (Situaciones persistentes):                                        | Mínimo: 0.0028<br>Calculado: 0.004<br>Calculado: 0.004                                          | Cumple<br>Cumple           |
| Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta:<br><i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i><br>- Armadura inferior (Situaciones persistentes):<br>- Armadura superior (Situaciones persistentes): | Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup><br>Mínimo: 0.74 cm <sup>2</sup><br>Mínimo: 0.71 cm <sup>2</sup> | Cumple<br>Cumple           |
| Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:<br>Situaciones persistentes:                                                                                                                                     | Momento flector: 0.96 t·m<br>Axil: ± 0.00 t<br>Momento flector: -0.93 t·m<br>Axil: ± 0.00 t     | Cumple<br>Cumple           |

| Referencia: VC.S-1 [N26-N21] (Viga centradora)                                                                                                               |                                                                              |                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30                  |                                                                              |                            |
| Comprobación                                                                                                                                                 | Valores                                                                      | Estado                     |
| Longitud de anclaje barras superiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                 | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                            | Cumple                     |
| Longitud de anclaje barras inferiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                 | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                            | Cumple                     |
| Longitud de anclaje de las barras de piel origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>             | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm                                            | Cumple                     |
| Longitud de anclaje barras superiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                            | Cumple                     |
| Longitud de anclaje barras inferiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                            | Cumple                     |
| Longitud de anclaje de las barras de piel extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>            | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm                                            | Cumple                     |
| Comprobación de cortante:<br>- Situaciones persistentes:                                                                                                     | Cortante: 0.24 t                                                             | Cumple                     |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                          |                                                                              |                            |
| Referencia: VC.S-1 [N21-N16] (Viga centradora)                                                                                                               |                                                                              |                            |
| -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30                  |                                                                              |                            |
| Comprobación                                                                                                                                                 | Valores                                                                      | Estado                     |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                    | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                                              | Cumple                     |
| Separación mínima entre estribos:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                               | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 29.2 cm                                         | Cumple                     |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i><br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:<br>- Armadura de piel: | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 17 cm | Cumple<br>Cumple<br>Cumple |

| Referencia: VC.S-1 [N21-N16] (Viga centradora)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30                                        |                                                                                                 |                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                         | Valores                                                                                         | Estado                     |
| Separación máxima estribos:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                          | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                                                               | Cumple                     |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i><br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:<br>- Armadura de piel:                                                                         | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 17 cm                     | Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Cuantía mínima para los estribos:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1</i>                                                                                                                         | Mínimo: 3.14 cm <sup>2</sup> /m<br>Calculado: 3.35 cm <sup>2</sup> /m                           | Cumple                     |
| Cuantía geométrica mínima armadura traccionada:<br><i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i><br>- Armadura inferior (Situaciones persistentes):<br>- Armadura superior (Situaciones persistentes):                                        | Mínimo: 0.0028<br>Calculado: 0.004<br>Calculado: 0.004                                          | Cumple<br>Cumple           |
| Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta:<br><i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i><br>- Armadura inferior (Situaciones persistentes):<br>- Armadura superior (Situaciones persistentes): | Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup><br>Mínimo: 0.72 cm <sup>2</sup><br>Mínimo: 0.74 cm <sup>2</sup> | Cumple<br>Cumple           |
| Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:<br>Situaciones persistentes:                                                                                                                                     | Momento flector: 0.93 t·m<br>Axil: ± 0.00 t<br>Momento flector: -0.96 t·m<br>Axil: ± 0.00 t     | Cumple<br>Cumple           |
| Longitud de anclaje barras superiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                                                         | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                                               | Cumple                     |
| Longitud de anclaje barras inferiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                                                         | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                                               | Cumple                     |
| Longitud de anclaje de las barras de piel origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                                                     | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm                                                               | Cumple                     |

| Referencia: VC.S-1 [N21-N16] (Viga centradora)                                                                                                               |                                                                              |                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30                  |                                                                              |                            |
| Comprobación                                                                                                                                                 | Valores                                                                      | Estado                     |
| Longitud de anclaje barras superiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                            | Cumple                     |
| Longitud de anclaje barras inferiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                            | Cumple                     |
| Longitud de anclaje de las barras de piel extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>            | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm                                            | Cumple                     |
| Comprobación de cortante:<br>- Situaciones persistentes:                                                                                                     | Cortante: 0.48 t                                                             | Cumple                     |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                          |                                                                              |                            |
| Referencia: VC.S-1 [N16-N11] (Viga centradora)                                                                                                               |                                                                              |                            |
| -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30                  |                                                                              |                            |
| Comprobación                                                                                                                                                 | Valores                                                                      | Estado                     |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                    | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                                              | Cumple                     |
| Separación mínima entre estribos:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                               | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 29.2 cm                                         | Cumple                     |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i><br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:<br>- Armadura de piel: | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 17 cm | Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                  | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                                            | Cumple                     |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i><br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:<br>- Armadura de piel: | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 17 cm  | Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Cuantía mínima para los estribos:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1</i>                                                 | Mínimo: 3.14 cm <sup>2</sup> /m<br>Calculado: 3.35 cm <sup>2</sup> /m        | Cumple                     |

| Referencia: VC.S-1 [N16-N11] (Viga centradora)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30 |                                                                                             |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                  | Valores                                                                                     | Estado           |
| Cuantía geométrica mínima armadura traccionada:<br><i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>                                                                                                       | Mínimo: 0.0028                                                                              |                  |
| - Armadura inferior (Situaciones persistentes):                                                                                                                                               | Calculado: 0.004                                                                            | Cumple           |
| - Armadura superior (Situaciones persistentes):                                                                                                                                               | Calculado: 0.004                                                                            | Cumple           |
| Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta:<br><i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>                                                                | Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup>                                                             |                  |
| - Armadura inferior (Situaciones persistentes):                                                                                                                                               | Mínimo: 0.73 cm <sup>2</sup>                                                                | Cumple           |
| - Armadura superior (Situaciones persistentes):                                                                                                                                               | Mínimo: 0.72 cm <sup>2</sup>                                                                | Cumple           |
| Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:<br>Situaciones persistentes:                                                                                              | Momento flector: 0.96 t·m<br>Axil: ± 0.00 t<br>Momento flector: -0.93 t·m<br>Axil: ± 0.00 t | Cumple<br>Cumple |
| Longitud de anclaje barras superiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                  | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje barras inferiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                  | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje de las barras de piel origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                              | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje barras superiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                 | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje barras inferiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                 | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                                           | Cumple           |
| Longitud de anclaje de las barras de piel extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                             | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm                                                           | Cumple           |
| Comprobación de cortante:<br>- Situaciones persistentes:                                                                                                                                      | Cortante: 0.48 t                                                                            | Cumple           |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                           |                                                                                             |                  |

| Referencia: VC.T-1.3 [N11-N6] (Viga centradora)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 3Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/20 |                                                                                             |                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                   | Valores                                                                                     | Estado                   |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                                                      | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                                                             | Cumple                   |
| Separación mínima entre estribos:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                 | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 19.2 cm                                                        | Cumple                   |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                          | Mínimo: 3.7 cm                                                                              |                          |
| - Armadura superior:                                                                                                                                                                           | Calculado: 7.3 cm                                                                           | Cumple                   |
| - Armadura inferior:                                                                                                                                                                           | Calculado: 11.8 cm                                                                          | Cumple                   |
| - Armadura de piel:                                                                                                                                                                            | Calculado: 17 cm                                                                            | Cumple                   |
| Separación máxima estribos:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                    | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 20 cm                                                           | Cumple                   |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                          | Máximo: 30 cm                                                                               |                          |
| - Armadura superior:                                                                                                                                                                           | Calculado: 7.3 cm                                                                           | Cumple                   |
| - Armadura inferior:                                                                                                                                                                           | Calculado: 11.8 cm                                                                          | Cumple                   |
| - Armadura de piel:                                                                                                                                                                            | Calculado: 17 cm                                                                            | Cumple                   |
| Cuantía mínima para los estribos:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1</i>                                                                                   | Mínimo: 3.14 cm <sup>2</sup> /m<br>Calculado: 5.02 cm <sup>2</sup> /m                       | Cumple                   |
| Cuantía geométrica mínima armadura traccionada:<br><i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>                                                                                                        | Mínimo: 0.0028                                                                              |                          |
| - Armadura inferior (Situaciones persistentes):                                                                                                                                                | Calculado: 0.003                                                                            | Cumple                   |
| - Armadura superior (Situaciones persistentes):                                                                                                                                                | Calculado: 0.004                                                                            | Cumple                   |
| Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta:<br><i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>                                                                 |                                                                                             |                          |
| - Armadura inferior (Situaciones persistentes):                                                                                                                                                | Mínimo: 0.71 cm <sup>2</sup><br>Calculado: 6.03 cm <sup>2</sup>                             | Cumple                   |
| - Armadura superior (Situaciones persistentes):                                                                                                                                                | Mínimo: 1 cm <sup>2</sup><br>Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup>                                | Cumple                   |
| Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:<br>Situaciones persistentes:                                                                                               | Momento flector: 0.96 t·m<br>Axil: ± 0.00 t<br>Momento flector: -1.33 t·m<br>Axil: ± 0.00 t | Cumple<br><br><br>Cumple |



| Referencia: VC.T-1.3 [N11-N6] (Viga centradora)                                                                                                              |                                                                               |                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 3Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/20                  |                                                                               |                            |
| Comprobación                                                                                                                                                 | Valores                                                                       | Estado                     |
| Longitud de anclaje barras superiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                 | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                             | Cumple                     |
| Longitud de anclaje barras inferiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                 | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                             | Cumple                     |
| Longitud de anclaje de las barras de piel origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>             | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm                                             | Cumple                     |
| Longitud de anclaje barras superiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                             | Cumple                     |
| Longitud de anclaje barras inferiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                             | Cumple                     |
| Longitud de anclaje de las barras de piel extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>            | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm                                             | Cumple                     |
| Comprobación de cortante:<br>- Situaciones persistentes:                                                                                                     | Cortante: 0.50 t                                                              | Cumple                     |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                          |                                                                               |                            |
| Referencia: VC.T-1.3 [N6-N1] (Viga centradora)                                                                                                               |                                                                               |                            |
| -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 3Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/20                  |                                                                               |                            |
| Comprobación                                                                                                                                                 | Valores                                                                       | Estado                     |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                    | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                                               | Cumple                     |
| Separación mínima entre estribos:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                               | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 19.2 cm                                          | Cumple                     |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i><br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:<br>- Armadura de piel: | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 11.8 cm<br>Calculado: 17 cm | Cumple<br>Cumple<br>Cumple |

| Referencia: VC.T-1.3 [N6-N1] (Viga centradora)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 3Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/20                                        |                                                                                                                                    |                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                         | Valores                                                                                                                            | Estado                     |
| Separación máxima estribos:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                                                                          | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 20 cm                                                                                                  | Cumple                     |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i><br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:<br>- Armadura de piel:                                                                         | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 11.8 cm<br>Calculado: 17 cm                                                       | Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Cuantía mínima para los estribos:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1</i>                                                                                                                         | Mínimo: 3.14 cm <sup>2</sup> /m<br>Calculado: 5.02 cm <sup>2</sup> /m                                                              | Cumple                     |
| Cuantía geométrica mínima armadura traccionada:<br><i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i><br>- Armadura inferior (Situaciones persistentes):<br>- Armadura superior (Situaciones persistentes):                                        | Mínimo: 0.0028<br>Calculado: 0.003<br>Calculado: 0.004                                                                             | Cumple<br>Cumple           |
| Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta:<br><i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i><br>- Armadura inferior (Situaciones persistentes):<br>- Armadura superior (Situaciones persistentes): | Mínimo: 1.83 cm <sup>2</sup><br>Calculado: 6.03 cm <sup>2</sup><br>Mínimo: 1.28 cm <sup>2</sup><br>Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup> | Cumple<br>Cumple           |
| Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:<br>Situaciones persistentes:                                                                                                                                     | Momento flector: 2.74 t·m<br>Axil: ± 0.00 t<br>Momento flector: -1.76 t·m<br>Axil: ± 0.00 t                                        | Cumple<br>Cumple           |
| Longitud de anclaje barras superiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                                                         | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                                                                                  | Cumple                     |
| Longitud de anclaje barras inferiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                                                         | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                                                                                  | Cumple                     |
| Longitud de anclaje de las barras de piel origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                                                     | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm                                                                                                  | Cumple                     |

| Referencia: VC.T-1.3 [N6-N1] (Viga centradora)                                                                                                               |                                                                              |                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 3Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/20                  |                                                                              |                            |
| Comprobación                                                                                                                                                 | Valores                                                                      | Estado                     |
| Longitud de anclaje barras superiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                            | Cumple                     |
| Longitud de anclaje barras inferiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                            | Cumple                     |
| Longitud de anclaje de las barras de piel extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>            | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm                                            | Cumple                     |
| Comprobación de cortante:<br>- Situaciones persistentes:                                                                                                     | Cortante: 0.85 t                                                             | Cumple                     |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                          |                                                                              |                            |
| Referencia: VC.S-1 [N1-N62] (Viga centradora)                                                                                                                |                                                                              |                            |
| -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30                  |                                                                              |                            |
| Comprobación                                                                                                                                                 | Valores                                                                      | Estado                     |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                    | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                                              | Cumple                     |
| Separación mínima entre estribos:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                               | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 29.2 cm                                         | Cumple                     |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i><br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:<br>- Armadura de piel: | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 17 cm | Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                  | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                                            | Cumple                     |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i><br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:<br>- Armadura de piel: | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 17 cm  | Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Cuantía mínima para los estribos:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1</i>                                                 | Mínimo: 3.14 cm <sup>2</sup> /m<br>Calculado: 3.35 cm <sup>2</sup> /m        | Cumple                     |

| Referencia: VC.S-1 [N1-N62] (Viga centradora)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30                                                         |                                                                                                                |                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                         | Valores                                                                                                        | Estado                              |
| <p>Cuantía geométrica mínima armadura traccionada:<br/><i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i></p> <p>- Armadura inferior (Situaciones persistentes):</p> <p>- Armadura superior (Situaciones persistentes):</p>                                        | <p>Mínimo: 0.0028</p> <p>Calculado: 0.004</p> <p>Calculado: 0.004</p>                                          | <p></p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> |
| <p>Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta:<br/><i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i></p> <p>- Armadura inferior (Situaciones persistentes):</p> <p>- Armadura superior (Situaciones persistentes):</p> | <p>Mínimo: 3.06 cm<sup>2</sup></p> <p>Calculado: 8.04 cm<sup>2</sup></p> <p>Calculado: 8.04 cm<sup>2</sup></p> | <p></p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> |
| <p>Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:</p> <p>Situaciones persistentes:</p>                                                                                                                                          | <p>Momento flector: 6.71 t·m<br/>Axil: ± 0.00 t</p> <p>Momento flector: -8.70 t·m<br/>Axil: ± 0.00 t</p>       | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>         |
| <p>Longitud de anclaje barras superiores origen:<br/>- Situaciones persistentes:<br/><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i></p>                                                                                                | <p>Mínimo: 33 cm<br/>Calculado: 34 cm</p>                                                                      | <p>Cumple</p>                       |
| <p>Longitud de anclaje barras inferiores origen:<br/>- Situaciones persistentes:<br/><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i></p>                                                                                                | <p>Mínimo: 23 cm<br/>Calculado: 24 cm</p>                                                                      | <p>Cumple</p>                       |
| <p>Longitud de anclaje de las barras de piel origen:<br/>- Situaciones persistentes:<br/><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i></p>                                                                                            | <p>Mínimo: 25 cm<br/>Calculado: 26 cm</p>                                                                      | <p>Cumple</p>                       |
| <p>Longitud de anclaje barras superiores extremo:<br/>- Situaciones persistentes:<br/><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i></p>                                                                                               | <p>Mínimo: 33 cm<br/>Calculado: 34 cm</p>                                                                      | <p>Cumple</p>                       |
| <p>Longitud de anclaje barras inferiores extremo:<br/>- Situaciones persistentes:<br/><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i></p>                                                                                               | <p>Mínimo: 23 cm<br/>Calculado: 24 cm</p>                                                                      | <p>Cumple</p>                       |
| <p>Longitud de anclaje de las barras de piel extremo:<br/>- Situaciones persistentes:<br/><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i></p>                                                                                           | <p>Mínimo: 25 cm<br/>Calculado: 26 cm</p>                                                                      | <p>Cumple</p>                       |
| <p>Comprobación de cortante:<br/>- Situaciones persistentes:</p>                                                                                                                                                                                     | <p>Cortante: 0.92 t</p>                                                                                        | <p>Cumple</p>                       |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                |                                     |

| Referencia: VC.S-1 [N62-N60] (Viga centradora)                                                                                              |                                              |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------|
| -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30 |                                              |        |
| Comprobación                                                                                                                                | Valores                                      | Estado |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                   | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm              | Cumple |
| Separación mínima entre estribos:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                              | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 29.2 cm         | Cumple |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                       | Mínimo: 3.7 cm                               |        |
| - Armadura superior:                                                                                                                        | Calculado: 7.3 cm                            | Cumple |
| - Armadura inferior:                                                                                                                        | Calculado: 7.3 cm                            | Cumple |
| - Armadura de piel:                                                                                                                         | Calculado: 17 cm                             | Cumple |
| Separación máxima estribos:                                                                                                                 |                                              |        |
| - Sin cortantes:<br><i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                           | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm            | Cumple |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>                                                       | Máximo: 30 cm                                |        |
| - Armadura superior:                                                                                                                        | Calculado: 7.3 cm                            | Cumple |
| - Armadura inferior:                                                                                                                        | Calculado: 7.3 cm                            | Cumple |
| - Armadura de piel:                                                                                                                         | Calculado: 17 cm                             | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima armadura traccionada:<br><i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>                                                     | Mínimo: 0.0028                               |        |
| - Armadura inferior (Situaciones persistentes):                                                                                             | Calculado: 0.004                             | Cumple |
| - Armadura superior (Situaciones persistentes):                                                                                             | Calculado: 0.004                             | Cumple |
| Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta:<br><i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>              | Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup>              |        |
| - Armadura inferior (Situaciones persistentes):                                                                                             | Mínimo: 0.18 cm <sup>2</sup>                 | Cumple |
| - Armadura superior (Situaciones persistentes):                                                                                             | Mínimo: 0.19 cm <sup>2</sup>                 | Cumple |
| Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:                                                                         |                                              |        |
| Situaciones persistentes:                                                                                                                   | Momento flector: 0.23 t·m<br>Axil: ± 0.00 t  | Cumple |
|                                                                                                                                             | Momento flector: -0.24 t·m<br>Axil: ± 0.00 t | Cumple |
| Longitud de anclaje barras superiores origen:                                                                                               |                                              |        |
| - Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                 | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm            | Cumple |

| Referencia: VC.S-1 [N62-N60] (Viga centradora)                                                                                                               |                                                                              |                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30                  |                                                                              |                            |
| Comprobación                                                                                                                                                 | Valores                                                                      | Estado                     |
| Longitud de anclaje barras inferiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                 | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                            | Cumple                     |
| Longitud de anclaje de las barras de piel origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>             | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm                                            | Cumple                     |
| Longitud de anclaje barras superiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm                                            | Cumple                     |
| Longitud de anclaje barras inferiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                            | Cumple                     |
| Longitud de anclaje de las barras de piel extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>            | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm                                            | Cumple                     |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                          |                                                                              |                            |
| Referencia: VC.S-1 [N60-N3] (Viga centradora)                                                                                                                |                                                                              |                            |
| -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30                  |                                                                              |                            |
| Comprobación                                                                                                                                                 | Valores                                                                      | Estado                     |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                    | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                                              | Cumple                     |
| Separación mínima entre estribos:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                                               | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 29.2 cm                                         | Cumple                     |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i><br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:<br>- Armadura de piel: | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 17 cm | Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>                                                  | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                                            | Cumple                     |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i><br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                        | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 7.3 cm<br>Calculado: 7.3 cm                      | Cumple<br>Cumple           |

| Referencia: VC.S-1 [N60-N3] (Viga centradora)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30                                         |                                                                                                    |                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                         | Valores                                                                                            | Estado           |
| - Armadura de piel:                                                                                                                                                                                                                  | Calculado: 17 cm                                                                                   | Cumple           |
| Cuantía mínima para los estribos:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1</i>                                                                                                                         | Mínimo: 3.14 cm <sup>2</sup> /m<br>Calculado: 3.35 cm <sup>2</sup> /m                              | Cumple           |
| Cuantía geométrica mínima armadura traccionada:<br><i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i><br>- Armadura inferior (Situaciones persistentes):<br>- Armadura superior (Situaciones persistentes):                                        | Mínimo: 0.0028<br>Calculado: 0.004<br>Calculado: 0.004                                             | Cumple<br>Cumple |
| Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta:<br><i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i><br>- Armadura inferior (Situaciones persistentes):<br>- Armadura superior (Situaciones persistentes): | Mínimo: 3.06 cm <sup>2</sup><br>Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup><br>Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup> | Cumple<br>Cumple |
| Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:<br>Situaciones persistentes:                                                                                                                                     | Momento flector: 6.99 t·m<br>Axil: ± 0.00 t<br>Momento flector: -9.03 t·m<br>Axil: ± 0.00 t        | Cumple<br>Cumple |
| Longitud de anclaje barras superiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                                                         | Mínimo: 35 cm<br>Calculado: 36 cm                                                                  | Cumple           |
| Longitud de anclaje barras inferiores origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                                                         | Mínimo: 24 cm<br>Calculado: 25 cm                                                                  | Cumple           |
| Longitud de anclaje de las barras de piel origen:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                                                     | Mínimo: 26 cm<br>Calculado: 27 cm                                                                  | Cumple           |
| Longitud de anclaje barras superiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                                                        | Mínimo: 35 cm<br>Calculado: 36 cm                                                                  | Cumple           |
| Longitud de anclaje barras inferiores extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                                                        | Mínimo: 24 cm<br>Calculado: 25 cm                                                                  | Cumple           |
| Longitud de anclaje de las barras de piel extremo:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>                                                                                    | Mínimo: 26 cm<br>Calculado: 27 cm                                                                  | Cumple           |

| Referencia: VC.S-1 [N60-N3] (Viga centradora)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm<br>-Armadura superior: 4Ø16<br>-Armadura de piel: 1x2Ø12<br>-Armadura inferior: 4Ø16<br>-Estribos: 1xØ8c/30 |                  |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                 | Valores          | Estado |
| Comprobación de cortante:<br>- Situaciones persistentes:                                                                                                                                     | Cortante: 0.98 t | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                          |                  |        |

## 5. Zona de oficinas.

En esta zona encontramos tanto las propias oficinas como los vestuarios y laboratorio por lo que deben disponer de los requisitos necesarios para llevar a cabo tareas administrativas, financieras, higiénicas, ensayos de calidad, etc. Por esta razón se trata de una edificación sencilla situada en el interior de la nave principal. (Ver plano 6- Detalle zona de oficinas.)

### 5.1. Estructura.

Para la construcción de la zona de oficinas se utilizarán paneles de distribución de PLADUR<sup>®</sup>, estos tabiques están compuestos por una estructura metálica a la que se atornilla una placa a cada lado de la estructura. Estos están concebidos principalmente para la división de recintos abiertos por lo que son perfectos para este fin.

Los paneles seleccionados tienen un alma de lana mineral que actúa como aislante térmico y acústico. Además, está clasificada como A1 (incombustible) cumpliendo la normativa EN 15283-1: GM-FI.

Tanto tabiques como techos estarán revestidos con un enfoscado a buena vista sin maestrear, aplicado con llana, con mortero de cemento CEM II/A-P 32.5 R y arena de río CS III - W0 y un Enlucido de paramentos verticales, mediante pasta de yeso para conseguir un mejor acabado.

Estos tabiques estarán terminados con pintura blanca.

En el caso de los vestuarios se recubrirá con de azulejo de dimensiones 20x20 cm., color blanco mate.



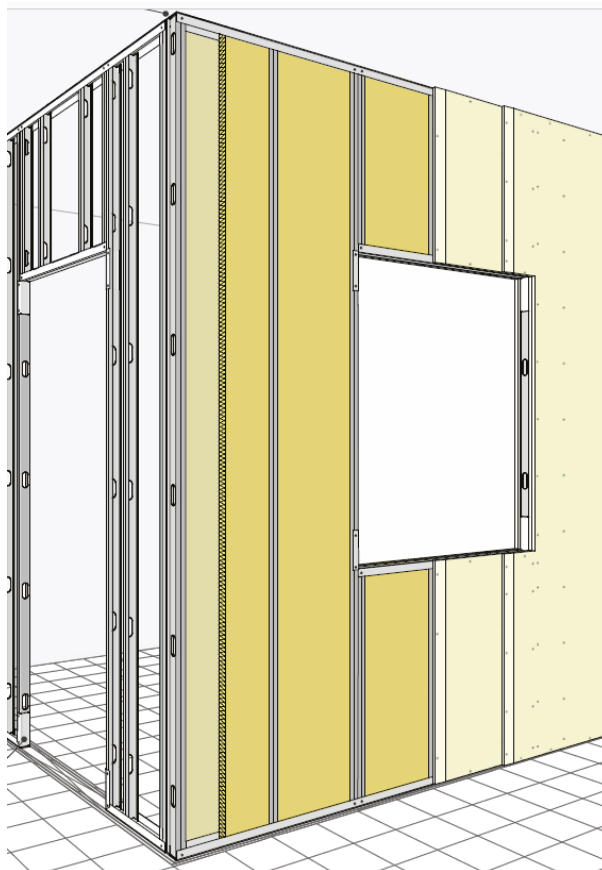


Figura 2 Representación del tabique. Fuente: Catalogo PLADUR.

## 5.2. Falsos techos.

Los falsos techos de la zona de oficinas se realizarán mediante techos sin cuelgues PLADUR<sup>®</sup>, estos techos son continuos formados únicamente por una única estructura de montantes que se apoyan sobre los tabiques de distribución y fijados en todo el perímetro. A esta estructura se atornilla una placa de PLADUR<sup>®</sup> con juntas estancas en todo su perímetro mejorando así el aislamiento térmico y acústico.

Tanto tabiques como techos estaran revestidos con un enfoscado a buena vista sin maestrear, aplicado con llana, con mortero de cemento CEM II/A-P 32.5 R y arena de río CS III - W0 y un Enlucido de paramentos verticales, mediante pasta de yeso para conseguir un mejor acabado.

Estos tabiques estarán terminados con pintura blanca.

En el caso de los vestuarios se recubrirá con de azulejo de dimensiones 20x20 cm., color blanco mate.

La distancia entre los apoyos varía entre 1'80 y 2'15m con un peso entre 12 y 16 kg/m<sup>2</sup>.

Estos paneles al igual que en el apartado anterior proporcionan aislamiento térmico y acústico además de resistencia al fuego.

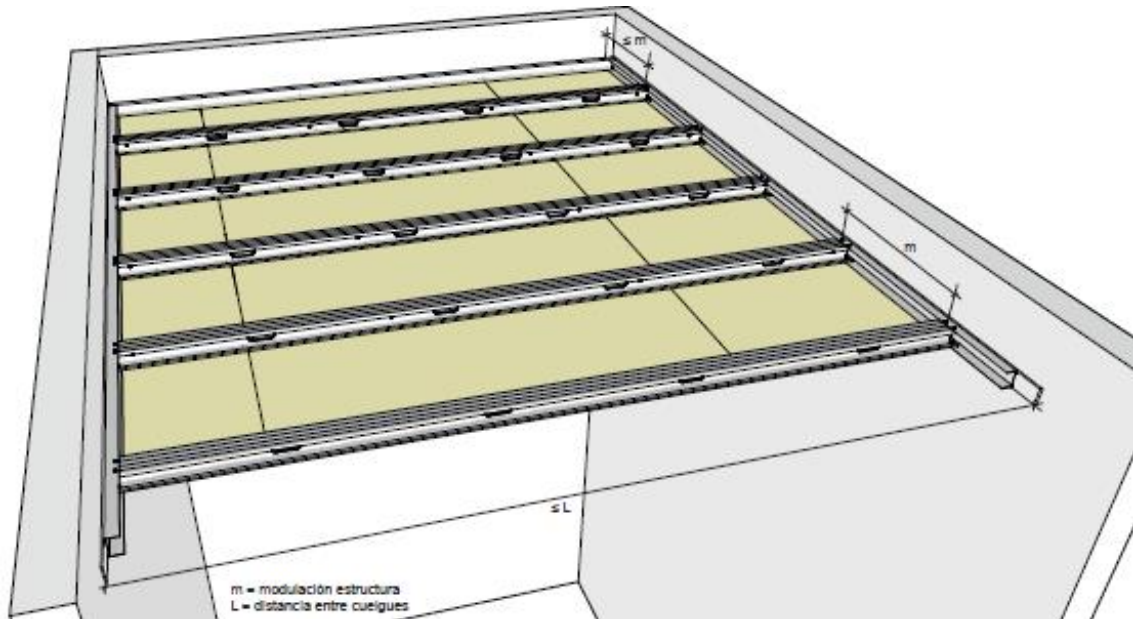


Figura 3 Representación falso techo. Fuente: Catalogo PLADUR.

### 5.3. Carpintería y cerrajería.

#### **■ Puertas:**

Se instalarán puertas en todas las estancias, de 0'75 x 2m en vestuarios, oficina y sala polivalente y de 1'25 x 2m en el laboratorio. Todas estas puertas serán de madera contrachapado lacadas en blanco. En el caso tanto de oficina como de laboratorio, estas puertas tendrán un panel translucido y estarán equipadas con cerradura.

#### **■ Ventanas:**

Se instalarán tres ventanas de dos tamaños diferentes: una de 2 x 1'40m para el laboratorio y dos de 1'40 x 1'40m tanto para la oficina como para la sala polivalente. Las ventanas serán de aluminio y tendrán cámara de aire para la máxima eficiencia energética. Además, serán abatibles y lacadas con pintura protectora.

## 6. Almacén.

Para la formación del almacén se utilizarán bloques de bloques huecos de hormigón blanco de 40x20x20 cm. colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento blanco BL-II 42,5 R y arena de río 1/4, mortero M-10/BL, relleno de hormigón HA-25/P/20/I y armaduras sobre los que van dispuestos dinteles metálicos de acero laminado en forma de perfil IPE180.

Esta construcción tiene el único fin de separar la zona de maquinaria del almacén por lo que no será necesario la instalación de falso techo o cubierta.

### 6.1. Puertas y portones.

El almacén dispone de dos entradas, una interior en la que únicamente se dejara el hueco abierto y una del exterior en la que se colocara un portón de 3x3m. Este portón será enrollable con apertura vertical de acero galvanizado con apertura manual y dispondrá de cerraduras y pasadores de seguridad.



Figura 4 Representación puerta almacén. Fuente: DierctIndustry.

## 7. Cuarto de herramientas.

Esta estancia estará destinada al almacenamiento de herramientas de mano y productos de mantenimiento (lubricantes, productos de limpieza, etc).

El cuarto de herramientas estará construido con los mismos bloques de hormigón que el almacén (descritos en el apartado anterior) y se instalará un techo de chapa con el único fin de hacer de cerramiento con el mismo material de la cubierta de la nave principal (ver apartado 2.1 de este anexo).

Dispondrá de una puerta de 1'5m de ancho y 2m de alto. Dicha puerta será corredera, colgante sobre unos carriles de deslizamiento (ver plano 4- Planta general.).



---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE DISEÑO DE UNA PLANTA DE  
FABRICACIÓN DE PELLETS PROCEDENTES DE  
BIOMASA FORESTAL.

**ANEXO 12- INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

Grado en Ingeniería Forestal: Industrias forestales

Autor: Mario Bruna García

Tutora: M<sup>a</sup> Daphne Hermosilla Redondo

Cotutora: M<sup>a</sup> Pilar Lisbona Martín

E. de Ingeniería de la Industria Forestal, Agronómica y de la  
Bioingeniería.

**JUNIO 2019**

## INDICE ANEXO 12

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| 1. Introducción. ....                                      | 2  |
| 2. Legislación aplicable. ....                             | 2  |
| 3. Descripción de la instalación. ....                     | 2  |
| 3.1. Conductores.....                                      | 3  |
| 3.2. Protecciones y medidas de seguridad.....              | 4  |
| 4. Iluminación.....                                        | 4  |
| 4.1. Zona general.....                                     | 5  |
| 4.1.1. Interior.....                                       | 5  |
| 4.1.2. Alumbrado de emergencia. ....                       | 6  |
| 4.2. Zona industrial. ....                                 | 7  |
| 4.3. Exteriores.....                                       | 8  |
| 4.4. Necesidades lumínicas. ....                           | 9  |
| 4.4.1. Calculo del flujo luminoso necesario. ....          | 9  |
| 4.4.2. Numero fe luminarias requeridas. ....               | 13 |
| 4.4.3. Potencia consumida por cada circuito.....           | 14 |
| 5. Instalación para la maquinaria.....                     | 15 |
| 5.1. Potencia requerida. ....                              | 16 |
| 6. Necesidades de potencia e instalación de circuitos..... | 16 |
| 6.1. Instalación de circuitos.....                         | 16 |
| 6.2. Tipo de instalación. ....                             | 17 |
| 6.3. Cálculo de intensidades. ....                         | 19 |
| 6.4. Cálculo de la caída de tensión. ....                  | 21 |
| 6.5. Tomas de tierra.....                                  | 23 |
| 6.6. Elementos de protección.....                          | 24 |
| 6.7. Protección contra contacto directo e indirecto.....   | 26 |
| 7. Biografía.....                                          | 27 |

## 1. Introducción

El objetivo del presente anexo es llevar a cabo los cálculos necesarios para la instalación eléctrica que suministre la energía a la industria objeto de este proyecto. Para ello se deben calcular tanto las instalaciones que alimentaran la maquinaria del proceso productivo como las tomas de corriente estándar, iluminación y señalización de emergencia.

Cualquier aclaración necesaria para la correcta interpretación del presente anexo será facilitada por el proyectista.

## 2. Legislación aplicable

Para la redacción de este anexo han sido consideradas las siguientes Normativas, Reglamentos y Ordenanzas:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias. (RD 842/2002, de 2 de agosto).
- UNE 12464-1 – Iluminación en lugares de trabajo.
- Código Técnico de la Edificación y documentos básicos.
- Instrucciones ITC-BT-04.05,13,15, 16,17,18,19,20,21,22, 24,27,30, 40, 43, 44, 47, 48.<sup>1</sup>
- Ley 54/1997, de 27 de Noviembre, del Sector Eléctrico y Ley 17/2007, de 4 de Julio, por la que se modifica la ley 54/1997, de 27 de Noviembre, del Sector Eléctrico.<sup>2</sup>

## 3. Descripción de la instalación

La energía necesaria para el abastecimiento de la planta se realizará por medio de una acometida subterránea situada frente a la parcela. La instalación objeto del presente anexo se inicia en la caja de protección y medida (CPM). Esta consistirá en una caja preparada para alojar el equipo de medida y contará con la protección correspondiente que consistirá en tres cartuchos fusibles de 125A con las condiciones marcadas por ITC-BT 13.

En el lugar señalado en el plano 12- Instalación eléctrica, se instalará el cuadro general. La unión entre la caja de medida y el cuadro general se realizará utilizando cables según ITC-BT 15. Dicho cuadro contendrá los elementos de protección de los circuitos de fuerza y alumbrado. Todo ello según la instrucción ITC-BT 17.

Las conexiones del cuadro general se efectuarán con conductores de colores normalizados y sección de acuerdo con los cálculos de este anexo.

Los tubos utilizados serán de material aislante según la instrucción ITC-BT 21.

La protección contra sobrecargas y cortocircuitos en las diferentes líneas quedara asegurada mediante interruptores magnetotérmicos, siendo la intensidad nominal de estos no superior a la máxima intensidad admisible en la línea que protegen.

Tabla 1 Distribución de los cuadros.

| <b>Cuadro</b>       | <b>Zona o instrumentos a alimentar</b> | <b>Circuito</b> |
|---------------------|----------------------------------------|-----------------|
| Cuadro General      | Oficinas                               | CG-CS 1         |
|                     | Zona de maquinaria                     | CG-CS 2         |
|                     | Almacén                                | CG-CS 2         |
| Cuadro secundario 1 | Iluminación                            | CS 1.1          |
|                     | Tomas de corriente                     | CS 1.2          |
|                     | Iluminación exterior                   | CS 1.3          |
|                     | Iluminación de emergencia              | CS 1.4          |
| Cuadro secundario 2 | Iluminación zona maquinaria            | CS 2.1          |
|                     | Iluminación almacén                    | CS 2.2          |
|                     | Tomas de corriente                     | CS 2.3          |
|                     | Molino de madera                       | CS 2.4          |
|                     | Secadero                               | CS 2.5          |
|                     | Caldera                                | CS 2.6          |
|                     | Molino                                 | CS 2.7          |
|                     | Pelletizadora                          | CS 2.8          |
|                     | Enfriador discriminador                | CS 2.9          |
|                     | Ensacadora                             | CS 2.10         |
|                     | Cinta transportadora                   | CS 2.11         |
|                     | Tornillo sin fin                       | CS 2.12         |
|                     | Colector de polvo                      | CS 2.13         |

Todos los cuadros se situarán a una altura de 1´5m respecto al suelo en lugares de fácil acceso y con las medidas de protección oportunas para cada uno de ellos. Estos cuadros dispondrán de un IPC (Indicador de Control de Potencia) y un MP (medidas de Mando y Protección) formado por interruptores magnetotérmico e interruptores diferenciales.

### 3.1. Conductores

Los conductores a emplear serán de cobre tipo RZ1-K en la línea de enlace entre el equipo de medida y el cuadro general y de cobres tipo H07V-K para el resto de la

instalación. Estando identificados por colores según la instrucción ITC-BT 19. Los colores serán: azul para el neutro, verde y amarillo para el conductor de protección y negro, gris o marrón para las fases.

Las secciones de los conductores se calcularán de tal forma que la intensidad máxima en estos sea superior a la intensidad del magnetotérmico que protege la línea. Además, estas líneas estarán dentro de los valores admitidos por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

### **3.2. Protecciones y medidas de seguridad**

Al diseñar la instalación se han tenido en cuenta el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e ITC. Además, como medidas de protección deberán cumplir:

- Todos los circuitos podrán separarse en caso de avería mediante interruptores magnetotérmicos calibrados correctamente, es decir, el calibre de estos no será superior a la máxima intensidad admitida de los conductores que protege.
- Todos los motores de la instalación irán protegidos contra subidas de tensión como indica la ITC-BT 47.
- Interruptores diferenciales: su función es la de proteger a las personas de la electricidad ya sea por contacto directo o indirecto y también protege contra los incendios que puedan provenir de las derivaciones.

## **4. Iluminación**

Se va a plantear un sistema de iluminación que incluya tanto el interior de la planta como el exterior. El sistema trabaja en monofásico y se dispone de dos líneas.

Por un lado, está el cuadro general que abarca a: oficinas, laboratorio, vestuarios, alumbrado de emergencia, exteriores y tomas de corriente de 16 A de dichas zonas.

Por otro lado, el cuadro secundario se encargará de la iluminación de la zona industrial (almacén y sala de máquinas) con sus correspondientes tomas de 16A.



#### 4.1. Zona general

##### 4.1.1. Interior

Toda la instalación, tanto para iluminación como para toma de corriente serán de PVC rígidos y con un diámetro de 12mm. Además, todos los componentes externos (lámparas y tomas de corriente) estarán convenientemente aislados del exterior.

La iluminación de esta zona estará compuesta por tubos Philips WT470C LED64S/840 PSU VWB L1600

Tabla 2 Especificaciones técnicas iluminación general. Fuente: Catalogo Phillips<sup>3</sup>.

|                                |               |
|--------------------------------|---------------|
| <b>Temperatura de color</b>    | Blanco neutro |
| <b>Garantía</b>                | 3 años        |
| <b>Tensión de entrada</b>      | 220-240       |
| <b>Frecuencia de entrada</b>   | 50 a 60 Hz    |
| <b>Corriente de arranque</b>   | 17'8A         |
| <b>Material de carcasa</b>     | Policarbonato |
| <b>Medidas (largo x ancho)</b> | 1621x96mm     |
| <b>Protección</b>              | IP65/IK08     |
| <b>Flujo lumínico</b>          | 6450 lm       |
| <b>Potencia de entrada</b>     | 46'6W         |
| <b>Factor de potencia</b>      | 0'98          |



Figura 1 Lámpara zona general. Fuente: Catálogo Phillips<sup>3</sup>.

Estos sistemas lumínicos están formados por cubiertas de policarbonato opaco y pantallas de este mismo material translucido.

#### 4.1.2. Alumbrado de emergencia

El alumbrado de emergencia será de tipo LED, resistente a golpes y agentes externos y contará con un acumulador con duración, al menos, de dos horas sin corriente para posibles cortes de suministro. Se instalarán en todas las salidas por lo que contaremos con 8.

Tabla 3 Especificaciones técnicas alumbrado exterior. Fuente: Catálogo Phillips<sup>3</sup>

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| <b>Garantía</b>                | 2 años     |
| <b>Tensión de entrada</b>      | 220-240    |
| <b>Frecuencia de entrada</b>   | 50 a 60 Hz |
| <b>Material de carcasa</b>     | ABS        |
| <b>Medidas (largo x ancho)</b> | 265x106mm  |
| <b>Protección</b>              | IP20/IK08  |
| <b>Flujo lumínico</b>          | 200 lm     |
| <b>Potencia de entrada</b>     | 3W         |
| <b>Factor de potencia</b>      | 0.9        |
| <b>Autonomía</b>               | 3 horas    |

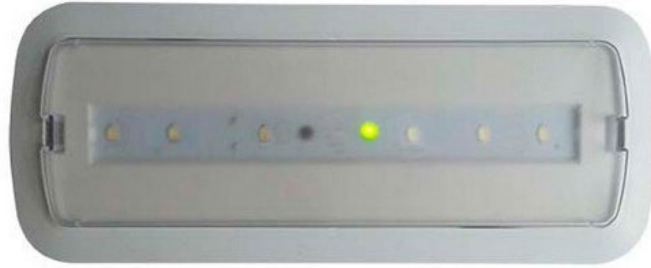


Figura 2 Lámpara de emergencia. Fuente: Philips<sup>3</sup>

#### 4.2. Zona industrial

En la zona industrial se instalarán lámparas led especiales para iluminación a gran altura. Estas ofrecen una enorme reducción del consumo eléctrico además de una larga vida útil.

Tabla 4 Especificaciones técnicas iluminación industrial. Fuente: Catalogo Phillips<sup>3</sup>.

|                                |               |
|--------------------------------|---------------|
| <b>Temperatura de color</b>    | Blanco neutro |
| <b>Garantía</b>                | 5 años        |
| <b>Angulo del haz</b>          | 44°           |
| <b>Tensión de entrada</b>      | 220-240 V     |
| <b>Frecuencia de entrada</b>   | 50-60 Hz      |
| <b>Corriente de arranque</b>   | 9'6A          |
| <b>Material de carcasa</b>     | Aluminio      |
| <b>Medidas (largo x ancho)</b> | 600x450mm     |
| <b>Protección</b>              | IP65/IK07     |
| <b>Flujo lumínico</b>          | 32.000lm      |
| <b>Potencia de entrada</b>     | 218W          |
| <b>Factor de potencia</b>      | 0'9           |



Figura 3 Lámpara zona de maquinaria. Fuente: Catalogo Phillips<sup>3</sup>.

### 4.3. Exteriores

Se instalará un tipo de iluminación LED de exterior, resistente a golpes y a inclemencias meteorológicas. Estas lámparas no precisan mantenimiento y producen una iluminación que evita deslumbramientos. Se utilizarán en la fachada de entrada y en el lateral con acceso al almacén de la nave.

Tabla 5 Especificaciones técnicas iluminación de exterior. Fuente: Catalogo Phillips<sup>3</sup>

|                                |               |
|--------------------------------|---------------|
| <b>Temperatura de color</b>    | Blanco neutro |
| <b>Garantía</b>                | 5 años        |
| <b>Angulo del haz</b>          | 44°           |
| <b>Tensión de entrada</b>      | 220-240 V     |
| <b>Frecuencia de entrada</b>   | 50-60 Hz      |
| <b>Corriente de arranque</b>   | 40 A          |
| <b>Material de carcasa</b>     | Aluminio      |
| <b>Medidas (largo x ancho)</b> | 505x270mm     |
| <b>Protección</b>              | IP65/IK07     |
| <b>Flujo lumínico</b>          | 5.900lm       |
| <b>Potencia de entrada</b>     | 47W           |
| <b>Factor de potencia</b>      | 0.9           |



Figura 4 Iluminación de exterior. Fuente: Catalogo Phillips<sup>3</sup>

#### 4.4. Necesidades lumínicas

Las necesidades lumínicas de cada zona se obtendrán calculando el flujo luminoso, el número de luminarias que son necesarias en cada zona y la potencia consumida por cada circuito lumínico.

##### 4.4.1. Calculo del flujo luminoso necesario.

- F= Flujo luminoso total (lm)
- $e_m$ = Nivel luminoso (lx).
- a= anchura del local (m).
- l= Longitud del local (m).
- $n_l$ = Rendimiento de la luminaria.
- $f_m$ = Factor de mantenimiento.
- $N_r$ = rendimiento del local.

$$F = \frac{e_m \cdot a \cdot l}{n_l \cdot n_r \cdot f_m}$$

El nivel de iluminación mínima dependerá de la zona afectada. A continuación, se presentan unos niveles orientativos:

Tabla 6 Necesidades de iluminación por zonas. Fuente: UNE 12464.1<sup>4</sup>

| Tipo de trabajo               | Nivel mínimo de iluminación (lx) |
|-------------------------------|----------------------------------|
| Oficinas                      | 500                              |
| Pasillos                      | 100                              |
| Control de calidad            | 1000                             |
| Trabajo de madera en maquinas | 300                              |
| Vestuario                     | 150                              |

El rendimiento de las luminarias varía en función del modelo y fabricante. En este caso y por motivos de ahorro energético solo se han utilizado luminarias con rendimientos de 0'8.

El factor de mantenimiento variara entre el 0'9 en oficinas y 0'8 para el resto de las instalaciones puesto que el grado de limpieza es mayor en las oficinas, laboratorio, vestuarios, pasillo, etc.

El rendimiento del local se consigue con ayuda de unas tablas que relacionan el factor de reflexión, el tipo de luminaria e índice del local. Se obtiene:

- K= índice del local.
- a= anchura del local (m)
- l= longitud del local (m)
- h= altura de la luminaria al suelo (m)

$$K = \frac{a \cdot l}{h \cdot (a + l)}$$

Tabla 7 Dimensiones de las estancias e índice local<sup>4</sup>.

| Zona             | Dimensiones |           |          | Índice del local |
|------------------|-------------|-----------|----------|------------------|
|                  | Ancho (m)   | Largo (m) | Alto (m) |                  |
| Vestuarios       | 4           | 6         | 2'5      | 0'96             |
| Laboratorio      | 6           | 6         | 2'5      | 1'2              |
| Sala polivalente | 4           | 6         | 2'5      | 0'96             |
| Oficina          | 3           | 6         | 2'5      | 0'8              |
| Pasillo          | 2           | 6         | 2'5      | 0'6              |
| Almacén          | 17          | 17        | 7        | 1'21             |
| Zona maquinaria  | 25          | 33        | 7        | 2'03             |

Por otro lado, influye el factor de reflexión, se dividen en dos grupos:

- a) Oficinas: color claro (techos y paredes blancas y suelos claros).
- b) Zona maquinaria y almacén: Paredes y techos de color medio y suelo oscuro.

Tabla 8 Factor de reflexión en función de techos, paredes y suelos. Fuente: Reglamento baja tensión.

|                | Color  | Factor de reflexión |
|----------------|--------|---------------------|
| <b>Techo</b>   | Blanco | 0'8                 |
|                | Claro  | 0'5                 |
|                | Medio  | 0'3                 |
| <b>Paredes</b> | Blanco | 0'5                 |
|                | Claro  | 0'3                 |
|                | Medio  | 0'1                 |
| <b>Suelo</b>   | Claro  | 0'3                 |
|                | Oscuro | 0'1                 |

Por último, hay que decir que la separación máxima entre luminarias debe de ser siempre inferior a 1,5 veces la altura entre la luminaria y el suelo de la zona a iluminar.

Tabla 9 Distancia máxima entre luminarias.

| Edificio        | Altura de luminaria (m) | Distancia máxima entre luminarias(m) |
|-----------------|-------------------------|--------------------------------------|
| Oficinas        | 2'5                     | 3'75                                 |
| Almacén         | 7                       | 10'5                                 |
| Zona maquinaria | 7                       | 10'5                                 |

Tabla 10 Rendimiento del local en función de tipo de luminaria, índice del local y factor de reflectancia. Fuente: Reglamento de baja tensión.

|                   |   | REFLECTANCIAS                                |                                              |                                              |                                              |                                              |
|-------------------|---|----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|
|                   |   | $\rho_1=0,8$<br>$\rho_2=0,8$<br>$\rho_3=0,3$ | $\rho_1=0,8$<br>$\rho_2=0,5$<br>$\rho_3=0,3$ | $\rho_1=0,5$<br>$\rho_2=0,5$<br>$\rho_3=0,3$ | $\rho_1=0,5$<br>$\rho_2=0,5$<br>$\rho_3=0,1$ | $\rho_1=0,3$<br>$\rho_2=0,3$<br>$\rho_3=0,1$ |
| TIPO DE LUMINARIA | K |                                              |                                              |                                              |                                              |                                              |
| Intensiva         | 1 | 0,94                                         | 0,69                                         | 0,67                                         | 0,65                                         | 0,59                                         |
|                   | 2 | 1,11                                         | 0,91                                         | 0,87                                         | 0,84                                         | 0,78                                         |
|                   | 3 | 1,18                                         | 1,02                                         | 0,96                                         | 0,91                                         | 0,86                                         |
|                   | 4 | 1,21                                         | 1,09                                         | 1,02                                         | 0,95                                         | 0,90                                         |
| Semi-intensiva    | 1 | 0,82                                         | 0,55                                         | 0,52                                         | 0,51                                         | 0,45                                         |
|                   | 2 | 1,02                                         | 0,79                                         | 0,75                                         | 0,72                                         | 0,64                                         |
|                   | 3 | 1,13                                         | 0,93                                         | 0,86                                         | 0,81                                         | 0,75                                         |
|                   | 4 | 1,17                                         | 1,01                                         | 0,94                                         | 0,88                                         | 0,81                                         |
| Dispensora        | 1 | 0,71                                         | 0,41                                         | 0,38                                         | 0,37                                         | 0,29                                         |
|                   | 2 | 0,91                                         | 0,64                                         | 0,57                                         | 0,55                                         | 0,45                                         |
|                   | 3 | 0,99                                         | 0,77                                         | 0,67                                         | 0,63                                         | 0,52                                         |
|                   | 4 | 1,04                                         | 0,85                                         | 0,72                                         | 0,67                                         | 0,57                                         |
| Extensiva         | 1 | 0,66                                         | 0,37                                         | 0,32                                         | 0,32                                         | 0,23                                         |
|                   | 2 | 0,87                                         | 0,60                                         | 0,51                                         | 0,49                                         | 0,37                                         |
|                   | 3 | 0,96                                         | 0,74                                         | 0,60                                         | 0,57                                         | 0,46                                         |
|                   | 4 | 1,01                                         | 0,82                                         | 0,66                                         | 0,62                                         | 0,51                                         |
| Hiper-extensiva   | 1 | 0,65                                         | 0,36                                         | 0,31                                         | 0,30                                         | 0,21                                         |
|                   | 2 | 0,85                                         | 0,58                                         | 0,47                                         | 0,46                                         | 0,33                                         |
|                   | 3 | 0,94                                         | 0,71                                         | 0,57                                         | 0,53                                         | 0,41                                         |
|                   | 4 | 0,99                                         | 0,79                                         | 0,63                                         | 0,58                                         | 0,46                                         |



Por lo tanto, el flujo luminoso para cada zona será:

Tabla 11 Flujo luminoso en función de la zona.

| Zona             | e <sub>m</sub> | a  | L  | n <sub>l</sub> | f <sub>m</sub> | N <sub>r</sub> | F          |
|------------------|----------------|----|----|----------------|----------------|----------------|------------|
| Vestuarios       | 150            | 4  | 6  | 0'80           | 0'90           | 0'57           | 8.771'93   |
| Laboratorio      | 1000           | 6  | 6  | 0'80           | 0'90           | 0'57           | 87.719'30  |
| Sala polivalente | 300            | 4  | 6  | 0'80           | 0'90           | 0'57           | 17.543'86  |
| Oficina          | 500            | 3  | 6  | 0'80           | 0'90           | 0'57           | 21.929'82  |
| Pasillo          | 100            | 2  | 6  | 0'80           | 0'90           | 0'57           | 2.923'98   |
| Almacén          | 150            | 17 | 17 | 0'80           | 0'80           | 0'45           | 150.520'83 |
| Zona maquinaria  | 300            | 25 | 33 | 0'80           | 0'80           | 0'45           | 859.375    |

#### 4.4.2. Numero fe luminarias requeridas.

Se calcula de la siguiente forma:

- N= n° de luminarias necesarias.
- F= Flujo luminoso total (lm).
- F<sub>0</sub>= Flujo luminoso unitario por luminaria.

$$N = \frac{F}{F_0}$$

Tabla 12 N° de luminarias por zona.

| Zona                      | Tipo de luminaria    | F <sub>0</sub> | F          | N° mínimo de luminarias               | N° luminarias a instalar |
|---------------------------|----------------------|----------------|------------|---------------------------------------|--------------------------|
| Vestuarios                | Interior             | 6.450          | 8.771'93   | 1'35                                  | 2                        |
| Laboratorio               | Interior             | 6.450          | 87.719'30  | 13'59                                 | 14                       |
| Sala polivalente          | Interior             | 6.450          | 17.543'86  | 2'72                                  | 4                        |
| Oficina                   | Interior             | 6.450          | 21.929'82  | 3'4                                   | 4                        |
| Pasillo                   | Interior             | 6.450          | 2.923'98   | 0'45                                  | 2                        |
| Almacén                   | Zona industrial      | 32.000         | 150.520'83 | 4'70                                  | 6                        |
| Zona maquinaria           | Zona industrial      | 32.000         | 859.375    | 26'85                                 | 29                       |
| Iluminación de emergencia | Alumbrado emergencia | -              | -          | 1 en cada puerta de salida.           | 9                        |
| Iluminación exterior      | Exteriores           | 5.900          | -          | 2 en fachada principal y 3 en lateral | 5                        |

El número de luminarias a instalar se obtiene a partir de las luminarias mínimas empleando las necesarias para mejor distribución de estas dentro de cada zona a iluminar evitando puntos poco iluminados.

#### 4.4.3. Potencia consumida por cada circuito.

En este apartado se realiza el cálculo de la potencia consumida por la iluminación en cada una de las zonas de la planta.

A continuación, se presenta una tabla resumen teniendo en cuenta las especificaciones técnicas de cada tipo de lámpara descritas anteriormente.

Tabla 13 Potencia requerida por las luminarias.

| Zona                      | Tipo de luminaria    | Nº luminarias a instalar | Potencia unitaria (W) | Potencia requerida (W) |
|---------------------------|----------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------|
| Vestuarios                | Interior             | 2                        | 46´6                  | 93´2                   |
| Laboratorio               | Interior             | 14                       | 46´6                  | 652´4                  |
| Sala polivalente          | Interior             | 4                        | 46´6                  | 186´4                  |
| Oficina                   | Interior             | 4                        | 46´6                  | 186´4                  |
| Pasillo                   | Interior             | 2                        | 46´6                  | 93´2                   |
| Almacén                   | Zona industrial      | 6                        | 218                   | 1.308                  |
| Zona maquinaria           | Zona industrial      | 29                       | 218                   | 6.322                  |
| Iluminación de emergencia | Alumbrado emergencia | 9                        | 3                     | 27                     |
| Iluminación exterior      | Exteriores           | 5                        | 47                    | 235                    |
| <b>TOTAL</b>              |                      |                          |                       | <b>9.103´6</b>         |

## 5. Instalación para la maquinaria

El suministro de energía para la planta se realizará a través de la acometida del polígono industrial situada frente a la parcela siendo esta se tres fases más neutro (3f+n), sistema trifásico-monofásico y frecuencia de 50Hz. Tensión 3x400/230V.

## 5.1. Potencia requerida

Tabla 14 Potencia requerida en el proceso productivo.

| Elemento                | Número de elementos | Potencia de unitaria (kW) | Potencia total (kW) |
|-------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|
| Molino de madera        | 1                   | 260                       | 260                 |
| Secadero                | 1                   | 7'5                       | 7'5                 |
| Caldera                 | 1                   | 18                        | 18                  |
| Molino                  | 1                   | 110                       | 110                 |
| Pelletizadora           | 2                   | 320                       | 640                 |
| Enfriador discriminador | 1                   | 12'87                     | 12'87               |
| Ensacadora              | 1                   | 0'75                      | 0'75                |
| Cinta transportadora    | 13                  | 1'5                       | 19'5                |
| Tornillo sin fin        | 7                   | 3'5                       | 24'5                |
| Colector de polvo       | 1                   | 5                         | 5                   |
| <b>TOTAL</b>            |                     |                           | <b>1.098'12</b>     |

## 6. Necesidades de potencia e instalación de circuitos

Las necesidades de potencia corresponden a las tomas de corriente, maquinas (pelletizadora, molino, ensacadora, etc.) y la iluminación.

### 6.1. Instalación de circuitos

La instalación y dimensionado de ella tiene como objetivo satisfacer las necesidades eléctricas del presente proyecto.

Además de la iluminación y la maquinaria es necesario instalar tomas de corriente que se dividirán en dos tipos:

- a) Tomas de 3.000W: Para requerimientos de potencia bajos (ordenadores, maquinaria laboratorio, etc.).
- b) Tomas de 4.000W: Para requerimientos mayores de potencia (soldadores, carga de carretilla, etc)

A continuación, se presenta una tabla donde se expondrán los circuitos y las potencias requeridas:

Tabla 15 Resumen necesidades de potencia de cada elemento.

| <b>Circuito</b> | <b>Elemento/s</b>       | <b>Nº de elementos</b> | <b>Potencia unitaria (W)</b> | <b>Potencia total (W)</b> |
|-----------------|-------------------------|------------------------|------------------------------|---------------------------|
| CS 1.1          | Iluminación             | 26                     | 46,6                         | 1211,6                    |
| CS 1.2          | Tomas de corriente      | 14                     | 3.000                        | 42000                     |
| CS 1.3          | Iluminación exterior    | 5                      | 47                           | 235                       |
| CS 1.4          | Iluminación emergencia  | 9                      | 3                            | 27                        |
| CS 2.1          | Iluminación maquinaria  | 29                     | 218                          | 6322                      |
| CS 2.2          | Iluminación almacena    | 6                      | 218                          | 1308                      |
| CS 2.3          | Tomas de corriente      | 3                      | 4.000                        | 12000                     |
| CS 2.4          | Molino de madera        | 1                      | 260.000                      | 260000                    |
| CS 2.5          | Secadero                | 1                      | 7.500                        | 7500                      |
| CS 2.6          | Caldera                 | 1                      | 18.000                       | 18000                     |
| CS 2.7          | Molino                  | 1                      | 110.000                      | 110000                    |
| CS 2.8          | Pelletizadora           | 2                      | 320.000                      | 640000                    |
| CS 2.9          | Enfriador discriminador | 1                      | 12.870                       | 12870                     |
| CS 2.10         | Ensacadora              | 1                      | 750                          | 750                       |
| CS 2.11         | Cinta transportadora    | 13                     | 1.500                        | 19500                     |
| CS 2.12         | Tornillo sin fin        | 7                      | 3.500                        | 24500                     |
| CS 2.13         | Colector de polvo       | 1                      | 5000                         | 5000                      |

Para el dimensionado de la instalación se debe de configurar el tipo en cada zona, estimar la intensidad que conducirá circuito y su caída de tensión.

## **6.2. Tipo de instalación**

Determinar el tipo de instalación es una parte muy importante del cálculo de intensidades ya que de ello dependerá la cantidad de intensidad que podrá circular por los circuitos.

En el caso del presente proyecto encontraremos dos tipos principalmente:

- a) Instalación enterrada: esta será la encargada de llevar la corriente desde la conexión del polígono industrial. Se realizará con una profundidad e 80cm envolviendo de arena la tubería de canalización y dejando debajo de esta una cama de material compactado. A continuación, se cerrará la zanja con el material extraído anteriormente.

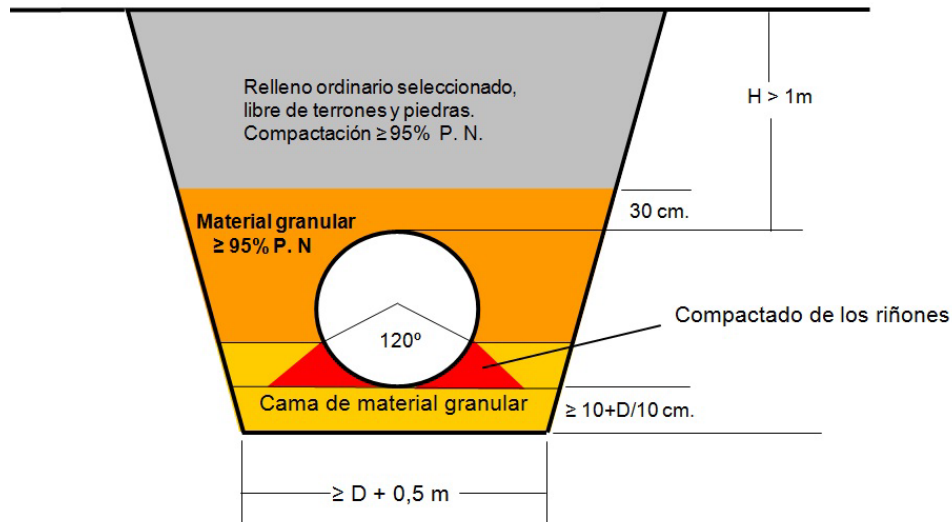


Figura 5 Esquema de tubería enterrada. Fuente: Construnario<sup>6</sup>.

- b) Instalación interior. Dependiendo de las cualidades de cada sistema será:

- I. Cables multipolares en conductores perfilados empotrados: Esta instalación se corresponde con la que se ubicara en la zona de oficinas correspondiente al circuito CS 1.

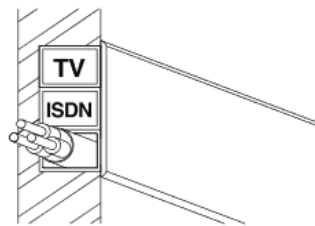


Figura 6 Cable en perfil empotrado. Fuente: Catalogo PRYSMIAN

- II. Cables multipolares sobre rejilla: Este tipo de instalación se realizará cuando las corrientes que transcurren por el son muy elevadas. Gracias a estas rejillas se disipa el calor con facilidad. Se utilizarán para los circuitos del grupo CS 2.

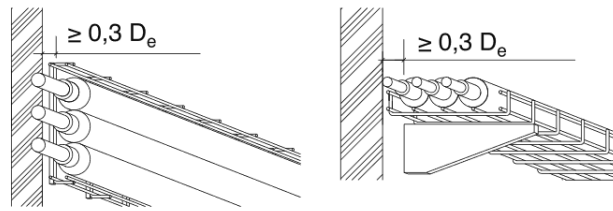


Figura 7 Cables sobre rejilla. Fuente: Catalogo PRYSMIAN.

### 6.3. Cálculo de intensidades.

Para calcular las intensidades es necesario definir la tensión de línea que pasa por cada uno de los circuitos. Para ello se ha utilizado el libro *Instalaciones electricas de baja tensión en el sector agrario y agroalimentario*<sup>5</sup> :

Tabla 16 Tensión de línea de cada circuito.

| Cuadro              | Zona o instrumentos a alimentar | Circuito | Tensión (V) |
|---------------------|---------------------------------|----------|-------------|
| Cuadro General      | Oficinas                        | CG-CS 1  | 400         |
|                     | Zona de maquinaria              | CG-CS 2  | 400         |
|                     | Almacén                         | CG-CS 2  | 400         |
| Cuadro secundario 1 | Iluminación                     | CS 1.1   | 230         |
|                     | Tomas de corriente              | CS 1.2   | 230         |
|                     | Iluminación exterior            | CS 1.3   | 230         |
| Cuadro secundario 2 | Iluminación zona maquinaria     | CS 2.1   | 230         |
|                     | Iluminación almacén             | CS 2.2   | 230         |
|                     | Tomas de corriente              | CS 2.3   | 230         |
|                     | Molino de madera                | CS 2.4   | 400         |
|                     | Secadero                        | CS 2.5   | 400         |
|                     | Caldera                         | CS 2.6   | 400         |
|                     | Molino                          | CS 2.7   | 400         |
|                     | Pelletizadora                   | CS 2.8   | 400         |
|                     | Enfriador discriminador         | CS 2.9   | 400         |
|                     | Ensacadora                      | CS 2.10  | 400         |
|                     | Cinta transportadora            | CS 2.11  | 400         |
|                     | Tornillo sin fin                | CS 2.12  | 400         |
|                     | Colector de polvo               | CS 2.13  | 400         |

A continuación, se debe calcular la potencia requerida para cada uno de los diferentes circuitos. Esto ya se ha hecho en la Tabla 15.

Por último, se procede a estimar los factores de potencia necesarios para corregir tanto la potencia del circuito como su intensidad.

- Para alumbrado el factor de corrección es 1'8 ( $VAr \text{ reactivo} = W^* \cos \varphi$ ).
- Para motor o tomas de corriente el factor de corrección es 1'25.

- Para circuitos del cuadro general es 1 ya que la potencia se obtiene de la suma de los secundarios.
- Para los circuitos con riesgo de incendio el factor de corrección es de 1'18 (se empleará en todos los circuitos excepto en el general que va enterrado).
- El factor de simultaneidad refleja la cantidad de potencia que requiere el circuito simultáneamente. Todas las maquinas del proceso tendrán un factor de 1, el resto de circuitos se realizará una estimación conservadora.
  - $P_c$ = Potencia corregida (W)
  - P= Potencia
  - F= Factor de corrección.

$$P_c = P \cdot (F_1 \cdot F_2 \cdot F_3 \cdot F_4 \cdot \dots)$$

Para el calculo de las intensidades se utilizará el siguiente método:

#### Corriente trifásica:

- $I_{TEÓRICA}$ = Intensidad teórica (A)
- $I_{REAL}$ = Intensidad real (A)
- $P_c$ = Potencia corregida (W)
- U= tensión de la línea o compuesta (V)
- $\cos\phi$ = Factor de potencia
- $F_{INSTALACIÓN}$ = Factor de corrección en función de la instalación.

$$I_{TEÓRICA} = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\phi}$$

$$I_{REAL} = \frac{I_{TEÓRICA}}{F_{INSTALACIÓN}}$$

#### Corriente monofásica:

- $I^1_{TEÓRICA}$ = Intensidad teórica monofásica (A)
- $I^1_{REAL}$ = Intensidad real monofásica (A)
- $P_c$ = Potencia corregida (W)
- $U^1$ = tensión simple o de fase (V)
- $\cos\phi$ = Factor de potencia
- $F_{INSTALACIÓN}$ = Factor de corrección en función de la instalación.

$$I^1_{TEÓRICA} = \frac{P_c}{U^1 \cdot \cos\phi}$$

$$I^1_{REAL} = \frac{I^1_{TEÓRICA}}{F_{INSTALACIÓN}}$$

Existen cinco posibles factores de corrección según la instalación (Factores de corrección, UNIZAR):



- a) Circuitos CG: Se componen de cables de cobre de conductividad a 90° de 44 con aislante XLPE, temperatura media de instalación 25°C (f=1), factor de resistencia térmica del terreno (f=1), factor de agrupación de cables de 2 cables a 0'25m (f=0'9) y con un factor de corrección por profundidad de 70c (f=1).
- b) Circuitos CS1: se componen de cables de cobre de conductividad a 90 ° de 44 con aislante XLPE, temperatura media de la instalación de 25 °C (f = 1,14), factor de resistencia térmica del terreno 2,5 km/W (f = 1) y agrupados en 4 cables multiconductores (f = 0,79).
- c) Circuitos CS2: se componen de cables de cobre de conductividad a 90 ° de 44 con aislante XLPE, temperatura media de la instalación de 35 °C (f = 1,14), factor de resistencia térmica del terreno 2,5 km/W (f = 1) y agrupados en 16 cables multiconductores (f=0'68).

Tabla 4 Intensidades teóricas y reales de cada circuito.

| Circuito      | I <sub>TEÓRICA</sub> | I <sub>REAL</sub> | Circuito | I <sub>TEÓRICA</sub> | I <sub>REAL</sub> |
|---------------|----------------------|-------------------|----------|----------------------|-------------------|
| CG-CS 1       | =                    | =                 | CS 2.5   | 18,79                | 24,23             |
| CG-CS 2       | =                    | =                 | CS 2.6   | 45,08                | 58,16             |
| CS 1.1        | 11,42                | 12,68             | CS 2.7   | 275,51               | 355,41            |
| CS 1.2        | 448,91               | 498,46            | CS 2.8   | 1603,00              | 2067,85           |
| CS 1.3        | 2,41                 | 2,68              | CS 2.9   | 32,24                | 41,58             |
| <u>CS 1.4</u> | 0,28                 | 0,31              | CS 2.10  | 1,88                 | 2,42              |
| CS 2.1        | 64,87                | 83,68             | CS 2.11  | 48,84                | 63,00             |
| CS 2.2        | 13,42                | 17,31             | CS 2.12  | 61,36                | 79,16             |
| CS 2.3        | 128,26               | 165,46            | CS 2.13  | 12,52                | 16,16             |
| CS 2.4        | 651,22               | 840,06            |          |                      |                   |

#### 6.4. Cálculo de la caída de tensión

La caída de tensión es la pérdida de esta que sufre un circuito al ser atravesado por corriente eléctrica. La caída de tensión depende de la potencia y la tensión del circuito, así como de la sección del cable conductor, su conductividad y longitud.

El cable seleccionado, respetando la UNE 20460-5-523, es uno de cobre con aislante XLPE

Tabla 5 Sección de los cables. Fuente: UNE 20460-5-523

| Circuito      | Sección (mm <sup>2</sup> ) | Circuito | Sección (mm <sup>2</sup> ) |
|---------------|----------------------------|----------|----------------------------|
| CG-CS 1       | -                          | CS 2.5   | 4                          |
| CG-CS 2       | -                          | CS 2.6   | 16                         |
| CS 1.1        | 1'5                        | CS 2.7   | 240                        |
| CS 1.2        | 240x2                      | CS 2.8   | 240x6                      |
| CS 1.3        | 2,5                        | CS 2.9   | 10                         |
| <u>CS 1.4</u> | 2'5                        | CS 2.10  | 2'5                        |
| CS 2.1        | 25                         | CS 2.11  | 16                         |
| CS 2.2        | 2'5                        | CS 2.12  | 25                         |
| CS 2.3        | 70                         | CS 2.13  | 2'5                        |
| CS 2.4        | 185x3                      |          |                            |

Tabla 6 Longitud de los circuitos.

| Circuito | Longitud (m) | Circuito | Longitud (m) |
|----------|--------------|----------|--------------|
| CG-CS 1  | -            | CS 2.5   | 37'86        |
| CG-CS 2  | -            | CS 2.6   | 37'86        |
| CS 1.1   | 53'59        | CS 2.7   | 31'56        |
| CS 1.2   | 53'11        | CS 2.8   | 24'96        |
| CS 1.3   | 99'28        | CS 2.9   | 16'01        |
| CS 1.4   | 87'2         | CS 2.10  | 12'57        |
| CS 2.1   | 142'04       | CS 2.11  | 12'57        |
| CS 2.2   | 38'22        | CS 2.12  | 17'16        |
| CS 2.3   | 38'43        | CS 2.13  | 47'09        |
| CS 2.4   | 41'66        |          |              |

Según el Reglamento Técnico de Baja Tensión no se admiten las siguientes caídas de tensión:

- En derivaciones individuales superiores a un 1'5%
- Resto de circuitos:
  - Iluminación: 3%
  - Otros: 5%

Los cálculos para obtener esta caída serán:

Corriente trifásica:

- e= Caída de tensión (V)
- I= Intensidad (A)
- $\Upsilon$  = Conductividad (56 S.m.mm<sup>2</sup> para el cobre)
- Cos $\phi$ = Factor de potencia
- S= Sección (mm<sup>2</sup>)
- L=Longitud
- U=Tensión

$$e = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot \text{Cos}\phi}{\Upsilon \cdot S}$$

$$e\% = \frac{e}{U} \cdot 100$$

Corriente monofásica:

- e= Caída de tensión (V)
- I= Intensidad (A)

- $\gamma$  = Conductividad (56 S.m.mm<sup>2</sup> para el cobre)
- $\cos\phi$  = Factor de potencia
- S = Sección (mm<sup>2</sup>)
- L = Longitud
- U = Tensión

$$e = \frac{2 \cdot I \cdot L \cdot \cos\phi}{\gamma \cdot S}$$

$$e\% = \frac{e}{U} \cdot 100$$

Se tienen que corregir las secciones del 1.1 y 2.1 a un cable de sección un poco mayor (no cumplían las exigencias de caída de tensión menor al 3%), 4 y 35 mm<sup>2</sup> respectivamente. Tras esto las caídas de tensión quedan así:

| Circuito | e    | e%   | Circuito | e    | e%   |
|----------|------|------|----------|------|------|
| CG-CS 1  | -    | -    | CS 2.5   | 6,03 | 1,51 |
| CG-CS 2  | -    | -    | CS 2.6   | 3,62 | 0,90 |
| CS 1.1   | 5,15 | 2,24 | CS 2.7   | 1,23 | 0,31 |
| CS 1.2   | 2,05 | 0,89 | CS 2.8   | 5,65 | 1,41 |
| CS 1.3   | 2,96 | 1,29 | CS 2.9   | 1,75 | 0,44 |
| CS 1.4   | 0,30 | 0,13 | CS 2.10  | 0,32 | 0,08 |
| CS 2.1   | 9,45 | 2,36 | CS 2.11  | 1,30 | 0,33 |
| CS 2.2   | 7,37 | 1,84 | CS 2.12  | 1,43 | 0,36 |
| CS 2.3   | 1,69 | 0,42 | CS 2.13  | 8,00 | 2,00 |
| CS 2.4   | 4,97 | 1,24 |          |      |      |

## 6.5. Tomas de tierra.

La toma de tierra se instálala con el fin de limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar las masas metálicas y asegurar la protección del material utilizado. Esta toma se compone de:

- Toma de tierra.
- Conductores de tierra.
- Borne principal.
- Conductores de protección.

Para hacer el calculo de tierra es necesario conocer la resistividad del terreno de la instalación. En el caso del presente proyecto, como se puede ver en el Anexo 9- Estudio geotécnico del terreno, encontramos un primer nivel de limos algo arenofinosos o arcillosos. Su resistividad en  $\Omega$  m oscila entre 20 y 100. Para el cálculo se utilizará el valor máximo, 100  $\Omega$  m.

Para que se garantice la seguridad en la instalación de la toma de tierra los valores de resistencia serán menores de  $80 \Omega$  al no tener pararrayos. Se utilizará un valor de  $25 \Omega$ .

Longitud del conductor entre picas:

$$\text{Longitud toma tierra} = \frac{\text{Resistividad}}{\text{Resistencia}} = \frac{100 \Omega \text{ m}}{25 \Omega} = 4 \text{ m}$$

La longitud de cada pica será de 2 m, el número de picas será:

$$\text{Nº de picas} = \frac{\text{Longitud de toma tierra}}{\text{Longitud unitaria}} = \frac{4 \text{ m}}{2 \text{ m}} = 2 \text{ picas}$$

Por tanto, las picas serán 2 de acero recubierto de cobre de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro. Las picas estarán unidas por cable desnudo de  $35 \text{ mm}^2$ .

### 6.6. Elementos de protección.

Se trata de elementos de seguridad en caso de interacción de personas con la red eléctrica.

Debido a que se dispone de una gran variedad de potencias e intensidades se utilizarán diferentes tipos de interruptores diferenciales que actúen como diferencial y como magnetotérmico en función de la necesidad. Dado que la intensidad varía entre  $0,31 \text{ A}$  y  $2067 \text{ A}$  se decide utilizar los siguientes elementos:

- Interruptor A: Para los circuitos con menor intensidad se utilizará un diferencial magnetotérmico. Los circuitos protegidos por este serán los que tengan una intensidad menor a  $100 \text{ A}$ . Sus características son:
  - Corriente nominal:  $100 \text{ A}$
  - Capacidad de corte:  $6\text{-}10 \text{ kA}$
  - Tiempo de ruptura: Instantáneo.
  - Normas: EN/IEC 60947-2 y EN/IEC 60898-1



Figura 8 Interruptor A. Fuente: Schneider<sup>7</sup>.

- Interruptor B: Para los circuitos con intensidad media se utilizará un diferencial magnetotérmico. Los circuitos protegidos por este serán los que tengan una intensidad de 100A hasta 630A. Sus características son:
  - Corriente nominal: 100A-630A
  - Capacidad de corte: 8-85kA
  - Tiempo de ruptura: Instantáneo.
  - Normas: EN/IEC 60947-2 y UL 508



Figura 9 Interruptor B. Fuente: Schneider<sup>7</sup>.

- Interruptor C: Para los circuitos con intensidad alta se utilizará un diferencial magnetotérmico. Los circuitos protegidos por este serán los que tengan una intensidad de 630<sup>a</sup> hasta 3.200A. Solo se usan para los circuitos 2.4 y 2.8. Sus características son:
  - Corriente nominal: 630A-3.200A
  - Capacidad de corte: 50-85kA
  - Tiempo de ruptura: Instantáneo.
  - Normas: EN/IEC 60947-2 y UL 508



Figura 10 Interruptor C. Fuente: Schneider<sup>7</sup>

A continuación, se instalara un fusible capaz de soportar un cortocircuito de hasta 2.068A por lo tanto, se utilizara un fusible de hasta 2.100A que se situara en el cuadro general de protección.



Figura 11 Fusible de hasta 2.100A. Fuente: Mouser Electronics<sup>8</sup>.

### **6.7. Protección contra contacto directo e indirecto.**

Para el contacto directo la ITC-BT-24 señala que todas las cajas de derivación estarán cerradas, al igual que todos los elementos de la instalación. Por lo tanto, todos los elementos de la instalación estarán cubiertos adecuadamente.

Para el contacto indirecto la ITC-BT-24 señala que la instalación incorporara interruptores diferenciales. Estos interruptores se han descrito en el apartado anterior.

## 7. Bibliografía.

1. Instrucciones ITC-BT-04.05,13,15, 16,17,18,19,20,21,22, 24,27,30, 40, 43, 44, 47, 48.
2. Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
3. Philips Lighting (2019). Se puede encontrar en: <http://www.lighting.philips.es/inicio>
4. UNE 12464.1 “Norma europea sobre la iluminación para interiores”
5. Luna Sanchez, L y otros. *Instalaciones electricas de baja tensión en el sector agrario y agroalimentario*. Madrid, España. Ediciones Mundiprensa, 2008.
6. Construnario (2019). Se puede encontrar en: <https://www.construnario.com/>
7. Schneider Electric (2019). Se puede encontrar en: <https://www.se.com/es/es/>
8. Mouser Electronics (2019). Se puede encontrar en: <https://www.mouser.es/>



---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE DISEÑO DE UNA PLANTA DE  
FABRICACIÓN DE PELLETS PROCEDENTES DE  
BIOMASA FORESTAL

**ANEXO 13- INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO Y  
FONTANERÍA**

Grado en Ingeniería Forestal: Industrias forestales

Autor: Mario Bruna García

Tutora: M<sup>a</sup> Daphne Hermosilla Redondo

Cotutora: M<sup>a</sup> Pilar Lisbona Martín

E. de Ingeniería de la Industria Forestal, Agronómica y de la Bioingeniería

JUNIO 2019



## ÍNDICE ANEXO 13

|         |                                                  |    |
|---------|--------------------------------------------------|----|
| 1.      | Introducción. ....                               | 3  |
| 2.      | Red de abastecimiento.....                       | 3  |
| 2.1.    | Elementos que componen la instalación. ....      | 3  |
| 2.1.1.  | Acometida.....                                   | 3  |
| 2.1.2.  | Instalación general.....                         | 3  |
| 2.1.3.  | Llave de corte general.....                      | 3  |
| 2.1.4.  | Filtro de la instalación general.....            | 3  |
| 2.1.5.  | Armario o arqueta del contador general. ....     | 4  |
| 2.1.6.  | Tubo de alimentación.....                        | 4  |
| 2.1.7.  | Distribuidor principal.....                      | 4  |
| 2.1.8.  | Separación respecto de otras instalaciones. .... | 4  |
| 2.1.9.  | Señalización.....                                | 4  |
| 2.1.10. | Ahorro de agua. ....                             | 4  |
| 2.2.    | Necesidades de agua en oficinas.....             | 5  |
| 2.2.1.  | Necesidades en oficinas. ....                    | 5  |
| 2.2.2.  | Dimensionado.....                                | 5  |
| 2.2.3.  | Dimensionado en oficinas. ....                   | 6  |
| 2.3.    | Necesidades de agua en sistema de incendios..... | 8  |
| 2.3.1.  | Dimensionado en sistema de incendios. ....       | 8  |
| 2.4.    | Necesidades de la acometida. ....                | 9  |
| 3.      | Perdidas de carga.....                           | 10 |
| 4.      | Evacuación de aguas.....                         | 11 |

---

|        |                                                     |    |
|--------|-----------------------------------------------------|----|
| 4.1.   | Diseño.....                                         | 11 |
| 4.1.1. | Condiciones generales.....                          | 11 |
| 4.1.2. | Configuración de los sistemas de evacuación.....    | 11 |
| 4.2.   | Elementos de la red de evacuación.....              | 11 |
| 4.2.1. | Cierres hidráulicos. ....                           | 11 |
| 4.2.2. | Redes de pequeña evacuación.....                    | 11 |
| 4.2.3. | Bajantes y canalones. ....                          | 12 |
| 4.2.4. | Colectores enterrados.....                          | 12 |
| 4.2.5. | Elementos de conexión.....                          | 13 |
| 4.3.   | Dimensionado de la red de evacuación de aguas. .... | 13 |
| 4.3.1. | Red de evacuación de aguas residuales.....          | 13 |
| 5.     | Red de evacuación de aguas pluviales. ....          | 17 |
| 5.1.   | Canalones.....                                      | 18 |
| 5.2.   | Bajante de aguas pluviales. ....                    | 18 |
| 5.3.   | Colectores de aguas pluviales.....                  | 19 |
| 6.     | Biografía.....                                      | 20 |

## **1. Introducción.**

El objetivo del presente anexo es el de calcular las necesidades de la instalación de saneamiento y fontanería que suministre agua a la totalidad de la instalación objeto de proyecto. Los únicos puntos con necesidad de suministro de agua son: laboratorio, vestuarios y sistema antincendios por lo que solo se calculará la instalación de estas zonas.

El diseño y cálculo se ceñirá a la normativa vigente del Código Técnico de la Edificación (CTE), DB-HS Salubridad (HS 4 Suministro de agua).

## **2. Red de abastecimiento.**

### **2.1. Elementos que componen la instalación.**

Según el DB-HS 4 abastecimiento de agua los elementos que componen la instalación serán y además deberán cumplir:

#### **2.1.1. Acometida.**

La acometida debe disponer, como mínimo, de los elementos siguientes:

- a) Una llave de toma o un collarín de toma en carga, sobre la tubería de distribución de la red exterior de suministro que abra el paso a la acometida un tubo de acometida que enlace la llave de toma con la llave de corte general.
- b) Una llave de corte en el exterior de la propiedad.

#### **2.1.2. Instalación general.**

La instalación general debe contener, en función del esquema adoptado, los elementos que le correspondan de los que se citan en los apartados siguientes.

#### **2.1.3. Llave de corte general.**

La llave de corte general servirá para interrumpir el suministro al edificio, y estará situada dentro de la propiedad, en una zona de uso común, accesible para su manipulación y señalada adecuadamente para permitir su identificación. Si se dispone armario o arqueta del contador general, debe alojarse en su interior.

#### **2.1.4. Filtro de la instalación general.**

El filtro de la instalación general debe retener los residuos del agua que puedan dar lugar a corrosiones en las canalizaciones metálicas. Se instalará a continuación de la llave de corte general. Si se dispone armario o arqueta del contador general, debe alojarse en su interior. El filtro debe ser de tipo Y con un umbral de filtrado comprendido entre 25 y 50 Pm, con malla de acero inoxidable y baño de plata, para evitar la formación de bacterias y autolimpiable. La situación del filtro debe ser tal que permita realizar adecuadamente las operaciones de limpieza y mantenimiento sin necesidad de corte de suministro.

#### 2.1.5. Armario o arqueta del contador general.

El armario o arqueta del contador general contendrá, dispuestos en este orden, la llave de corte general, un filtro de la instalación general, el contador, una llave, grifo o racor de prueba, una válvula de retención y una llave de salida. Su instalación debe realizarse en un plano paralelo al del suelo.

La llave de salida debe permitir la interrupción del suministro al edificio. La llave de corte general y la de salida servirán para el montaje y desmontaje del contador general.

#### 2.1.6. Tubo de alimentación.

El trazado del tubo de alimentación debe realizarse por zonas de uso común. En caso de ir empotrado deben disponerse registros para su inspección y control de fugas, al menos en sus extremos y en los cambios de dirección.

#### 2.1.7. Distribuidor principal.

El trazado del distribuidor principal debe realizarse por zonas de uso común. En caso de ir empotrado deben disponerse registros para su inspección y control de fugas, al menos en sus extremos y en los cambios de dirección.

Debe adoptarse la solución de distribuidor en anillo en edificios tales como los de uso sanitario, en los que en caso de avería o reforma el suministro interior deba quedar garantizado.

Deben disponerse llaves de corte en todas las derivaciones, de tal forma que en caso de avería en cualquier punto no deba interrumpirse todo el suministro.

#### 2.1.8. Separación respecto de otras instalaciones.

El tendido de las tuberías de agua fría debe hacerse de tal modo que no resulten afectadas por los focos de calor y por consiguiente deben discurrir siempre separadas de las canalizaciones de agua caliente a una distancia de 4 cm, como mínimo. Cuando las dos tuberías estén en un mismo plano vertical, la de agua fría debe ir siempre por debajo de la de agua caliente.

Las tuberías deben ir por debajo de cualquier canalización o elemento que contenga dispositivos eléctricos o electrónicos, así como de cualquier red de telecomunicaciones, guardando una distancia en paralelo de al menos 30 cm.

#### 2.1.9. Señalización.

Las tuberías de agua de consumo humano se señalarán con los colores verde oscuro o azul.

#### 2.1.10. Ahorro de agua.

Todos los edificios en cuyo uso se prevea la concurrencia pública deben contar con dispositivos de ahorro de agua en los grifos. Los dispositivos que pueden instalarse con

este fin son: grifos con aireadores, grifería termostática, grifos con sensores infrarrojos, grifos con pulsador temporizador, fluxores y llaves de regulación antes de los puntos de consumo.

Los equipos que utilicen agua para consumo humano en la condensación de agentes frigoríficos, deben equiparse con sistemas de recuperación de agua.

## 2.2. Necesidades de agua en oficinas.

Las necesidades de agua se dividirán en dos, para oficinas (vestuarios y laboratorio) y para instalación antiincendios.

### 2.2.1. Necesidades en oficinas.

A continuación, se presenta una tabla con las necesidades de cada elemento de la instalación según el DB-HS Salubridad:

Tabla 1 Caudal mínimo instantáneo para cada elemento. Fuente: DB-HS Salubridad.

| Zona                | Elemento             | Nº de elementos | Caudal unitario agua fría (l/s) | Caudal unitario agua caliente (l/s) | Caudal total (l/s) |
|---------------------|----------------------|-----------------|---------------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| Laboratorio         | Fregadero            | 1               | 0'20                            | 0'07                                | 0'27               |
| Vestuarios          | Duchas               | 4               | 0'20                            | 0'20                                | 1'60               |
|                     | Inodoro con cisterna | 4               | 0'10                            | -                                   | 0'4                |
|                     | Lavabo               | 2               | 0'10                            | 0'07                                | 0'54               |
| Necesidades totales |                      |                 | 1'6                             | 1'01                                | 2'61               |

Las necesidades totales requeridas son 2'61 l/s (0'00261 m<sup>3</sup>/s) dividiéndose en 1'01 l/s (0'00101 m<sup>3</sup>/s) de agua caliente y 1'60 l/s (0'00160 m<sup>3</sup>/s) de agua fría. Esta agua se suministrará de dos formas diferentes, la fría directamente de la acometida y la caliente mediante un acumulador eléctrico.

### 2.2.2. Dimensionado.

De acuerdo con el DB-HS 4, el dimensionado de los tramos se hará de acuerdo al procedimiento siguiente:

- a) el caudal máximo de cada tramo será igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo con la Tabla 2.
- b) Establecimiento de los coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con un criterio adecuado.

- c) Determinación del caudal de cálculo en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.
- d) Elección de una velocidad de cálculo comprendida dentro de los intervalos siguientes:
- a. tuberías metálicas: entre 0,50 y 2,00 m/s
  - b. tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0,50 y 3,50 m/s
- e) Obtención del diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de la velocidad.

Por tanto, teniendo en cuenta los datos de la sección anterior, la sección de tubería necesaria para satisfacer la demanda de agua de la planta, estimando la velocidad del agua en 1'5 m/s será:

### 2.2.3. Dimensionado en oficinas.

$$S = \frac{Q}{V}$$

Si:

- Q= Caudal.
- S= Sección (mm<sup>2</sup>).
- V= Velocidad del agua (m/s)

$$S = \frac{0'00101}{1'5 \frac{m}{s}} = 0'000673 \text{ m}^2 = 6'73 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{0'00160}{1'5 \frac{m}{s}} = 0'00107 \text{ m}^2 = 10'7 \text{ cm}^2$$

La sección necesaria para cubrir el abastecimiento de agua en la planta será de 6'73 cm<sup>2</sup> para el agua caliente y 10'7 cm<sup>2</sup> para el agua fría. Por lo tanto, el diámetro interior de las tuberías será:

$$\varnothing = \sqrt{\frac{4 * 0'000673}{\pi}} = 0'029 \text{ m} = 2'9 \text{ cm}$$

$$\varnothing = \sqrt{\frac{4 * 0'00107}{\pi}} = 0'037 \text{ m} = 3'7 \text{ cm}$$

Por lo tanto, el diámetro interior mínimo de las tuberías será de 2'9 cm y 4'5 cm para el agua caliente y agua fría respectivamente.

Para el agua fría utilizaremos tubos de polietileno según la norma UNE EN 12201 y UNE EN 13244 de 40 mm. En cuanto a las conducciones para el agua caliente se utilizarán tubos de cobre con recubrimiento térmico de 35 mm según la norma UNE-EN 1057.

Las características técnicas del calentador serán:

Tabla 2 Ficha técnica termo eléctrico. Fuente: LeroyMerlin

|                                             |                        |
|---------------------------------------------|------------------------|
| <b>Capacidad</b>                            | 200L                   |
| <b>Uso recomendado</b>                      | 6 personas             |
| <b>Tipo de instalación</b>                  | Vertical               |
| <b>Potencia máxima</b>                      | 2200 W                 |
| <b>Voltaje</b>                              | 220V                   |
| <b>Frecuencia</b>                           | 60 Hz                  |
| <b>Termostato de regulación</b>             | Si                     |
| <b>Peso vacío</b>                           | 40kg                   |
| <b>Medidas (ancho x alto x profundidad)</b> | 50'5 x 156'8 x 52'9 cm |
| <b>Tipo de resistencia</b>                  | IP25                   |
| <b>Certificación energética</b>             | C                      |
| <b>Presión máxima</b>                       | 9 bar                  |
| <b>Precio</b>                               | 249€                   |



Figura 1 Termo eléctrico. Fuente: LeroyMerlin

### 2.3. Necesidades de agua en sistema de incendios.

Según lo visto en el Anexo 14- Instalación contra incendios serán necesarios dos Bocas de Incendio Equipadas (BIE) en la planta, concretamente del tipo BIE DN 45 con presión de salida de 2 bar, autonomía de 60 minutos, simultaneidad de 2 bocas de la BIE y con un caudal de 120 L/min. Para estas bocas se requiere un caudal mínimo de 120l/min (Collegi d'Enginyers Graduats i Enginyers Tècnics Industrials de Barcelona<sup>5</sup>). Por lo tanto, se necesita de un depósito con capacidad para 14.400 l (14,40 m<sup>3</sup>).

#### 2.3.1. Dimensionado en sistema de incendios.

Debido a que es un sistema que debe funcionar en momentos puntuales y es indispensable se decide que el depósito debe llenarse en un ciclo del BIE, es decir, 60 minutos (3.600 segundos) para disponer en todo momento de agua para este fin. Por tanto, si:

$$Q = \frac{N}{T}$$

Si:

- Q= Caudal necesario (l/s)
- N= Necesidades de agua.
- T= Tiempo de llenado (s)



$$Q = \frac{14.400}{3.600} = 4 \text{ l/s}$$

Por lo tanto, se estima que es necesario un caudal de llenado del depósito de 4 l/s. Si, como se ha visto en el apartado 2.2.2. la velocidad de conducción del agua es de 1'5 m/s, el diámetro de la tubería será:

$$\varnothing = \sqrt{\frac{4 \cdot 0'004}{\pi}} = 0'071 \text{ m} = 7'1 \text{ cm}$$

El diámetro necesario para llenar el depósito será de 7'1 cm por lo que utilizaremos una tubería de polietileno igual a las del apartado 2.2.3. pero de 90mm.

#### 2.4. Necesidades de la acometida.

Las necesidades de la acometida será la suma entre la necesidad de oficinas y vestuarios (2'61 l/s) más la necesidad del sistema antincendios (4 l/s). Por lo tanto, la cantidad de agua que debe suministrar la acometida será, como mínimo, de 6'61 l/s (0'00616m<sup>3</sup>). teniendo en cuenta que la velocidad del agua es de 1'5 m/s el diámetro mínimo de tubería será de:

$$\varnothing = \sqrt{\frac{4 \cdot 0'00616}{\pi}} = 0'0886 \text{ m} = 8'86 \text{ cm}$$

En conclusión, para la tubería de acometida será necesario utilizar una tubería enterrada de PVC de 8'86 cm de diámetro. Por si en un futuro fuera necesario realizase alguna ampliación del suministro de agua se instalará una tubería de 11'4 cm de diámetro interior y 11'7 cm de diámetro exterior.

Las conducciones utilizadas en el presente apartado son:

Tabla 3 Resumen dimensionado de tuberías. Fuentes: UNE-EN 1057, UNE EN 12201 y UNE EN 13244

| Material    | Diámetro exterior (mm) | Diámetro nominal (mm) |
|-------------|------------------------|-----------------------|
| Cobre       | 35                     | 34                    |
| Polietileno | 40/90                  | 37'6/79'2             |
| PVC         | 114                    | 117'3                 |

### 3. Pérdidas de carga.

Las pérdidas de carga son un factor muy importante en el diseño de tuberías ya que de ellas depende el caudal final y presión. Para este cálculo, con la finalidad de simplificar los cálculos, se emplea el método de las longitudes equivalencias, estos datos se han obtenidos del “Nuevo manual de instalaciones de fontanería y saneamiento” de Franco Martín Sánchez.

En este caso hay que observar dos pérdidas de carga, una de la acometida a las oficinas y otra, de la acometida al sistema de protección contra incendios.

Tabla 3 Equivalencias de las pérdidas de carga en metros de tubería. Fuente: F.M. Sánchez<sup>6</sup>

| Elemento                      | Dimensión de la tubería |      |      |      |      |       |      |      |      |
|-------------------------------|-------------------------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
|                               | 10mm                    | 15mm | 20mm | 25mm | 32mm | 40mm  | 50mm | 65mm | 80mm |
| Codo de reducción             | 0'3                     | 0'3  | 0'5  | 0'6  | 0'8  | 1     | 1'3  | 1'9  | 2'1  |
| Curva 45°                     | 0'2                     | 0'3  | 0'4  | 0'5  | 0'6  | 0'7   | 0'8  | 0'9  | 1    |
| Curva 90°                     | 0'3                     | 0'4  | 0'5  | 0'6  | 0'7  | 0'8   | 0'9  | 1    | 1'2  |
| Codo 45°                      | 0'3                     | 0'4  | 0'5  | 0'6  | 0'9  | 1'1   | 1'2  | 1'7  | 1'8  |
| Codo 90°                      | 0'5                     | 0'6  | 0'7  | 0'8  | 1    | 1'4   | 1'5  | 2    | 2'2  |
| T en recto                    | 0'3                     | 0'4  | 0'5  | 0'6  | 0'8  | 1'1   | 1'3  | 1'5  | 1'8  |
| T en derivación               | 0'7                     | 0'8  | 1'1  | 1'4  | 2    | 2'2   | 2'5  | 3'25 | 3'5  |
| Válvula de compuerta          | 0'05                    | 0'1  | 0'2  | 0'2  | 0'2  | 0'3   | 0'4  | 0'6  | 0'7  |
| Válvula de retención          | 0'2                     | 0'3  | 0'55 | 0'75 | 1'15 | 0'1'3 | 1'9  | 2'65 | 3'4  |
| Distancia por 100m de tubería | 0'5                     | 0'4  | 0'3  | 0'2  | 0'15 | 0'1   | 0'07 | 0'05 | 0'03 |

Para los cálculos que se van a realizar a continuación se tiene en cuenta una rugosidad de la tubería de polietileno de 0'0015mm y agua a una Tª de 20°C.

La tubería que suministra agua al sistema de incendios (80mm de polietileno) tiene una pérdida de carga de 61'86m de tubería y 3 codos de 90° (3'3m equivalentes) lo que hace una pérdida de carga de 0'54m.c.a. más la altura a la que hay que elevar el agua, se estima en 2m, 2'54m.c.a. = 0'254kg/cm<sup>2</sup>.

La tubería que suministra agua a la zona de oficinas (40 mm de polietileno) tiene una pérdida de carga de 27'041 de tubería, 4 codos de 90° (5'6m equivalentes) y 4 Ts (4'4m equivalentes) lo que hace una pérdida de carga de 5'19 m.c.a. más la altura a la que hay que elevar el agua, se estima en 1'5m, 6'69m.c.a. = 0'669kg/cm<sup>2</sup>.

La presión de acometida es de 5'5Kg/cm<sup>2</sup> y el punto mas desfavorable debe tener como mínimo 1-1'5 Kg/cm<sup>2</sup>, por tanto, la máxima perdida de carga no debe superar los 4 Kg/cm<sup>2</sup>. En conclusión, como ningún punto de la instalación supera esa perdida de carga se considera una red de fontanería que cumple los requisitos establecidos.

## **4. Evacuación de aguas.**

Esta Sección se aplica a la instalación de evacuación de aguas residuales en los edificios incluidos en el ámbito de aplicación general del CTE y el DB-HS Salubridad.

### **4.1. Diseño.**

#### **4.1.1. Condiciones generales.**

De las condiciones generales del DB-HS únicamente afecta a este proyecto:

1. Los colectores del edificio deben desaguar, preferentemente por gravedad, en el pozo o arqueta general que constituye el punto de conexión entre la instalación de evacuación y la red de alcantarillado público, a través de la correspondiente acometida.

#### **4.1.2. Configuración de los sistemas de evacuación.**

Al existir una única red de alcantarillado público debe disponerse un sistema mixto o un sistema separativo con una conexión final de las aguas pluviales y las residuales, antes de su salida a la red exterior. La conexión entre la red de pluviales y la de residuales debe hacerse con interposición de un cierre hidráulico que impida la transmisión de gases de una a otra y su salida por los puntos de captación tales como calderetas, rejillas o sumideros. Dicho cierre puede estar incorporado a los puntos de captación de las aguas o ser un sifón final en la propia conexión.

### **4.2. Elementos de la red de evacuación.**

#### **4.2.1. Cierres hidráulicos.**

Pueden ser: Sifones individuales, Botes sifónicos, Sumideros sifónicos y arquetas sifónicas. Además, deben cumplir:

#### **4.2.2. Redes de pequeña evacuación.**

- El trazado de la red debe ser lo más sencillo posible para conseguir una circulación natural por gravedad.
- Deben conectarse a las bajantes.

- La distancia del bote sifónico a la bajante no debe ser mayor que 2,00 m.
- Las derivaciones que acometan al bote sifónico deben tener una longitud igual o menor que 2,50 m, con una pendiente comprendida entre el 2 y el 4 %.
- En los aparatos dotados de sifón individual deben tener las características siguientes:
  - En los fregaderos, los lavaderos, los lavabos y los bidés la distancia a la bajante debe ser 4,00 m como máximo, con pendientes comprendidas entre un 2,5 y un 5 %.
  - En las bañeras y las duchas la pendiente debe ser menor o igual que el 10 %.
  - El desagüe de los inodoros a las bajantes debe realizarse directamente o por medio de un manguetón de acometida de longitud igual o menor que 1,00 m, siempre que no sea posible dar al tubo la pendiente necesaria.
- Debe disponerse un rebosadero en los lavabos, bidés, bañeras y fregaderos.
- No deben disponerse desagües enfrentados acometiendo a una tubería común.
- Las uniones de los desagües a las bajantes deben tener la mayor inclinación posible, que en cualquier caso no debe ser menor que 45°.
- Excepto en instalaciones temporales, deben evitarse en estas redes los desagües bombeados.

#### 4.2.3. Bajantes y canalones.

Las bajantes deben realizarse sin desviaciones ni retranqueos y con diámetro uniforme en toda su altura.

El diámetro no debe disminuir en el sentido de la corriente.

Podrá disponerse un aumento de diámetro cuando acometan a la bajante caudales de magnitud mucho mayor que los del tramo situado aguas arriba.

#### 4.2.4. Colectores enterrados.

Los tubos deben disponerse en zanjas de dimensiones adecuadas, situados por debajo de la red de distribución de agua potable.

Deben tener una pendiente del 2 % como mínimo.

La acometida de las bajantes y los manguetones a esta red se hará con interposición de una arqueta de pie de bajante, que no debe ser sifónica.

Se dispondrán registros de tal manera que los tramos entre los contiguos no superen 15 m.

#### 4.2.5. Elementos de conexión.

En redes enterradas la unión entre las redes vertical y horizontal y en ésta, entre sus encuentros y derivaciones, debe realizarse con arquetas dispuestas sobre cimiento de hormigón, con tapa practicable. Sólo puede acometer un colector por cada cara de la arqueta, de tal forma que el ángulo formado por el colector y la salida sea mayor que 90°.

Deben tener las siguientes características:

- a) la arqueta a pie de bajante debe utilizarse para registro al pie de las bajantes cuando la conducción a partir de dicho punto vaya a quedar enterrada; no debe ser de tipo sifónico
- b) En las arquetas de paso deben acometer como máximo tres colectores.
- c) Las arquetas de registro deben disponer de tapa accesible y practicable; d) la arqueta de trasdós debe disponerse en caso de llegada al pozo general del edificio de más de un colector.

### **4.3. Dimensionado de la red de evacuación de aguas.**

#### 4.3.1. Red de evacuación de aguas residuales.

##### Derivaciones individuales.

La adjudicación de Unidades de Desagüe (UD) a cada tipo de aparato y los diámetros mínimos de los sifones y las derivaciones individuales correspondientes se establecen a continuación:

Tabla 4 UD's correspondientes a los distintos aparatos sanitarios. Fuente: DB-HS

| Tipo de aparato          | Unidades de desagüe |             | Diámetro mínimo del sifón (mm) |             |
|--------------------------|---------------------|-------------|--------------------------------|-------------|
|                          | Uso privado         | Uso público | Uso privado                    | Uso público |
| Lavabo                   | 1                   | 2           | 32                             | 40          |
| Ducha                    | 2                   | 3           | 40                             | 50          |
| Inodoro con cisterna     | 4                   | 5           | 100                            | 100         |
| Fregadero de laboratorio | -                   | 2           | -                              | 40          |

Por lo tanto, en este caso se utilizará:

- Para lavabos: 2 UD con un diámetro mínimo de sifón de 40mm.
- Para duchas: 3 UD con un diámetro mínimo de 50 mm.
- Para inodoros: 5 UD con un diámetro mínimo de 100 mm.
- Fregadero de laboratorio: 2 UD con un diámetro mínimo de 40 mm.

El diámetro de las conducciones no debe ser menor que el de los tramos situados aguas arriba.

#### Botes sifónicos o sifones individuales.

Los sifones individuales deben tener el mismo diámetro que la válvula de desagüe conectada.

Los botes sifónicos deben tener el número y tamaño de entradas adecuado y una altura suficiente para evitar que la descarga de un aparato sanitario alto salga por otro de menor altura.

#### Ramales colectores.

A continuación, se obtiene el diámetro de los ramales colectores entre los aparatos sanitarios y la bajante:

Tabla 5 Diámetros de ramales entre colectores y bajante. Fuente: DB-HS

| Máximo número de UD |    |    | Diámetro (mm) |
|---------------------|----|----|---------------|
| Pendiente           |    |    |               |
| 1%                  | 2% | 4% |               |
| -                   | 1  | 1  | 32            |
| -                   | 2  | 3  | 40            |
| -                   | 6  | 8  | 50            |
| -                   | 11 | 14 | 63            |
| -                   | 21 | 28 | 75            |
| 47                  | 60 | 75 | 90            |

Por lo tanto, en nuestro caso:

- Para vestuarios:
  - Para lavabos: 2 UD x 2 lavabos = 4 UD
  - Para duchas: 3 UD x 4 duchas = 12 UD
  - Para inodoros: 5 UD x 4 inodoros = 20 UD

Total, para vestuarios 36 UD por lo que, según la Tabla 5, serán necesarios unos colectores de mínimo de 90 mm independientemente de la pendiente, pero, como se ha indicado anteriormente “El diámetro de las conducciones no debe ser menor que el de los tramos situados aguas arriba.” por lo tanto, como la derivación individual de los inodoros es de 100 mm así será también la de los ramales colectores.

- Para laboratorio:

Para el laboratorio únicamente necesitamos un ramal apto para 2 UD. Esto nos llevaría a un diámetro de 40 mm con una pendiente del 2%. Como aguas arriba también tenemos un conector de 40 mm tomaremos esta medida como buena.

A continuación, se puede ver una tabla resumen de las tuberías.

#### Colectores horizontales.

Los colectores horizontales se dimensionan para funcionar a media de sección, hasta un máximo de tres cuartos de sección, bajo condiciones de flujo uniforme.

El diámetro mínimo de los colectores horizontales que unen el sistema a la red pública se calcula a continuación:

Tabla 6 Diámetro mínimo de colectores horizontales. Fuente: DB-HS

| Máximo número de UD |     |     | Diámetro (mm) |
|---------------------|-----|-----|---------------|
| Pendiente           |     |     |               |
| 1%                  | 2%  | 4%  |               |
| -                   | 20  | 25  | 50            |
| -                   | 24  | 29  | 63            |
| -                   | 38  | 57  | 75            |
| 96                  | 130 | 160 | 90            |
| 264                 | 321 | 382 | 110           |
| 390                 | 480 | 580 | 125           |

El total de unidades de desagüe que debe admitir este colector es de 38 por lo que, según la Tabla 6, corresponde una tubería de PVC de 75 mm de diámetro con un 2% de pendiente, pero, como aguas arriba se ha utilizado una tubería de 100mm se seguirá utilizando una de 100mm.



Tabla 7 Resumen tuberías desagüe. Fuente: ISO 4422:2003<sup>7</sup>

| Material | Diámetro exterior (mm) | Diámetro interior (mm) |
|----------|------------------------|------------------------|
| PVC      | 63/110                 | 59'8/104'6             |

## 5. Red de evacuación de aguas pluviales.

El área de la superficie de paso del elemento filtrante de una caldereta debe estar comprendida entre 1,5 y 2 veces la sección recta de la tubería a la que se conecta.

El número mínimo de sumideros que deben disponerse es el indicado en la tabla 8 en función de la superficie proyectada horizontalmente de la cubierta a la que sirven.

Tabla 8 Numero de sumideros en función de cubierta. Fuente: DB-HS

| Superficie cubierta en proyección horizontal (m <sup>2</sup> ) | Numero de sumideros.      |
|----------------------------------------------------------------|---------------------------|
| S<100                                                          | 2                         |
| 100-200                                                        | 3                         |
| 200-500                                                        | 4                         |
| S>500                                                          | 1 cada 150 m <sup>2</sup> |

En nuestro caso la superficie construida horizontal con necesidades de saneamiento es de 1.250 m por lo que se necesitaran 8 sumideros.

El número de puntos de recogida debe ser suficiente para que no haya desniveles mayores que 150 mm y pendientes máximas del 0,5 %, y para evitar una sobrecarga excesiva de la cubierta.

### 5.1. Canalones.

Tabla 9 Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h. Fuente: DB-HS

| Máxima superficie cubierta horizontalmente (m <sup>2</sup> ) |     |     |     | Diámetro (mm) |
|--------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|---------------|
| Pendiente                                                    |     |     |     |               |
| 0´5%                                                         | 1%  | 2%  | 4%  |               |
| 35                                                           | 45  | 65  | 95  | 100           |
| 60                                                           | 80  | 115 | 165 | 125           |
| 90                                                           | 125 | 175 | 255 | 150           |
| 185                                                          | 260 | 370 | 520 | 200           |
| 335                                                          | 475 | 670 | 930 | 250           |

En nuestro caso la superficie construida horizontal es de 1.250 m por lo que se necesitaran sumideros de 250mm con pendiente del 2%.

### 5.2. Bajante de aguas pluviales.

Tabla 10 Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h. Fuente: DB-HS

| Superficie cubierta en proyección horizontal (m <sup>2</sup> ) | Diámetro nominal de la bajante (mm) |
|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 805                                                            | 125                                 |
| 1.544                                                          | 160                                 |
| 2.700                                                          | 200                                 |

En nuestro caso la superficie construida horizontal es de 1.250m por lo que se necesitaran sumideros con una bajante de 200mm.

### 5.3. Colectores de aguas pluviales.

Los colectores de aguas pluviales se calculan a sección llena en régimen permanente.

Tabla 4 Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h. Fuente: DB-HS.

| Superficie proyectada (m <sup>2</sup> ) |       |       | Diámetro (mm) |
|-----------------------------------------|-------|-------|---------------|
| Pendiente                               |       |       |               |
| 1%                                      | 2%    | 4%    |               |
| 1.070                                   | 1.510 | 2.140 | 200           |
| 1.920                                   | 2.710 | 3.850 | 250           |
| 2.016                                   | 4.589 | 6.500 | 315           |

En nuestro caso la superficie construida horizontal es de 1.250m por lo que se necesitaran colectores de 200mm con pendiente del 2%.

## 6. Biografía.

1. Suplemento del BOE núm. 74 Documento Básico HS Salubridad. Martes 28 marzo 2006.
2. UNE-EN 1057. *“Cobre y aleaciones de cobre. Tubos redondos de cobre, con soldadura, para agua y gas en aplicaciones sanitarias y de calefacción.”*
3. UNE EN 12201. *“Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE).”*
4. UNE EN 13244. *“Sistemas de canalización en materiales plásticos, enterrados o aéreos, para suministro de agua, en general, y saneamiento a presión. Polietileno (PE)”*
5. Manuel Carrasco Valentin. *“Colección de fichas de seguridad contra incendios. Bocas de incendio equipadas”*. Col·legi d'Enginyers Graduats i Enginyers Tècnics Industrials de Barcelona
6. Franco Martin Sánchez (2008) *“Manual de Instalaciones de fontanería y saneamiento”*. AMV Ediciones.
7. ISO 4422:2003. *“Tubos de PVC-U para sistemas de abastecimiento de agua.”*



---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE DISEÑO DE UNA PLANTA DE  
FABRICACIÓN DE PELLETS PROCEDENTES DE  
BIOMASA FORESTAL

**ANEXO 14- INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS**

Grado en Ingeniería Forestal: Industrias forestales

Autor: Mario Bruna García

Tutora: M<sup>a</sup> Daphne Hermosilla Redondo

Cotutora: M<sup>a</sup> Pilar Lisbona Martín

E. de Ingeniería de la Industria Forestal, Agronómica y de la Bioingeniería

JUNIO 2019

## INDICE ANEXO 14

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Introducción .....                                                                 | 2  |
| 2. Normativa vigente. ....                                                            | 2  |
| 2.1. Ámbito de aplicación.....                                                        | 2  |
| 2.2. Caracterización de los establecimientos. ....                                    | 3  |
| 2.2.1. Características por su configuración y ubicación con relación a su entorno     | 3  |
| 3. Requisitos de la instalación de protección contra incendios. ....                  | 3  |
| 3.1. Ubicaciones no permitidas de sectores de incendio con actividad industrial. .... | 3  |
| 3.2. Sectorización de los establecimientos industriales.....                          | 3  |
| 3.3. Materiales. ....                                                                 | 4  |
| 3.4. Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes.....               | 4  |
| 3.5. Resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramientos.....             | 4  |
| 3.6. Evacuación de los establecimientos industriales.....                             | 4  |
| 3.7. Señalización e iluminación.....                                                  | 5  |
| 3.8. Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión. ....                | 7  |
| 3.9. Extintores.....                                                                  | 7  |
| 3.10. Sistema de bocas de incendio equipadas. ....                                    | 9  |
| 3.11. Alumbrado de emergencia. ....                                                   | 10 |
| 4. Bibliografía. ....                                                                 | 10 |

## 1. Introducción

Las instalaciones contra incendios son esenciales en la prevención de fuegos y, en caso de que se produzcan, tienen la misión de evitar su rápida propagación por la planta y favorecer su extinción.

Estos sistemas antiincendios ayudaran a prevenir tanto pérdidas materiales como personales en caso de incendios.

## 2. Normativa vigente.

El Código Técnico de la Edificación en su apartado “Seguridad en caso de Incendio” se remite al REAL DECRETO 2267/2004<sup>1</sup>, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. Se debe aplicar este reglamento, ya que el presente proyecto tiene como finalidad el diseño de una industria dedicada a la transformación de biomasa forestal.

### 2.1. Ámbito de aplicación

La normativa mencionada en el apartado número dos del presente anexo se aplica según diferentes casos de los cuales este proyecto cumple:

- a) Establecimientos industriales entendiéndose como tales:
  - Las industrias, tal como se definen en el artículo 3.1 de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.
  - Los almacenamientos industriales.
  - Los talleres de reparación y los estacionamientos de vehículos destinados al servicio de transporte de personas y transporte de mercancías.
  - Los servicios auxiliares o complementarios de las actividades comprendidas en los párrafos anteriores.
- b) Se aplicará, además, a todos los almacenamientos de cualquier tipo de establecimiento cuando su carga de fuego total, calculada según el anexo I, sea igual o superior a tres millones de Megajulios (MJ).

Por otro lado en el Real Decreto 2267/2004<sup>1</sup> se expone que:

- 1- Cuando en un establecimiento industrial coexistan con la actividad industrial otros usos con la misma titularidad, para los que sea de aplicación la Norma básica de la edificación: condiciones de protección contra incendios, o una normativa equivalente, los requisitos que deben satisfacer los espacios de uso no industrial serán los exigidos por dicha normativa cuando superen los límites indicados a continuación:
  - a) Zona administrativa: superficie construida superior a 250 m<sup>2</sup>.

Las zonas a las que por su superficie sean de aplicación las prescripciones de las referidas normativas deberán constituir un sector de incendios independiente.

## **2.2. Caracterización de los establecimientos.**

En el Real Decreto 2267/2004<sup>1</sup> se dice que “las condiciones y requisitos que deben satisfacer los establecimientos industriales, en relación con su seguridad contra incendios, estarán determinados por su configuración y ubicación con relación a su entorno y su nivel de riesgo intrínseco, fijados según se establece en el anexo I”. Por lo tanto y teniendo en cuenta el Anexo 1 de este real decreto se procede a caracterizar el establecimiento industrial objeto de este proyecto.

Se entiende por establecimiento el conjunto de edificios, edificio, zona de este, instalación o espacio abierto de uso industrial o almacén, destinado a ser utilizado bajo una titularidad diferenciada y cuyo proyecto de construcción, así como el inicio de la actividad prevista, sea objeto de control administrativo. Por lo tanto el establecimiento objeto del proyecto se considera un “establecimiento industrial”.

### **2.2.1. Características por su configuración y ubicación con relación a su entorno**

El Anexo 1 del Real Decreto 2267/2004<sup>1</sup> establece varios tipos de configuraciones y ubicaciones de los cuales el presente proyecto cumple:

- Establecimientos industriales ubicados en un edificio:
  - TIPO C: el establecimiento industrial ocupa un edificio únicamente.

## **3. Requisitos de la instalación de protección contra incendios.**

Los requisitos a cumplir son diversos según la configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco.

### **3.1. Ubicaciones no permitidas de sectores de incendio con actividad industrial.**

Existen ubicaciones no permitidas de sectores de incendio dependiendo de su actividad industrial. En el caso de este proyecto, teniendo en cuenta las expuestas en el Real Decreto 2267/2004<sup>1</sup> no tenemos ninguna ubicación no permitida.

### **3.2. Sectorización de los establecimientos industriales.**

Todos los sectores de incendio tipo A, B y C, además de todas las áreas de incendio que configuran un establecimiento industrial deben de cumplir una serie de características.

Para los establecimientos de tipo C, según la tabla 3 del Real Decreto 2267/2004<sup>1</sup>, el máximo de superficie admisible por sector de incendio es de 3.500 m<sup>2</sup>. En el caso del presente proyecto la nave industrial tiene una superficie total inferior por lo que es una superficie admisible.



### 3.3. Materiales.

Los materiales depende de la situación en que se presenten deben presentar una adecuada reacción al fuego. Las exigencias de comportamiento de estos se definen según la norma UNE-EN 13501-1<sup>2</sup>.

A continuación, se evalúan los diferentes materiales de construcción de la nave según la clasificación de materiales de la norma UNE 23727<sup>3</sup>:

- Suelos: Hormigón
- Cerramientos: Hormigón y chapa metálica
- Paredes: Ladrillo hormigón
- Techos: Pladur
- Estructura: Perfiles de acero S275

### 3.4. Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes.

Esta estabilidad se define como el tiempo, en minutos, que un elemento debe de mantener su estabilidad mecánica en un incendio. Las exigencias de los elementos portantes se pueden estimar mediante un procedimiento de cálculo o mediante una valoración ya establecida.

En el caso del presente proyecto y como la nave es de una sola planta sin edificios adyacentes a menos de 10 m no se exige estabilidad al fuego a la estructura principal ni a la cubierta.

### 3.5. Resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramientos.

La resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramientos se define como el tiempo durante el cual estos deben mantener las condiciones normalizadas en la norma UNE 23093<sup>4</sup>. Estas condiciones son:

- Estabilidad mecánica o capacidad portante.
- Estanqueidad al paso de las llamas.
- No emisión de gases inflamables en la cara por donde no está el fuego.
- Aislamiento térmico suficiente para impedir que la cara no expuesta supere la temperatura establecida por la norma UNE.

En el caso de los cerramientos de la nave construida son de categoría R90.

### 3.6. Evacuación de los establecimientos industriales.

La evacuación de los establecimientos industriales en los incendios es un aspecto muy importante. Para esta evaluación se deben tener en cuenta:

- Determinación de la ocupación, en nuestro caso teniendo en cuenta el personal de la planta (ver Anexo 6- Producción en la planta):  $P = 1,10 p$ ; cuando  $p < 100$ . ( $p = n^{\circ}$  de personas que ocupa el sector del incendio. Por tanto si  $p=15$ :

$$p=1,10 \times 15 = 16,5$$

- Elementos de evacuación. Estos elementos se definen en el Real Decreto 2177/1996, del 4 de octubre, que aprueba la Normativa Básica de la Edificación (NBE-CPI/96<sup>5</sup>: Condiciones de protección contra incendios de los edificios):
  - Origen de evacuación: Todo punto ocupable del recinto.
  - Recorrido de evacuación: Longitud de los recorridos de evacuación; no se consideran los que tengan elementos que dificulten el paso.
  - Salidas: Puerta o hueco al espacio exterior seguro con una superficie suficiente para contener a los ocupantes del recinto delimitada en un radio de distancia a razón de una persona por cada 0'5 m<sup>2</sup>.
- Número y disposición de las salidas. Según el Real Decreto 2267/2004<sup>1</sup>, no será necesaria la instalación de más de una salida de emergencia. Esto es debido a:
  - No tener un riesgo intrínseco alto.
  - No tener un número de empleados superior a 50.

Para conocer la distancia máxima de evacuación dependiendo de las salidas se utiliza la siguiente tabla:

Tabla 1 Longitud del recorrido de evacuación según nº de salidas. Fuente: Real Decreto 2267/2004

| Riesgo | 1 salida | 2 salidas alternativas |
|--------|----------|------------------------|
| Bajo   | 35 m     | 50 m                   |
| Medio  | 25 m     | 50 m                   |
| Alto   | -        | 25 m                   |

Por tanto ningún recorrido deberá tener más de 25 m hasta la salida más cercana.

- Dimensión de las salidas y pasillos. La anchura de las puertas, pasos y pasillos viene dada por el artículo 7 de la NBE-CPI/96<sup>5</sup>, apartado 7.4, subapartados 7.4.1, 7.4.2 y 7.4.3. De tal forma que:

$$A = p/200 \rightarrow A = 16'5/200 = 0'0825 \text{ m}$$

Como mínimo las puertas deberán tener un ancho de 0'0825 m. Evidentemente al resultar un ancho mínimo tan pequeño cualquier puerta instalada cumple con los requisitos mínimos.

- Puertas y pasillos. Las puertas de salida deberán ser de eje vertical de fácil manejo y sin obstáculos. Por otro lado los pasillos o recorridos de evacuación deberán carecer de obstáculos para una correcta evacuación de la planta en caso de incendio.

### 3.7. Señalización e iluminación.

La señalización e iluminación de los edificios tipo C, como el objeto de este proyecto, vienen determinados por el artículo 12 de la NBE-CPI/96<sup>5</sup>, apartados 12.1, 12.2 y 12.3.

Por tanto según lo que marca la norma:

- Las salidas estarán señalizadas.
- Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos que deben seguirse desde todo origen de evacuación hasta un punto desde el que sea directamente visible la salida o la señal que la indica y, en particular, frente a toda salida de un recinto con ocupación mayor que 100 personas que acceda lateralmente a un pasillo.
- En los puntos de los recorridos de evacuación que deban estar señalizados en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas, de forma tal que quede claramente indicada la alternativa correcta.
- Para indicar las salidas, de uso habitual o de emergencia, se utilizarán las señales definidas en la norma UNE 23 034.



Figura 1 Señales de salida de socorro. Fuente: UNE 23034<sup>6</sup>



Figura 2 Salidas de emergencia. Fuente: UNE 23034<sup>6</sup>



Figura 3 Salidas habituales. Fuente: UNE 23034<sup>6</sup>

### 3.8. Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión.

La eliminación de gases y calor generados en una posible combustión debe realizarse de acuerdo a la tipología del edificio en relación con las características que determinan el movimiento del humo.

En el caso de la nave objeto de proyecto y al tener riesgo intrínseco medio la ventilación será de manera natural por medio de las puertas y ventanas de la nave.

### 3.9. Extintores.

Para conocer el tipo y cantidad de extintores en la industria del proyecto es necesario conocer el tipo de fuegos que se pueden producir en esta. Para ello se utilizara la clasificación que realiza el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios.

Viendo la clasificación mencionada el fuego que puede aparecer en esta industria será:

- Clase A: Fuego procedente de sólidos como maderas, plásticos, carbón, etc... (Zona de producción y almacenamiento).
- Clase B: Fuegos procedente de líquido como gasolina, pinturas, disolventes, etc... (Zona de producción y laboratorio).

Una vez determinado la clase de fuego mediante la tabla 1 de la NTP 99<sup>7</sup>: Métodos de extinción y agentes extintores se determina el mejor tipo de extintor para estos fuegos. En el caso que nos toca el mejor extintor para las clases de fuego A y B es el de polvo polivalente.

A la hora de seleccionar el modelo concreto del extintor hay que tener en cuenta la clasificación para los combustibles A y B. Para ello se utilizaran las siguientes tablas:

Incendios Clase A:

Tabla 2 Determinación de la dotación de extintores portátiles en sectores de incendios con combustible tipo A. Fuente: Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital<sup>8</sup>

| Grado de riesgo intrínseco del sector de incendio | Eficacia mínima del extintor | Área máxima protegida del sector de incendios                                                  |
|---------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| BAJO                                              | 21 A                         | Hasta 600 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso) |
| MEDIO                                             | 21 A                         | Hasta 400 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso) |

|      |      |                                                                                                |
|------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ALTO | 34 A | Hasta 300 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso) |
|------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------|

En cuanto a los incendios de clase A se selecciona una eficacia mínima del extintor de 21 A ya que el riesgo intrínseco del proyecto es medio.

Para fuegos clase B:

Tabla 3 Determinación de la dotación de extintores de incendios en sectores de incendio con combustible tipo B. Fuente: Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital<sup>8</sup>

|                              | Volumen máximo, v, de combustibles líquidos en el sector de incendios |             |              |               |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------|--------------|---------------|
|                              | V ≤ 20                                                                | 20 < V ≤ 50 | 50 < V ≤ 100 | 100 < V ≤ 200 |
| Eficacia mínima del extintor | 113 B                                                                 | 113 B       | 144 B        | 233 B         |

En cuanto a los incendios de clase A se selecciona una eficacia mínima del extintor de 113 B ya que en el presente proyecto no encontramos más de 20.

Los extintores estarán distribuidos de la siguiente manera:

- 1 en el laboratorio.
- 1 en el almacén de producto terminado.
- 1 en la entre los vestuarios y sala de reuniones.
- 4 distribuidos por toda la estancia de producción.

Los extintores se colocarán en un lugar en el que sean fácilmente visibles y accesibles, y en las zonas del sector donde sea más probable la formación de un incendio. Siendo, el máximo recorrido horizontal desde cualquier sector o de incendio hasta el extintor de 15 m.

Por otro lado estos extintores, según la normativa, se revisaran cada 5 años y se cambiaran cada 20 años.

Los extintores se deberán señalar según el REAL DECRETO 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.



Figura 4 Señales de equipos de lucha contra incendios. Fuente: Real Decreto 485/1997<sup>9</sup>

### 3.10. Sistema de bocas de incendio equipadas.

Los sistemas de bocas de incendio están compuestos por una fuente de abastecimiento de agua, red de tuberías y los equipos de bocas de incendio equipadas (BIE).

Las necesidades de las bocas de incendio equipadas (BIE) tendrán una serie de características individuales en función del tipo de clasificación del establecimiento industrial, el nivel de riesgo intrínseco del sector o área incendio y de la superficie ocupada. Por lo tanto, esas características para nuestro edificio de tipo C serán:

- Edificios de tipo C con un nivel de riesgo intrínseco medio y con superficie total construida mayor o igual a 1.000 m<sup>2</sup>.

Las características que debe de poseer las bocas de incendio equipadas (BIE) en función de su nivel de riesgo intrínseco del establecimiento industrial, serán las siguientes:

Tabla 4 Determinación de la dotación de BIE. Fuente: Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital<sup>8</sup>

| Nivel de riesgo intrínseco | Tipo de BIE | Simultaneidad | Tiempo de autonomía |
|----------------------------|-------------|---------------|---------------------|
| BAJO                       | DN 25 mm    | 2             | 60 min              |
| MEDIO                      | DN 45 mm    | 2             | 60 min              |
| ALTO                       | DN 45 mm    | 3             | 90 min              |

Por lo tanto para la nave objeto del proyecto serán necesarias 2 bocas DN 45 mm con un tiempo de autonomía de 60 min.

Además de lo anteriormente mencionado la presión en las boquillas de las BIE, no deberá tener entre 2 y 5 bares de presión. Si, fuera necesario, se instalarán accesorios reguladores de presión.

También se deberán cumplir con los siguientes requisitos establecidos en el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales:

- No existir ningún punto a una distancia superior a 25 m de una boca.
- No existir ningún punto a una distancia superior a 50 m entre dos bocas.
- El centro de la boca estará a 1'5 m de altura.

Las bocas de incendio equipadas (BIE) se señalizarán como se aprecia en la Figura 4 del presente anexo.



Figura 5 BIE 45. Fuente: Notas Técnicas de Prevención.

### 3.11. Alumbrado de emergencia.

La nave dispondrá de un sistema de alumbrado de emergencia que entrará automáticamente en funcionamiento si se produce un fallo en del 70% de la tensión nominal del servicio. Este sistema de alumbrado de emergencia se calculará en el Anexo 12- Instalación eléctrica, y su disposición en el plano 14- Instalación contra incendios.

## 4. Bibliografía.

1. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. *“REAL DECRETO 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.”*
2. AENOR. *“UNE-EN 13501-1:2007- Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación.”*

*Parte 1: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego.”*

3. AENOR. *“UNE 23727:1990- Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Clasificación de los materiales utilizados en la construcción.”*
4. AENOR. *“UNE 23093:1981- Ensayo de la resistencia al fuego de las estructuras y elementos de la construcción”*
5. Norma Básica de la Edificación NBE-CPI/96. *“Condiciones de protección contra incendios en los edificios.”*
6. AENOR. *“UNE 23034:1988- Seguridad contra incendios. Señalización de seguridad. Vías de evacuación.”*
7. Instituto Nacional de Higiene y Salud en el Trabajo. *“NTP 99: Métodos de extinción y agentes extintores”.*
8. Ministerio de Economía, Industria y Competitividad. *“Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.”.*
9. Ministerio de Empleo y Seguridad Social. *“REAL DECRETO 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.”*





---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE DISEÑO DE UNA PLANTA DE  
FABRICACIÓN DE PELLETS PROCEDENTES DE  
BIOMASA FORESTAL

**ANEXO 15- CONTROL DE CALIDAD EN LA  
EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

Grado en Ingeniería Forestal: Industrias forestales

Autor: Mario Bruna García

Tutora: M<sup>a</sup> Daphne Hermosilla Redondo

Cotutora: M<sup>a</sup> Pilar Lisbona Martín

E. de Ingeniería de la Industria Forestal, Agronómica y de la Bioingeniería

JUNIO 2019

## **INDICE ANEXO 15**

|                                                          |   |
|----------------------------------------------------------|---|
| 1. Introducción .....                                    | 2 |
| 2. Materiales objeto del plan de calidad .....           | 2 |
| 3. Ensayos y controles a realizar.....                   | 2 |
| 3.1. Control de replanteo de las obras .....             | 3 |
| 3.2. Movimiento de tierras.....                          | 3 |
| 3.2.1. Excavaciones.....                                 | 3 |
| 3.2.2. Rellenos.....                                     | 3 |
| 3.3. Aceros.....                                         | 3 |
| 3.4. Hormigones.....                                     | 4 |
| 3.5. Tuberías.....                                       | 4 |
| 3.6. Señalización.....                                   | 5 |
| 3.7. Realización de ensayos .....                        | 5 |
| 4. Condiciones para la realización de ensayos.....       | 5 |
| 4.1. Suministro, identificación y recepción.....         | 5 |
| 4.2. Toma de muestras. ....                              | 5 |
| 4.2.1. Identificación de las muestras. ....              | 6 |
| 4.3. Caso de materiales con certificado de calidad. .... | 6 |
| 5. Acta de resultados e informes mensuales y final.....  | 6 |
| 5.1. Actas de resultados.....                            | 6 |
| 5.2. Informes mensuales.....                             | 7 |
| 5.3. Informe final. ....                                 | 7 |
| 6. Decisiones derivadas del proceso de control.....      | 7 |
| 7. Bibliografía.....                                     | 8 |

## **1. Introducción**

El presente anexo tiene como finalidad establecer el control de calidad de la obra proyectada. Independientemente de ello, será potestad del Director de obra la modificación cualitativa y cuantitativa de los ensayos, adaptándolos a las exigencias de la situación.

Las actuaciones de control de calidad durante la ejecución de la obra consisten en:

- a) Control de materiales y equipos.
- b) Control de ejecución.
- c) Pruebas finales.

El presente Plan de Control de Calidad establecerá los ensayos a realizar con el fin de garantizar la correcta realización y finalización de las obras.

Los ensayos darán lugar a las correspondientes actas de resultados por un laboratorio autorizado, estos resultados se remitirán tanto al contratista como al Director de Obra.

## **2. Materiales objeto del plan de calidad**

Todos los materiales utilizados en la obra deberán cumplir lo establecido en el Pliego de Condiciones del presente proyecto, para ello todos los materiales deberán ser examinados y ensayados para su uso. Por lo tanto, el contratista deberá informar a la Dirección de obra sobre las procedencias de estos para la correcta realización de los ensayos. En caso de aceptar un material en determinado momento no conllevará la obligación de no poder ser descartado en un futuro justificadamente.

## **3. Ensayos y controles a realizar**

Se realizarán ensayos para controlar las siguientes unidades de obra:

- Control de replanteo.
- Movimiento de tierras.
- Hormigón y acero.
- Instalaciones.
- Pavimentos.
- Señalización.
- Ensayos imprevistos.

### **3.1. Control de replanteo de las obras**

Se realiza antes de la firma del Acta de Replanteo. Dicho control deberá contener:

- a) Disponibilidad de los terrenos.
- b) Comprobación de rasantes.
- c) Comprobación de las conexiones con la vialidad existente.
- d) Comprobación de las dimensiones.
- e) Comprobación de los puntos de desagüe.
- f) Señalización de elementos existentes a conservar.

### **3.2. Movimiento de tierras**

#### **3.2.1. Excavaciones**

Tanto para desmontes como para zanjas se llevará a cabo un control de la excavación cuidando que los fondos de estas queden correctamente, es decir, refinados y compactados.

#### **3.2.2. Rellenos**

En caso de que se utilicen tierras propias como relleno en la obra se estudiara previamente su calidad y se realizaran los siguientes ensayos:

- a) 1.000 m<sup>3</sup> – Protocolo Modificado.
- b) 1.000 m<sup>3</sup> – Equivalente de arena.
- c) 1.000 m<sup>3</sup> – Densidad “in situ”
- d) 5.000 m<sup>3</sup> – Granulometría.
- e) 5.000 m<sup>3</sup> – Limites de Atterberg.
- f) 5.000 m<sup>3</sup> – Desgaste Los Ángeles.
- g) 10.000 m<sup>3</sup> – Materia orgánica.
- h) 10.000 m<sup>3</sup> – CBR (Relación de Soporte de California)

### **3.3. Aceros**

En la obra se emplea acero laminado S275 con perfiles HE360B, HE400B, IPE450, IPE500 y tirantes R24 Para los ensayos se seguirá lo dispuesto en la “Instrucción de Acero Estructural” (EAE).

Según la EAE: *“El control de recepción de los productos, el control de ejecución y, en su caso, el control de proyecto, podrán ser realizados con la asistencia técnica de entidades de control de calidad con capacidad suficiente e independientes del resto de los agentes que intervienen en la obra”*. Por lo que estas comprobaciones se realizarán por una entidad externa a la obra.

Así pues, se tomarán dos probetas por lote y se comprobará:

- a) Sección.
- b) Características geométricas.
- c) Doblado-desdoblado.
- d) Limite elástico.
- e) Carga de rotura.
- f) Alargamiento.

### **3.4. Hormigones**

Las partidas de hormigón controladas se harán de acuerdo a “Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)”. Así el hormigón utilizado es el HA-25 con armado B500s.

### **3.5. Tuberías**

En las tuberías utilizadas en la obra se deberá comprobar:

- a) Geometría.
- b) Estanqueidad.
- c) Temperatura de reblandecimiento.
- d) Flexión (tuberías PVC).
- e) Resistencia a impacto.
- f) Resistencia a presión.
- g) Estanqueidad “in situ”.

### **3.6. Señalización**

Se llevará a cabo un control sobre la señalización de la obra. Para ello se utilizarán los siguientes ensayos:

- a) Tiempo de secado en señalización pintada.
- b) % de defectos.
- c) Resistencia a agentes Índice de refracción.
- d) .

### **3.7. Realización de ensayos**

Todos los ensayos necesarios deberán realizarse por un laboratorio acreditado de acuerdo con Real Decreto 1230/1989 de 13 octubre.

El número de ensayos por cada muestra será determinado LC/91” Gestión y control de calidad de productos y de ejecución de obras de viviendas. Pruebas de servicio de edificación”.

## **4. Condiciones para la realización de ensayos.**

### **4.1. Suministro, identificación y recepción.**

El suministro, identificación y recepción de cada material se hará conforme a lo estipulado para cada uno de ellos. En caso de que un material no disponga de una normativa obligatoria se hará respecto a la norma UNE que corresponda.

Todos los materiales deberán ser transportados y depositados en obra de forma que no sufran ningún tipo de desperfecto. En caso de sufrirlo se desechara su utilización.

### **4.2. Toma de muestras.**

Se realizara toma de muestras en todos los materiales descritos en el apartado 3 del presente anexo además de todos los que la dirección de obra considere oportuno.

El muestreo se realizará de acuerdo a la normativa de cada material.

Estas muestras se conservarán en obra durante al menos 100 días hasta la recepción definitiva de las unidades constructivas realizadas con cada uno de los materiales.

Todas las muestras estarán protegidas para evitar su alteración mediante:

- Cubierta protectora.
- Evitar estar en contacto del suelo.

- No estar a la intemperie.
- Evitar daños.

#### 4.2.1. Identificación de las muestras.

Todas las muestras deberán estar identificadas con los siguientes puntos:

- Nombre del producto.
- Nombre del fabricante.
- Fecha de llegada.
- Nombre de la obra.
- Número de unidades o volumen del material.
- Si tiene sello de calidad.

#### 4.3. **Caso de materiales con certificado de calidad.**

Cuando en la obra se introduzcan materiales con algún tipo de certificado de calidad (AENOR, CIETSID, homologación por MICT, etc.) el proveedor deberá entregar los documentos acreditativos necesarios para el cercioramiento de esta.

## 5. **Acta de resultados e informes mensuales y final.**

### 5.1. **Actas de resultados.**

El laboratorio independiente que realice los ensayos emitirá un acta de resultados que contendrá:

- Nombre y dirección del laboratorio.
- Nombre y dirección del cliente.
- Identificación de la obra a la que corresponde el material.
- Definición del material ensayado.
- Descripción del método de muestreo.
- Fechas:
  - Recepción de la muestra.
  - Realización de los ensayos.
  - Emisión del ensayo.

- Identificación del método de ensayo.
- Desviaciones en los resultados.
- Especificación de si el material ha sido recogido en obra o entregado en laboratorio.
- Incertidumbres en los resultados.
- Interpretación de los resultados.
- Identificación y firma del jefe de área correspondiente.

### **5.2. Informes mensuales.**

Transcurrido un mes el laboratorio emitirá un informe resumen de los trabajos realizados en dicho periodo:

- Resumen de los ensayos realizados.
- Resumen de la interpretación de los resultados.
- Numero de ensayos realizados.

### **5.3. Informe final.**

Finalizada la obra el laboratorio que haya realizado el control de calidad redactara un informe general de la obra.

## **6. Decisiones derivadas del proceso de control.**

La aceptación o no de un material para la obra será decisión de la Dirección de Obra. En caso de que este descarte alguno de los materiales deberá comunicarse a Promotor y Contratista necesitando la aceptación de estos. En el caso contrario se buscará un entendimiento entre la s partes donde la ultima palabra siempre es de la Dirección de Obra.



## **7. Bibliografía.**

1. Ministerio de fomento. "Instrucción de Acero Estructural". 2011.
2. Ministerio de Fomento. "Instrucción de Hormigón Estructural". 2011.
3. Real Decreto 1230/1989, de 13 de octubre, por el que se aprueban las disposiciones reguladoras generales de la acreditación de Laboratorios de Ensayos para el Control de Calidad de la Edificación.
4. LC/91 "Gestión y control de calidad de productos y de ejecución de obras de viviendas. Pruebas de servicio de edificación".



---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE DISEÑO DE UNA PLANTA DE  
FABRICACIÓN DE PELLETS PROCEDENTES DE  
BIOMASA FORESTAL

**ANEXO 16- FICHA URBANÍSTICA**

Grado en Ingeniería Forestal: Industrias forestales

Autor: Mario Bruna Garcia

Tutora: M<sup>o</sup> Daphne Hermosilla Redondo

Cotutora: M<sup>o</sup> Pilar Lisbona Martin

E. de Ingeniería de la Industria Forestal, Agronómica y de la Bioingeniería

JUNIO 2019

## **INDICE ANEXO 16**

|                                                   |   |
|---------------------------------------------------|---|
| 1. Identificación de la parcela del proyecto..... | 2 |
| 2. Legislación.....                               | 2 |
| 3. Adecuación a las normas urbanísticas.....      | 2 |
| 4. Parámetro del cumplimiento.....                | 2 |

## 1. Identificación de la parcela del proyecto

- País: España.
- Provincia: Zaragoza.
- Municipio: Tarazona.
- Zona: Polígono de Actuación Industrial Tarazona.
- Referencia catastral: 7287452XM0378N0001RZ

## 2. Legislación

Normativa urbanística: Plan general de ordenación urbana de Tarazona. Normas urbanísticas. Mayo 2015.

Otras normas de aplicación: Decreto-Legislativo 1/2014, de 8 de julio, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Urbanismo de Aragón.

Clasificación del suelo: Industrial.

## 3. Adecuación a las normas urbanísticas

- Ordenación aplicable:
- Ámbito de aplicación:

## 4. Parámetro del cumplimiento

Tabla 1 Parámetros de cumplimiento de la normativa urbanística.

| Condicionantes. |                      | Normativa.         | Proyecto.           | Cumplimiento. |
|-----------------|----------------------|--------------------|---------------------|---------------|
| Usos del suelo  |                      | Industrial         | Industrial          | Si            |
| Parcela mínima  |                      | 250 m <sup>2</sup> | 6.367m <sup>2</sup> | Si            |
| Ocupación       |                      | 30-80%             |                     | Si            |
| Altura máxima   | Cornisa              | 13m                | 10m                 | Si            |
| Retranqueos     | Frente de la parcela | ≤5m                | 6                   | Si            |
|                 | Lindero              | ≤3m                | 3                   | Si            |

|                                                          |                     |                                                |                               |    |
|----------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------|-------------------------------|----|
| <b>Distancia de cerramientos al margen de la parcela</b> |                     | -                                              | -                             | Si |
| <b>Número máximo de plantas (2'5m)</b>                   |                     | 3                                              | 1                             | Si |
| <b>Condiciones estéticas</b>                             | <b>Cubiertas</b>    | Cualquiera                                     | Chapa                         | Si |
|                                                          | <b>Cerramientos</b> | Cualquiera                                     | Hormigón                      | Si |
|                                                          | <b>Fachadas</b>     | Cualquiera                                     | Hormigón                      | Si |
| <b>Cerramiento del solar</b>                             |                     | Tela metálica<br>≤2m                           | Tela metálica<br>1'9m         | Si |
| <b>Zona aparcamiento</b>                                 |                     | ≤ 15%<br>Superficie nave                       | 14%                           | Si |
| <b>Uso de oficinas</b>                                   |                     | Siempre que esté relacionada con la actividad. | Relacionada con la actividad. | Si |

Tarazona, junio de 2019

Fdo. Mario Bruna Garcia



---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE DISEÑO DE UNA PLANTA DE  
FABRICACIÓN DE PELLETS PROCEDENTES DE  
BIOMASA FORESTAL.

**ANEXO 17- SEGURIDAD Y SALUD.**

Grado en Ingeniería Forestal: Industrias forestales

Autor: Mario Bruna García

Tutora: M<sup>a</sup> Daphne Hermosilla Redondo

Cotutora: M<sup>a</sup> Pilar Lisbona Martín

E. de Ingeniería de la Industria Forestal, Agronómica y de la  
Bioingeniería.

**JUNIO 2019**

## INDICE ANEXO 17

|        |                                                                         |    |
|--------|-------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.     | Introducción .....                                                      | 2  |
| 2.     | Construcción. Estudio Básico de Seguridad y Salud. ....                 | 2  |
| 2.1.   | Normativa aplicable. ....                                               | 2  |
| 2.2.   | Objeto, utilidad y riesgos no previstos.....                            | 2  |
| 2.3.   | Descripción de la obra y características.....                           | 3  |
| 2.3.1. | Descripción de las obras.....                                           | 3  |
| 2.3.2. | Tecnología empleada.....                                                | 3  |
| 2.3.3. | Proceso de construcción ordenado.....                                   | 4  |
| 2.4.   | Acceso a la obra y protección.....                                      | 4  |
| 2.5.   | Definición de los riesgos y sus medidas de prevención y protección..... | 4  |
| 2.5.1. | Riesgos evitables.....                                                  | 4  |
| 2.5.2. | Protecciones individuales necesarias.....                               | 4  |
| 2.5.3. | Riesgos para cada fase y medidas básicas de seguridad.....              | 5  |
| 2.6.   | Información en seguridad y salud.....                                   | 8  |
| 2.7.   | Primeros auxilios.....                                                  | 8  |
| 2.8.   | Libro de incidencias.....                                               | 9  |
| 2.9.   | Plan de seguridad y salud.....                                          | 9  |
| 3.     | Seguridad y salud en los trabajos en la planta.....                     | 10 |
| 3.1.   | Medidas no integradas.....                                              | 10 |
| 3.1.1. | Medidas sobre los operarios.....                                        | 10 |
| 3.1.2. | Medidas del entorno.....                                                | 11 |
| 3.2.   | Medidas integradas.....                                                 | 11 |
| 4.     | Presupuesto para seguridad y salud.....                                 | 13 |
| 5.     | Bibliografía.....                                                       | 14 |

## 1. Introducción

Este anexo tiene la finalidad de determinar las medidas preventivas de accidentes y salud en el proyecto. Este estudio se dividirá en dos partes, la seguridad y salud en la construcción de la planta y lo mismo en los trabajos del proceso productivo de esta.

## 2. Construcción. Estudio Básico de Seguridad y Salud.

### 2.1. Normativa aplicable.

Para la redacción de este anexo se tendrá en cuenta el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre modificado por el Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo.

Según el artículo 4 del Real Decreto 1627/1997 la obligatoriedad del estudio de seguridad y salud o del estudio básico de seguridad y salud en las obras estará supeditada a:

- a) Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 75 millones de pesetas  $\approx 450.759'08$  €.
- b) Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- d) Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

En este proyecto no es necesario un estudio de seguridad y salud al superarse los 450.759'08 € estipulados en el punto "a", pero, por otro lado, el punto 2 del mismo artículo dice que, *"En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado anterior, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud."* por lo tanto será necesaria la redacción de un estudio básico de seguridad y salud.

Además se tendrá en cuenta la Ley 31/1995 de 8 de Noviembre sobre Protección de Riesgos Laborales.

### 2.2. Objeto, utilidad y riesgos no previstos.

El objeto de el Estudio Básico de Seguridad y Salud es el de definir los riesgos que puedan ser derivados de los trabajos de construcción de la obra según la tecnología, diseño y materiales. Tras esto se proponen medidas de prevención y protección. Estos riesgos y medidas deberán ser tenidos en cuenta en la posterior redacción del Estudio de Seguridad y Salud así como el Plan de Seguridad y Salud en el trabajo.

Todos los riesgos no previstos en este anexo deberán ser estudiados por los responsables de seguridad de la obra añadiendo protecciones adicionales en caso de ser necesarias.



### **2.3. Descripción de la obra y características.**

A continuación se va a realizar una breve descripción de las obras del presente proyecto. En caso de ser necesaria más información se recurre al Anexo 9- Construcción, de este proyecto.

#### **2.3.1. Descripción de las obras.**

Se trata de la construcción de un edificio industrial en Tarazona (Zaragoza). La superficie total construida es de 1.250m sobre un solar situado en el Polígono de Actuación industrial Tarazona con una extensión de 6.367m<sup>2</sup> La altura máxima de dicha construcción será de 10m

#### **2.3.2. Tecnología empleada.**

La estructura proyectada se hará mediante pórticos de pilares empotrados de acero con perfil HEB sobre los que se colocan vigas de acero con perfil IPE o IPN con uniones fijas.

En las vigas se apoya un esqueleto de correas consistentes en perfiles IPN o Z (conformado) que además de servir de sujeción a los paneles de la cubierta transmiten la carga a los pórticos.

La cubierta se constituirá a base de paneles metálicos con líneas de paneles de policarbonato con la misión de dejar pasar la luz natural reduciendo el consumo eléctrico en la planta.

Entre el ultimo y primer pórtico con su contiguo se colocaran tirantes circulares formando una X. estos tirantes serán se sección circular y metálicos.

La fachada está compuesta por paneles de hormigón prefabricado que se insertaran en el hueco de los perfiles HEB (ver Figura 1)



Figura 1 Perfil HEB con hormigón prefabricado. Fuente: [www.placasalveolares.com](http://www.placasalveolares.com)

El pavimento estará formado por por 5 cm de hormigón de limpieza (HL-150/B/20) y por 15 cm de hormigón armado (HA-25/P/20/IIa y acero B-500S).

### 2.3.3. Proceso de construcción ordenado.

- 1- Movimiento de tierras: Explanación del terreno y formación de zanjas y pozos para cimentación y saneamiento.
- 2- Construcción *in situ* de las cimentaciones.
- 3- Montaje de los pórticos y tirantes.
- 4- Montaje de los cierres de las fachadas.
- 5- Montaje de la cubierta.
- 6- Pavimentación.
- 7- Instalación de electricidad y fontanería.

### 2.4. Acceso a la obra y protección.

Todo el ámbito del trabajo se cerrara y solamente podrán entrar a la obra personal autorizado con sus elementos de protección (casco en todo caso).

### 2.5. Definición de los riesgos y sus medidas de prevención y protección.

En este apartado se pretende definir los riesgos asociados a las obras y las protecciones y prevención a emplear.

#### 2.5.1. Riesgos evitables.

a) Peligros de electrocución.

Siempre que se trabaje con conexiones y/o similares los elementos manipulados estarán desconectados de la corriente eléctrica. Nunca se harán trabajos con tensión en las líneas.

Además la instalación eléctrica provisional de obras estará protegida siguiendo Las indicaciones del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.

b) Caídas debido a ranuras.

Para evitarlo se mantendrán limpias las zonas de paso retirando los residuos a zonas señaladas.

c) Caídas por los agujeros de la construcción.

Se evitara con cierres de 1´6m de altura.

d) Golpes y caídas por la oscuridad.

Se intentara evitar en todo caso las horas de menos luz. En caso de no poder hacerlo se instalara un sistema de alumbrado provisional.

#### 2.5.2. Protecciones individuales necesarias.

El contratista será el encargado del control y la entrega de los Equipos de Protección Individual (EPI) a todo el personal de la obra. Estos equipos son:

- Cascos homologados. Necesarios para todas las personas presentes en la obra.

- Guantes. De uso general contra cortes, pinchazos y aislantes eléctricos.
- Botas. Tanto de agua como contra impactos de caída de objetos.
- Mono de trabajo.
- Protección auditiva.
- Mascarilla anti polvo.
- Cinturón de seguridad en las maquinas.
- Herramientas manuales con sujeciones aislantes eléctricamente.
- Mascaras de soldadura.
- Arnés de seguridad. En todas aquellas tareas en altura.

### 2.5.3. Riesgos para cada fase y medidas básicas de seguridad.

Para todas las fases de la construcción será obligatorio el uso de:

- Casco.
- Mono de trabajo.
- Botas de seguridad.
- Guantes de seguridad

En la Tabla 1 se muestra los equipos adicionales a los anteriores dependiendo de la fase de la obra.

Tabla 1 Equipos personales necesarios en la obra. Fuente: Elaboración propia.

| <b>Fase de obra</b>              | <b>Protecciones personales necesarias.</b>                                                                                                                                              |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Movimiento de tierras.           | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Cinturón de seguridad.</li></ul>                                                                                                                |
| Construcción de cimientos.       | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Guantes y botas de goma en el vertido de hormigón.</li></ul>                                                                                    |
| Montaje de estructuras.          | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Cinturón de seguridad.</li></ul>                                                                                                                |
| Montaje de cubierta.             | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Arnés en trabajos en altura.</li><li>▪ Cinturón de seguridad en la maquinaria.</li><li>▪ Mosquetón de enganche de herramienta manual.</li></ul> |
| Pavimentación.                   | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Botas de agua.</li></ul>                                                                                                                        |
| Formación de cierres exteriores. | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Gafas de seguridad</li><li>▪ Mascarilla anti polvo.</li></ul>                                                                                   |

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Montaje de la instalación eléctrica. | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Arnés en trabajos en altura.</li> <li>▪ Cinturón de seguridad en la maquinaria.</li> <li>▪ Mosquetón de enganche de herramienta manual.</li> <li>▪ Herramientas con aislamiento hasta 450V.</li> </ul> |
| Instalación de fontanería.           | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Arnés en trabajos en altura.</li> <li>▪ Botas de seguridad y anti humedad.</li> </ul>                                                                                                                  |

Además de los equipos personales de seguridad son necesarias una serie de prevenciones en materia de seguridad, obedeciendo de los riesgos derivados de cada una de las fases de la obra. Estas medidas se presentan a continuación dependiendo de los trabajos a realizar:

- Movimiento de tierras:

Riesgos más frecuentes:

- Atropello y choques por la maquinaria.
- Caída en agujeros.
- Ambiente polvoriento.

Medidas básicas de seguridad:

- La maquina está dirigida por una persona fuera de esta.
- Pozos y zanjas señalados.
- Prohibición de personal en las inmediaciones de las maquinas que estén trabajando.
- La salida o entrada de maquinaria en la zona de trabajo será avisada.
- Correcto mantenimiento de la maquinaria.

- Construcción de cimientos:

Riesgos más frecuentes:

- Cortes y pinchazos en la mano.
- Pinchazos en los pies.
- Caídas.

Medidas básicas de seguridad:

- Orden en la zona de trabajo.
- Cuando la grúa eleve el material no habrá personal debajo.

- Montaje de la estructura y cierre del edificio:

Riesgos más frecuentes:

- Caída de piezas de la grúa.
- Golpes en las maniobras de transporte.
- Caída del personal en altura.
- Caída de piezas por malos anclajes.

Medidas básicas de seguridad:

- Estos trabajos se realizarán como mínimo por:
  - Un montador y su ayudante.
  - Conductor de grúa.
  - Dos personas que acercan la pieza a su acoplamiento.
- La zona de vuelo de la pieza transportada por la grúa se avisará y ninguna persona fuera de los mencionados en el punto anterior se colocará cerca.
- Ninguna pieza se dejará su fijación una vez colocada.
  
- Montaje de la estructura y cierre del edificio:

Riesgos más frecuentes:

  - Caída de material en altura.
  - Caída del personal en altura.
  - Hundimiento del panel por peso de la persona.
  - Cortes en las manos.

Medidas básicas de seguridad:

  - Cuando se trabaje en la cubierta estará prohibido el paso por debajo.
  - Se trabajará sobre plataformas autoportantes o grúas.
  - Para transitar por la cubierta se hará sobre las correas ya fijadas o tableros colocados en ellas.
  
- Pavimentación.

Riesgos más frecuentes:

  - Atropellos y colisiones de maquinaria.
  - Caídas al mismo nivel.

Medidas básicas de seguridad:

  - La maniobra de la maquinaria será dirigida por alguien de fuera de esta.
  - No circular por la zona de trabajo.
  
- Montaje de la estructura y cierre del edificio:

Riesgos más frecuentes:

  - Caídas al mismo nivel.
  - Caídas en altura.
  - Proyección de partículas al cortar.
  - Salpicaduras de pastas y morteros en ojos y boca.
  - Golpes en las manos.
  - Cortes y heridas al manipular paneles de hormigón.
  - Aspiración de polvo al utilizar máquinas para cortar.

Medidas básicas de seguridad:

  - Estos trabajos serán realizados como mínimo por un operario y un ayudante.
  - Superficie de tránsito limpia.
  - Señalización de la zona de trabajo.
  - Prohibición de paso por debajo de los trabajos.

- Montaje de la estructura y cierre del edificio:

Riesgos más frecuentes:

- Cortes.
- Caída de altura del personal.
- Caída de altura de objetos.
- Electrocuciiones.

Medidas básicas de seguridad:

- Herramientas de mano irán enganchadas al operario.
- Se señalará la zona de trabajo.
- Prohibición de pasar por debajo de los trabajos.
- Las conexiones se harán sin tensión.
- Herramientas con agarres aislantes.

- Instalación de fontanería:

Medidas básicas de seguridad:

- Maquinas que se utilicen tendrán aislamiento.
- Se revisaran juntas para evitar fugas.
- Se trabajará sin conexión en la instalación eléctrica.

## **2.6. Información en seguridad y salud.**

Es obligatorio que todo el personal, antes de incorporarse a los trabajos de la obra, haya recibido la información de riesgos producidos en esta y las medidas necesarias en el transcurso de su trabajo para evitarlos o minimizarlos.

## **2.7. Primeros auxilios.**

En la obra se dispondrá de un botiquín con todo el material necesario para realizar unos primeros auxilios. Este botiquín se revisara semanalmente y se repondrá inmediatamente en caso de falta de algún material.

Se señalara con un rotulo visible la localización de este botiquín y se informara a todos los trabajadores de su ubicación además de la de centros médicos cercanos, en este caso el Centro Salud San Atilano Tarazona, Plaza Doña Joaquina Zamora, 2 Tarazona (Zaragoza).



Figura 2 Señalización botiquín primeros auxilios.

## **2.8. Libro de incidencias.**

En la obra habrá un libro de incidencias que controlara el coordinador de seguridad y salud de la obra y a disposición de la dirección de la obra, a autoridad laboral y el representante de los trabajadores. Estos pueden realizar las anotaciones que consideren oportunas.

## **2.9. Plan de seguridad y salud.**

El contratista del presente proyecto realizara un Plan de Seguridad y Salud según lo establecido en el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre modificado por el Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo.

Este Plan deberá respetar lo establecido en este Estudio Básico de Seguridad y Salud y tendrá que ser aprobado antes del inicio de las obras por el coordinador en materia de seguridad y salud en la ejecución de la obra.

Cualquier cambio que introduzca el contratista en el plan de seguridad y salud como resultado de alteraciones que puedan llevarse a cabo en el transcurso de los trabajos o por variaciones del proyecto requerirá la aprobación del coordinador en materia de seguridad y salud.

### 3. Seguridad y salud en los trabajos en la planta.

En este apartado se tendrán en cuenta los riesgos ocasionados durante la actividad de la planta, es decir, los producidos en el manejo de la maquinaria, accidentes como pueden ser caídas...etc.

Con el fin de acabar con estos riesgos o minimizarlos se van a presentar una serie de medidas preventivas para cada una de las situaciones. Para ello vamos a disponer dos tipos diferentes de medidas de seguridad:

- Medidas no integradas: son las que trabajan sobre el operario y/o su entorno.
- Medidas integradas: son las que trabajan sobre la situación de riesgo, es decir, la maquinaria.

#### 3.1. Medidas no integradas.

Como se ha expuesto en el punto anterior existen dos tipos de medidas no integradas, las que trabajan sobre el operario y las que trabajan sobre el entorno de este.

##### 3.1.1. Medidas sobre los operarios.

Dentro de estas medidas encontramos dos tipos:

- Indirectas: Son las que no influyen directamente en el operario, dentro de estas podemos encontrar:
  - Mantener zona de trabajo limpia. De esta forma evitamos caídas y despistes.
  - Mantener zona de descanso y aseo limpia. De esta forma evitamos caídas.
  - Cursos de formación: Estos cursos pueden ser de primeros auxilios, prevención de riesgos laborales, correcta utilización de la maquinaria...etc.
- Directas: Cuando se habla de medidas directas sobre los operarios se refiere a los Equipos de Protección Individual (EPIs). Estos elementos serán obligatorios en todos los trabajadores dependiendo el puesto que ocupen.  
Para todos los puestos se tendrá en común un EPI básico que consistirá en: ropa de trabajo, botas de seguridad, chaleco reflectante y tapones aislantes de ruido. Por otro lado cada EPI estará compuesto por diferentes protecciones en función del puesto de trabajo (ver Tabla 2).



Tabla 2 Protecciones específicas por puesto de trabajo.

| Puesto de trabajo                   | EPI obligatorio                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Zona de producción                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Casco protector</li> <li>▪ Guantes anti corte (en caso de manipulación de máquinas)</li> <li>▪ Manguitos anti corte (en caso de manipulación de máquinas)</li> <li>▪ Gafas de protección</li> <li>▪ Mascarilla</li> </ul> |
| Conductores de vehículos cargadores | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Casco protector</li> <li>▪ Cinturón de seguridad</li> </ul>                                                                                                                                                               |
| Laboratorio                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bata resistente a abrasiones</li> <li>▪ Guantes de látex</li> <li>▪ Gafas de protección</li> <li>▪ Guantes anti quemaduras</li> </ul>                                                                                     |

### 3.1.2. Medidas del entorno.

Se trata de unas medidas necesarias en el entorno de trabajo para evitar en medida de lo posible la necesidad de acción de los EPIs individuales. A continuación se presenta una serie de estas acciones de obligado cumplimiento en los trabajos en la planta:

- Como se ha visto en el Anexo X- Instalación contra incendios, se dispone de elementos anti incendios como son extintores y mangueras.
- Todas las maquinas irán fijadas al suelo evitando así vibraciones y lesiones derivadas de estas.
- Las oficinas, laboratorio y vestuarios permanecerán cerradas evitando así la entrada de ruidos.
- Como se ha visto en el Anexo X- Instalación contra incendios, las salidas estarán marcadas mediante carteles reflectantes.
- Se avisara la entrada de vehículos en la zona de trabajo con antelación a esta.

### 3.2. **Medidas integradas.**

En la Tabla 3 podemos ver una serie de medidas en cada máquina dependiendo de los riesgos producidos por cada una. Serán de obligado cumplimiento.

Tabla 3 Medidas integradas en función de la maquinaria.

| <b>Maquinaria</b>                | <b>Riesgo</b>                                                                                                            | <b>Medidas</b>                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Trituradora, mezcladora y cribas | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Caídas en el interior</li> <li>▪ Golpe</li> <li>▪ Enganchones</li> </ul>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Señalar entradas de la maquina</li> <li>▪ No acercarse cuando ente trabajando</li> <li>▪ Cerramiento de las entradas durante el trabajo</li> </ul> |
| Secadero                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Golpes</li> <li>▪ Enganchones</li> <li>▪ Quemaduras</li> <li>▪ Humos</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ No acercarse cuando ente trabajando</li> <li>▪ Zona de seguridad alrededor de la maquina</li> </ul>                                                |
| Pelletizadora                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Caídas en el interior</li> <li>▪ Golpes</li> <li>▪ Enganchones</li> </ul>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ No acercarse cuando ente trabajando</li> <li>▪ Cerramiento de las entradas durante el trabajo</li> <li>▪ Señalar entradas de la maquina</li> </ul> |
| Ensayadora                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Golpes</li> <li>▪ Enganchones</li> </ul>                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ No acercarse cuando ente trabajando</li> <li>▪ Cerramiento de las entradas durante el trabajo</li> </ul>                                           |
| Cintas transportadoras.          | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Enganchones</li> <li>▪ Golpes</li> <li>▪ Inhalación de partículas</li> </ul>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ No acercarse cuando ente trabajando</li> <li>▪ Cubierta en el recorrido de la cinta</li> </ul>                                                     |
| Caldera                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Quemaduras</li> <li>▪ Humos</li> <li>▪ Inhalación de cenizas</li> </ul>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Compartimento de cenizas estanco</li> <li>▪ Zona de seguridad a su alrededor</li> </ul>                                                            |
| Vehículos de transporte          | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Atropello</li> <li>▪ Vuelco de la maquina</li> <li>▪ Choques</li> </ul>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Iluminación de aviso</li> <li>▪ Limitación de la velocidad</li> <li>▪ Señal sonora de marcha atrás</li> </ul>                                      |

#### **4. Presupuesto para seguridad y salud.**

El presupuesto en materia de Seguridad y Salud se ha estimado en 3.480'76€ dividiéndose en:

- Instalaciones personales (aseo del personal): 704'60€
- Servicios de protección (Botiquines, recambios, etc...): 65'76€
- Protección individual (gafas protectoras, guantes, mascarillas, etc...): 585'15€
- Protecciones colectivas (protección eléctrica, vallado, extintores, etc...): 2.125'25€.

Este presupuesto se encuentra mas detallado en el capitulo 9 del documento 5- Presupuesto.

## **5. Bibliografía.**

1. Ministerio de trabajo y asuntos sociales. *“REAL DECRETO 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.”*
2. Ministerio de la presidencia. *“Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.”*
3. Jefatura de estado. *“Ley 31/1995 de 8 de Noviembre sobre Protección de Riesgos Laborales.”*



---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE DISEÑO DE UNA PLANTA DE  
FABRICACIÓN DE PELLETS PROCEDENTES DE  
BIOMASA FORESTAL

**ANEXO 18- ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE  
CONSTRUCCION Y DEMOLICIÓN**

Grado en Ingeniería Forestal: Industrias forestales

Autor: Mario Bruna García

Tutora: M<sup>a</sup> Daphne Hermosilla Redondo

Cotutora: M<sup>a</sup> Pilar Lisbona Martín

E. de Ingeniería de la Industria Forestal, Agronómica y de la Bioingeniería

JUNIO 2019

## INDICE ANEXO 18

|                                                                                                                                                          |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 1. Identificación de residuos.....                                                                                                                       | 2 |
| 1.1. Generalidades.....                                                                                                                                  | 2 |
| 1.2. Clasificación y descripción de los residuos.....                                                                                                    | 2 |
| 1.2.1. Clasificación de residuos:.....                                                                                                                   | 2 |
| 1.2.2. RDC generados. ....                                                                                                                               | 3 |
| 1.3. Destino de los residuos.....                                                                                                                        | 4 |
| 2. Medidas para la prevención de RCD.....                                                                                                                | 6 |
| 3. Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos de construcción y demolición que se generen en la obra..... | 7 |
| 3.1. Medidas de selección <i>in situ</i> .....                                                                                                           | 7 |
| 3.2. Previsión de operaciones.....                                                                                                                       | 7 |
| 3.3. Manejo de los residuos.....                                                                                                                         | 7 |
| 4. Instalaciones previstas.....                                                                                                                          | 8 |
| 5. Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición.....                                                         | 8 |
| 6. Bibliografía.....                                                                                                                                     | 9 |

## 1. Identificación de residuos

La identificación de los residuos se va a realizar de acuerdo a la Lista Europea de Residuos (LER) publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.

### 1.1. Generalidades

La realización de una obra genera una gran variedad de residuos y su tipo depende de sus características y de la fase de construcción en que el trabajo sea ejecutado. Por ejemplo, al comienzo de la obra es típico que se tenga que hacer un movimiento de tierras.

Es importante identificar los trabajos de la obra y el derribo con la finalidad de contemplar el tipo y la cantidad de residuos se van a producir. En cada fase del proceso se debe planificar la manera adecuada de gestionar los residuos decidiendo si se pueden reducir, reutilizar y reciclar. La planificación de gestión de residuos debe alcanzar todas las áreas de la instalación, incluso los relacionados con los del personal (restos de comida, papel, toners...).

### 1.2. Clasificación y descripción de los residuos.

Los residuos de la construcción y demolición (RCD) son todos los sobrantes procedentes de:

- a) Canteras, graveras y otros puntos de extracción de áridos destinados a la construcción.
- b) Obras de construcción de nuevas edificaciones u obras civiles.
- c) Obras de rehabilitación o restauración de edificaciones u obras civiles.
- d) Obras y reformas domiciliarias de pequeñas dimensiones.
- e) Rechazos procedentes de la fabricación de materiales destinados a la edificación o a la obra civil.

Aproximadamente el 75% de los RCD corresponde a escombros y el 25% restante es una combinación de distintos materiales de múltiples orígenes y peligrosidades.

#### 1.2.1. Clasificación de residuos:

Con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero se identifican dos categorías para los RCD:

- a) RCD de nivel I: Tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de la excavación. El Real Decreto 105/2008 considera como excepción a ser considerado residuo: *“Las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas, reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad*

*de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino a reutilización.”*

- b) RDC de nivel II: Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios.

Se ha establecido una clasificación para los RCD generados:

Tabla 1 Material según la Orden Ministerial MAM/304/2002

|                                     |
|-------------------------------------|
| <b>RDC de Nivel I</b>               |
| Tierras y pétreos de la excavación. |
| <b>RDC de Nivel II</b>              |
| RDC de naturaleza no pétreo         |
| Asfalto                             |
| Madera                              |
| Metales                             |
| Papel y cartón                      |
| Plástico                            |
| Vidrio                              |
| Yeso                                |
| RDC de naturaleza pétreo            |
| Arena, grava y otros áridos         |
| Hormigón                            |
| Ladrillos, tejas y cerámicas        |
| RDC potencialmente peligrosos       |
| Basuras                             |
| Otros                               |

### 1.2.2. RDC generados.

La estimación se realiza en función de la categoría del residuo en toneladas y metros cúbicos como establece el Real Decreto 105/2008.

En ausencia de datos más fiables se manejan parámetros estimados estadísticos de 20cm de altura de mezcla de residuos por m<sup>2</sup> construido, con una densidad tipo del orden de 1,5 a 0,5 Tn/m<sup>3</sup>.

Tabla 2 Estimación de residuos.

|                                                                  |        |
|------------------------------------------------------------------|--------|
| Superficie construida total (m)                                  | 1.250  |
| Volumen de residuos (Sx0'1) (m <sup>3</sup> )                    | 125    |
| Densidad tipo (t/m <sup>3</sup> )                                | 1'1    |
| Estimación del volumen de tierras de excavación(m <sup>3</sup> ) | 823.49 |



Tabla 3 Estimación de residuos generados en función de su clasificación.

| <b>RESIDUO</b>                             | <b>Peso (t)</b> | <b>Densidad (t/m<sup>3</sup>)</b> | <b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b> |
|--------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| <b>RDC de Nivel I</b>                      |                 |                                   |                                |
| <b>Tierras y pétreos de la excavación.</b> | 1111.7115       | 1.35                              | 823.49                         |
| <b>RDC de Nivel II</b>                     |                 |                                   |                                |
| <b>RDC de naturaleza no pétreo</b>         |                 |                                   |                                |
| <b>Madera</b>                              | 3.6             | 0.6                               | 6                              |
| <b>Metales</b>                             | 18              | 1.5                               | 12                             |
| <b>Papel y cartón</b>                      | 1.35            | 0.9                               | 1.5                            |
| <b>Plástico</b>                            | 5.4             | 0.9                               | 6                              |
| <b>Vidrio</b>                              | 4.5             | 1.5                               | 3                              |
| <b>RDC de naturaleza pétreo</b>            |                 |                                   |                                |
| <b>Arena, grava y otros áridos</b>         | 40.5            | 1.5                               | 27                             |
| <b>Hormigón</b>                            | 90              | 1.5                               | 60                             |
| <b>Ladrillos, tejas y cerámicas</b>        | 225             | 1.5                               | 150                            |
| <b>RDC potencialmente peligrosos</b>       |                 |                                   |                                |
| <b>Basuras</b>                             | 16.2            | 0.9                               | 18                             |
| <b>Otros</b>                               | 3               | 0.5                               | 6                              |

### 1.3. Destino de los residuos.

En base al artículo 5.5 del RD 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

Tabla 4 Segregación "in situ" según RD 105/2008

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| Hormigón                     | 10 t  |
| Ladrillos, tejas y cerámicos | 3 t   |
| Metales                      | 1 t   |
| Vidrio                       |       |
| Madera                       |       |
| Plásticos                    | 0,5 t |
| Papel y cartón               |       |

Por último el tratamiento que debe tener cada tipo de residuo en función de su categoría será:

Tabla 5 Destino de los residuos en función de su clasificación.

| RESIDUO                             | Código   | Tratamiento | Destino                  |
|-------------------------------------|----------|-------------|--------------------------|
| <b>RDC de Nivel I</b>               |          |             |                          |
| Tierras y pétreos de la excavación. | 17 05 04 | -           | Restauración o vertedero |
| <b>RDC de Nivel II</b>              |          |             |                          |
| RDC de naturaleza no pétreo         |          |             |                          |
| Asfalto                             | 17 03 02 | Reciclado   | Planta reciclado RCD     |
| Madera                              | 17 02 01 |             | Gestor autorizado RNP    |
| Metales                             | 17 04    |             |                          |
| Papel y cartón                      | 20 01 01 |             |                          |
| Plástico                            | 17 02 03 |             |                          |
| Vidrio                              | 17 02 02 |             |                          |
| Yeso                                | 17 08 02 |             |                          |
| RDC de naturaleza pétreo            |          |             |                          |
| Arena, grava y otros áridos         | 01 04 08 | Reciclado   | Planta reciclado RCD     |
| Hormigón                            | 17 04 09 |             |                          |
| Ladrillos, tejas y cerámicas        | 17 01    |             |                          |

| RDC potencialmente peligrosos |                |                        |                         |
|-------------------------------|----------------|------------------------|-------------------------|
| Basuras                       | 20 02/03<br>01 | Reciclado              | Planta reciclado<br>RSU |
| Otros                         |                | Reciclado/<br>Deposito | Gestor autorizado<br>RP |

## 2. Medidas para la prevención de RCD

Con el fin de generar la menor cantidad de residuos posible en la ejecución de la obra, el constructor tendrá la responsabilidad de planificar la obra en cuanto al tipo de suministro, materiales y ejecución de las obras. Como criterio general se adoptarán las siguientes medidas para la prevención de residuos:

- a) La excavación se ajustará a las dimensiones exactas del proyecto con el fin de no producir mas residuos de los necesarios.
- b) En caso de existir lodos de drenaje, se acotará la extensión de las bolsas de estos.
- c) Se evitará la producción de residuos pétreos (ver Tabla 1) devolviendo al proveedor los excedentes.
- d) El hormigón suministrado será de central y el sobrante se utilizará en las partes de la obra que se necesite (rellenos, bases de soldados...).
- e) Todos los elementos de madera se replantearán con el encargado de esta con el fin de optimizar su colocación.
- f) El suministro de metal se reducirá al estrictamente necesario evitándose, además, cualquier trabajo en la obra a excepción de su montaje.
- g) Se solicitará expresamente a los proveedores que los materiales lleguen a la obra con el menor embalaje posible.
- h) Todos los residuos serán separados y clasificados según su clase (ver Tabla 1).
- i) El personal Debra recibir una formación de tal forma que estén capacitados para supervisar que los residuos no sean mezclados con los de otra clase.
- j) Los recipientes donde se ubiquen residuos peligrosos deberán estar claramente señalizados con el fin de no mezclarlos con otros.

En caso de que se planteen otras medidas para prevenir residuos durante la ejecución de la obra se comunicaran al Director de Obra para su aprobación y nunca interferirán en la ejecución y calidad de la misma.

### **3. Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos de construcción y demolición que se generen en la obra**

El desarrollo de las actividades de valorización de los RCD requerirá la autorización previa del órgano competente del Gobierno de Aragón en los términos establecidos en la ley 10/1998, de 21 de abril.

#### **3.1. Medidas de selección *in situ***

Según lo expuesto en el punto 1.3. del presente anexo los RCD deberán separarse en fracciones para facilitar su valoración posterior. Para ello las medidas a emplear serán las siguientes:

- I. Eliminación de elementos desmontables y/o peligrosos.
- II. Derribo separativo. Es decir, ya en la fase de derribo ir separando los residuos en medida de lo posible.
- III. Derribo integral o recogida de escombros en obra nueva “todo mezclado”, y posterior tratamiento en planta.

#### **3.2. Previsión de operaciones.**

Reutilización de las tierras y áridos procedentes de la excavación. A parte de estas tierras y áridos no se prevé la reutilización en obra de otros residuos por lo que serán transportados a vertedero o reciclado tal como se indica en la Tabla 5 de este anexo.

#### **3.3. Manejo de los residuos.**

Hasta su salida de las instalaciones de la obra los residuos se deberán manejar adecuadamente. El manejo de estos se realizará de la siguiente forma:

- a) En cuanto a la tierra extraída de las excavaciones una parte se apartará en una zona donde no interfiera en el desarrollo normal de las obras y otra se eliminará según lo marcado en la Tabla 5 del presente anexo.
- b) En cuanto a los residuos no pétreos, de los cuales el más abundante serán los metales, se amontonarán en un lugar apartado que no interfiera en la obra señalizándolo hasta que sean recogidos para su extracción de la obra según lo marcado en la Tabla 5 del presente anexo.

El resto de los materiales no pétreos serán separados en contenedores según lo establecido por el gestor correspondiente.

- c) Los residuos pétreos tendrán el mismo tratamiento que la tierra extraída en obra.
- d) En cuanto a los residuos potencialmente peligrosos se recogerán en contenedores adecuados según lo marcado por el gestor pertinente de forma

que no cause perjuicio en las labores de la obra, salud de los trabajadores y/o medio ambiente.

#### 4. Instalaciones previstas

El constructor de la obra habilitara una zona donde poder colocar los residuos según lo establecido en el apartado 3.3. del presente anexo. Este lugar será de fácil acceso para la maquinaria tanto de depósito como de extracción de estos materiales. En el caso de no disponer de un lugar permanente adecuado estos contenedores y residuos se irán moviendo de un lugar a otro conforme el desarrollo de las obras lo permita. En definitiva, se han de poner todos los medios a disposición del constructor para que la evacuación de los residuos sea rápida y eficiente.

Además, hay que extraer y clasificar rápidamente los residuos de la zona de extracción para evitar que se mezclen entre ellos.

Por último se deberá prever un número y tipo adecuado de contenedores anticipándose así a que queden llenos y no quede un lugar apto para el depósito de residuos.

#### 5. Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición

Con el fin de garantizar la buena gestión de los RCD generados en la obra se va a realizar una estimación del coste total de gestión de los RCD de la obra. A continuación, se presenta una tabla detalle del coste de la gestión de cada uno de ellos.

Tabla 6 Estimación del coste de tratamiento de RCD

| RESIDUO                             | Volumen (m <sup>3</sup> ) | Coste de gestión (€/m <sup>3</sup> ) | Importe (€)    |
|-------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|----------------|
| <b>RDC de Nivel I</b>               |                           |                                      |                |
| Tierras y pétreos de la excavación. | 823'49                    | 4,00                                 | 3.293'96       |
| <b>RDC de Nivel II</b>              |                           |                                      |                |
| RDC de naturaleza no pétreo         | 28'5                      | 10,00                                | 285            |
| RDC de naturaleza pétreo            | 237                       | 10,00                                | 2.370          |
| RDC potencialmente peligrosos       | 24                        | 10,00                                | 240            |
| <b>TOTAL</b>                        |                           |                                      | <b>6188.96</b> |

## **6. Bibliografía.**

1. BOE (Boletín Oficial del Estado). Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
2. España. LEY 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.
3. REAL DECRETO 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.



---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE DISEÑO DE UNA PLANTA DE  
FABRICACIÓN DE PELLETS PROCEDENTES DE  
BIOMASA FORESTAL

**ANEXO 19- VALORACIÓN ENERGÉTICA**

Grado en Ingeniería Forestal: Industrias forestales

Autor: Mario Bruna García

Tutora: M<sup>a</sup> Daphne Hermosilla Redondo

Cotutora: M<sup>a</sup> Pilar Lisbona Martín

E. de Ingeniería de la Industria Forestal, Agronómica y de la Bioingeniería

JUNIO 2019

## INDICE ANEXO 19

|                                                                  |   |
|------------------------------------------------------------------|---|
| 1. Energía suministrada .....                                    | 2 |
| 2. Balance energético.....                                       | 4 |
| 2.1. Recogida y transporte de la biomasa forestal.....           | 4 |
| 2.1.1. Consumo de combustible.....                               | 4 |
| 2.1.2. Coste energético del equipo de transporte y recogida..... | 4 |
| 2.2. Procesado de la biomasa.....                                | 5 |
| 2.2.1. Consumo de energía.....                                   | 5 |
| 2.2.2. Coste energético del equipo de transporte y recogida..... | 5 |
| 2.3. Conclusión.....                                             | 5 |
| 3. Bibliografía .....                                            | 6 |



## 1. Energía suministrada

La valoración energética que se va a realizar estudiará la energía que pueden llegar a suministrar los pellets producidos en la planta y la relacionará con el coste energético necesario para producirlos. Con el fin de conseguir otro punto de vista del producto generado en la planta también se relacionará a este con el número de espacios que es capaz de abastecer en calefacción y agua caliente (viviendas, locales, naves...).

Primero se ha estimado la producción de pellets en la planta objeto del proyecto, esto se ha realizado en el Anexo 6- Producción en la planta. La cantidad de pellets que se producen en un año es de 26.852'47kg.

En segundo lugar, se deberá calcular la cantidad de energía que se puede generar con la producción anual. Según la norma ENplus que se va a seguir en este proyecto los pellets de biomasa forestal tienen un poder calorífico neto de 16,5 MJ/kg por lo la energía que produce la planta derivado de la producción de pellets es de:

$$16,5 \text{ MJ/kg} * 26.852.470\text{kg} = 443.065.755 \text{ MJ/año}$$

En tercer lugar, se estimarán las necesidades medias de energía en los diferentes lugares a los que puede ir destinado el pellet producido en la planta.

Utilizando los datos obtenidos en Guía técnica “Procedimientos de inspecciones periódicas de eficiencia energética para calderas” del IDEA<sup>1</sup> se va a estimar el consumo en calefacción. Para ello es necesario tener en cuenta la zona climática a la que va destinada, en este caso utilizaremos la zona E (Apéndice I) que engloba las provincias de Soria, Zaragoza, Huesca y Teruel. De dicha selección se obtiene que el consumo por metro cuadrado es de 760,32 MJ, por lo tanto:

Tabla 1 Consumo de calefacción en diferentes espacios.

| Espacio        | Consumo unitario (MJ/año/m <sup>2</sup> ) | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Consumo total (MJ/año) |
|----------------|-------------------------------------------|------------------------------|------------------------|
| Vivienda media | 760,32                                    | 90                           | 68.400                 |
| Residencia     | 760,32                                    | 5.000                        | 3.801.600              |
| Escuela        | 760,32                                    | 15.000                       | 11.404.800             |
| Restaurante    | 760,32                                    | 400                          | 3.040                  |
| Hotel          | 760,32                                    | 5.600                        | 4.257.792              |
| Cafetería      | 760,32                                    | 200                          | 1.520                  |
| Hospital       | 760,32                                    | 25.000                       | 19.008.000             |

A continuación, se presenta una tabla con las estimaciones de agua caliente para diferentes espacios:

Tabla 2 Consumo de agua caliente en diferentes espacios.

| Espacio        | Consumo unitario (MJ/año/unidad) | Unidades    | Consumo total (MJ/año) |
|----------------|----------------------------------|-------------|------------------------|
| Vivienda media | 4.547                            | 4 personas  | 18.187                 |
| Residencia     | 12.126                           | 100 camas   | 1.212.600              |
| Escuela        | 662                              | 630 alumnos | 417.060                |
| Restaurante    | 2.205                            | 4 servicios | 8.820                  |
| Hotel          | 12.126                           | 100 camas   | 1.212.600              |
| Cafetería      | 219                              | 3 servicios | 657                    |
| Hospital       | 12.126                           | 600 camas   | 7.275.600              |

En último lugar se debe calcular el número de espacios que es capaz de abastecer la producción de pellets del presente proyecto. Para ello se divide la cantidad total de energía producida con los pellets de la planta por las necesidades tanto de agua caliente como de calefacción de cada uno de los espacios.

Tabla 3 Número de locales abastecidos por la planta.

| Espacio        | Energía total producida (MJ/año) | Consumo de calefacción (MJ/año) | Consumo de Agua caliente (MJ/año) |
|----------------|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Vivienda media | 443.065'75                       | 6'5                             | 24'36                             |
| Residencia     | 443.065'75                       | 0'11                            | 0'36                              |
| Escuela        | 443.065'75                       | 0'04                            | 1'06                              |
| Restaurante    | 443.065'75                       | 145'75                          | 50'23                             |
| Hotel          | 443.065'75                       | 0'10                            | 0'36                              |
| Cafetería      | 443.065'75                       | 2215'33                         | 674'38                            |
| Hospital       | 443.065'75                       | 0'23                            | 0'06                              |

## 2. Balance energético.

Este balance es la diferencia entre el coste energético de fabricación de los pellets y la energía producida por estos en su combustión.

Para ello es necesario conocer una estimación tanto de la energía utilizada para la recogida y transporte de la biomasa forestal como la utilizada en el procesado de la misma.

### 2.1. Recogida y transporte de la biomasa forestal

Para este cálculo se van a tener en cuenta dos factores, el combustible utilizado para la recogida y transporte y la energía requerida para la fabricación de la maquinaria utilizada en el proceso.

#### 2.1.1. Consumo de combustible.

Se refiere tanto al consumo de la maquinaria utilizada en la recogida como al del transporte hasta la planta.

Teniendo en cuenta que el poder calorífico del Gasóleo es de 35'928 MJ/L se obtiene que:

Tabla 4 Consumo de energía durante la recogida y el transporte de la biomasa.

| Trabajo                      | Consumo (l/año) | Poder calorífico (MJ/l) | TOTAL (MJ) |
|------------------------------|-----------------|-------------------------|------------|
| Corta                        | 25'5            | 35,928                  | 916'16     |
| Desmonte                     | 40'74           | 35,928                  | 1463'70    |
| Cargado                      | 19'8            | 35,928                  | 711'37     |
| Transporte                   | 25'82           | 35,928                  | 927'66     |
| Consumo total de combustible |                 |                         | 4018'83    |

#### 2.1.2. Coste energético del equipo de transporte y recogida.

Los costes energéticos de la fabricación de los equipos de trabajo hay que repartirlos durante su vida útil y se estiman en 87 MJ/kg para los tractores forestales y cargadores y de 80 MJ/kg para las herramientas de corta (motosierras, pértigas...).

Tabla 5 Coste energético en la fabricación de cada equipo.

| Equipo                       | Peso (kg)           | Poder calorífico (MJ/kg) | TOTAL (MJ) |
|------------------------------|---------------------|--------------------------|------------|
| Tractor forestal             | 12.700 <sup>1</sup> | 87                       | 1.104.900  |
| Motosierra                   | 8'85 <sup>2</sup>   | 80                       | 708        |
| Pértiga                      | 7'4 <sup>2</sup>    | 80                       | 592        |
| Autocargador                 | 14.100 <sup>1</sup> | 87                       | 1.226.700  |
| Camión                       | 20.000              | 87                       | 1.740.000  |
| Consumo total de combustible |                     |                          | 4.072.900  |

En conclusión, para una vida útil de 10 años el costo energético es de: 407.290MJ.

## 2.2. Procesado de la biomasa.

Para este cálculo se van a tener en cuenta dos factores, el combustible utilizado para la recogida y transporte y la energía requerida para la fabricación de la maquinaria utilizada en el proceso.

### 2.2.1. Consumo de energía.

El consumo energético de la planta anualmente es de 14.543.633 MJ. Este valor se obtiene de la suma del consumo energético de todas las maquinas multiplicado por las horas de trabajo anuales mas la potencia lumínica instalada por las horas de trabajo.

### 2.2.2. Coste energético del equipo de transporte y recogida.

Los costes energéticos de la fabricación de los equipos de producción hay que repartirlos durante su vida útil y se estiman en 87 MJ/kg.

Tabla 6 Costo energético de la fabricación de los equipos de la planta (ver Anexo 7- Ingeniería del proceso).

| Equipo                       | Peso (kg) | Poder calorífico (MJ/kg) | TOTAL (MJ) |
|------------------------------|-----------|--------------------------|------------|
| Descortezadora               | 4.800     | 87                       | 417.600    |
| Astilladora                  | 3.900     | 87                       | 339.300    |
| Secadero                     | 3.000     | 87                       | 261.000    |
| Molino                       | 5.300     | 87                       | 461.100    |
| Peletizadora                 | 20.000x2  | 87                       | 3.480.000  |
| Enfriador                    | 2.000     | 87                       | 174.000    |
| Ensayadora                   | 2.500     | 87                       | 217.500    |
| Colector de polvo            | 2.000     | 87                       | 174.000    |
| Consumo total de combustible |           |                          | 2.392.500  |

En conclusión, para una vida útil de 10 años el costo energético es de: 239.250MJ.

## 2.3. Conclusión.

Por último, se suman los requerimientos totales de la recogida y transporte y del procesado de la biomasa obteniendo un coste energético total de 15.194.191'38MJ

Como en la planta se produce una cantidad de pellets equivalente a 443.065.755MJ obtenemos un balance energético positivo para la planta.

### 3. Bibliografía

1. IDEA (Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía) 2019. *Procedimientos de inspecciones periódicas de eficiencia energética para calderas*. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
2. PONSSE(2019). Wisent, tractores forestales. Se puede encontrar en: [www.ponsse.com](http://www.ponsse.com)
3. Husqvarna. Catalogo Husqvarna (2019) Husqvarna 120 Mark II.



---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE DISEÑO DE UNA PLANTA DE  
FABRICACIÓN DE PELLETS PROCEDENTES DE  
BIOMASA FORESTAL

**ANEXO 20- ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

Grado en Ingeniería Forestal: Industrias forestales

Autor: Mario Bruna García

Tutora: M<sup>a</sup> Daphne Hermosilla Redondo

Cotutora: M<sup>a</sup> Pilar Lisbona Martín

E. de Ingeniería de la Industria Forestal, Agronómica y de la Bioingeniería

JUNIO 2019

## INDICE ANEXO 20

|                                                   |   |
|---------------------------------------------------|---|
| 1. Introducción. ....                             | 2 |
| 2. Descripción general del proyecto. ....         | 3 |
| 2.1. Descripción general del proyecto. ....       | 3 |
| 2.2. Descripción del medio físico y natural. .... | 3 |
| 3. Identificación de los impactos.....            | 3 |
| 3.1. Construcción. ....                           | 3 |
| 3.2. Explotación. ....                            | 4 |
| 3.3. Abandono.....                                | 4 |
| 4. Memoria ambiental.....                         | 5 |
| 4.1. Valoración de los impactos. ....             | 5 |
| 4.1.1. Construcción. ....                         | 5 |
| 4.1.2. Explotación. ....                          | 6 |
| 4.1.3. Abandono. ....                             | 7 |
| 4.2. Medidas correctoras y protectoras. ....      | 7 |
| 4.2.1. Construcción. ....                         | 7 |
| 4.2.2. Explotación. ....                          | 7 |
| 4.2.3. Abandono. ....                             | 8 |
| 5. Conclusión. ....                               | 8 |
| 6. Biografía.....                                 | 9 |

## 1. Introducción.

La ley 11/2014, de 4 de diciembre, de Prevención y Protección Ambiental de Aragón “será de aplicación a los planes, programas, proyectos, instalaciones y actividades que se pretendan desarrollar en el ámbito territorial de Aragón susceptibles de producir efectos sobre el medio ambiente de acuerdo con lo establecido en la presente ley, sin perjuicio de aquellos cuyo control y evaluación ambiental corresponda a la Administración General del Estado conforme a las competencias que se le atribuyen por la legislación básica estatal”.

El objetivo del estudio de impacto ambiental es el de contener la información necesaria para evaluar los posibles efectos significativos del proyecto sobre el medio ambiente y permitir adoptar las decisiones adecuadas para prevenir y minimizar dichos efectos.

Para el presente proyecto no será necesario una Evaluación de Impacto Ambiental al no verse recogido en ninguno de los casos expuestos en el anexo I de la ley 11/2014, de 4 de diciembre, de Prevención y Protección Ambiental de Aragón<sup>1</sup>.

Al no estar en la obligatoriedad de la redacción de una Evaluación de Impacto Ambiental se presenta este Estudio de Impacto Ambiental.

Por lo tanto, y según el Artículo 27 de dicha ley el presente estudio de impacto ambiental deberá contener:

- Descripción general del proyecto y previsiones en el tiempo del uso de recursos.
- Evaluación y cuantificación de los efectos previsibles directos e indirectos acumulativos y sinérgicos del proyecto sobre la población, salud humana, flora, fauna, biodiversidad, geodiversidad, suelo, subsuelo, paisaje, bienes materiales y la interacción entre los parámetros anteriores.
- Cuando el proyecto pueda afectar a espacios protegidos.
- Medidas que permitan prevenir, corregir y, en su caso, corregir efectos adversos.
- Programa de vigilancia ambiental.
- Resumen del estudio y conclusiones en términos fácilmente comprensibles.



## **2. Descripción general del proyecto.**

### **2.1. Descripción general del proyecto.**

La industria objeto del presente proyecto consiste en una planta de pelletizado de biomasa forestal. La materia prima para la producción del pellet se obtendrá de tres fuentes principales: restos de trabajos silvícolas, residuos de otras industrias y talas, en orden de importancia. Esta materia prima será transformada en el proceso industrial en pellets de madera de las clases ENplus A1, A2 y B para su posterior comercialización.

La planta se ubica en el polígono industrial: Polígono de Actuación industrial Tarazona en el término municipal de Tarazona (Zaragoza) (Ver Plano 1- Localización) parcela N.º84, referencia catastral: 7287451XM0378N0001KZ (Ver Plano 2- Situación).

### **2.2. Descripción del medio físico y natural.**

El entorno que rodea al proyecto se divide en dos partes diferenciadas, por un lado el típico polígono industrial municipal y por otro una zona más naturalizada compuesta por especies de flora típicas de las zonas secas mediterráneas.

La superficie donde se va a realizar la edificación se trata de un suelo en que se distingue un tramo inicial de tierra de cultivo y vegetal con abundancia de raíces. Tiene un primer tramo de limos, limos algo arenosofinonos o arcillosos con cantos. El terreno queda perfectamente descrito en el Anexo 9- Estudio geotécnico del terreno.

## **3. Identificación de los impactos.**

En el presente proyecto se diferencian tres fases (construcción, explotación y abandono) y de las tres pueden causar impactos de diversa magnitud por lo que se estudiarán por separado.

### **3.1. Construcción.**

La fase de construcción transcurre desde el replanteo de la obra hasta su entrega al promotor del proyecto. A continuación, se presentan los impactos que pueden ser causados por dicha fase del proyecto:

- Preparación el terreno de construcción: Eliminación de vegetación, movimiento de tierras y compactación del terreno.
- Ruidos de maquinaria: excavadoras, camiones, grúas, maquinaria rompedora y cortadora, señalizaciones acústicas...
- Excavaciones: Zanjas para zapatas, tuberías...
- Emisión de gases por parte de la maquinaria.
- Consumo de agua, combustibles, materias primas...

- Consumo de energía.
- Generación de residuos de naturaleza variada.

En esta fase, aunque todos sus impactos suelen ser temporales, sus acciones tienen un gran impacto sobre el terreno.

### **3.2. Explotación.**

La fase de explotación se desarrolla desde el momento en que da comienzo la actividad industrial, hasta el momento de abandono de la industria. Las acciones que producirán un impacto sobre el medio serán:

- Transportes, tanto de materia prima y producto, como del personal, equipos temporales y recambios y repuestos.
- Consumo de agua en la instalación en vestuarios y laboratorio y su posterior vertido.
- Emisiones de polvo y gases de combustión.
- Consumo de energía.
- Producción de residuos de diversa índole.
- Ruidos procedentes de la actividad industrial.

A diferencia del anterior apartado en esta fase los impactos son de mayor duración en el tiempo, pero de menor grado de impacto.

### **3.3. Abandono.**

Es la fase en que la industria detiene su actividad industrial definitivamente y por tanto la producción de pellets se para. A partir de ahí se presentan dos escenarios posibles con diferentes impactos potenciales:

- Continuación de actividad industrial de otro tipo en la nave. En este caso se continuarán produciendo impactos inherentes a la nueva actividad desarrollada en las instalaciones.
- Desmantelado y derribo de la nave. En este caso se producirán una serie de impactos similares a los de la fase de construcción como pueden ser:
  - Desmantelado de la instalación:
    - Generación de residuos.
    - Producción de ruidos.
    - Consumo de energía.

- Consumo de combustible y agua
- Derribo de la nave:
  - Generación de escombros.
  - Consumo energético.
  - Consumo de combustible y agua.
  - Nivelación del terreno.
  - Generación de ruidos.

## 4. Memoria ambiental

En este apartado se van a valorar los impactos descritos en el apartado número 3 del presente anexo además de presentar las medidas protectoras y correctoras del proyecto.

Se tendrán en cuenta varios tipos de alteraciones:

- Al medio físico (residuos, pérdidas de suelo, compactación del suelo, contaminación de agua y suelo, modificación del relieve, emisiones, contaminación acústica...).
- Al medio biológico (fauna y flora).

### 4.1. Valoración de los impactos.

Para la valoración de los impactos, al igual que en el punto 3, los dividiremos en las tres fases del proyecto (construcción, explotación y abandono).

#### 4.1.1. Construcción.

Al comenzar la construcción el principal impacto producido será el de la limpieza del terreno, ya que este es un terreno industrial las pérdidas de flora y fauna serán mínimas y de poca importancia. Además, al ser terrenos previstos para la construcción son terrenos previamente nivelados y acondicionados por lo que los impactos más graves como la erosión, compactación o modificación del relieve ya han sido realizados con anterioridad en la fase de construcción del polígono industrial.

Por otro lado, y en cuanto a los impactos sonoros al tratarse de una zona industrial con los núcleos urbanos alejados el impacto será mínimo.

Durante la fase de construcción los residuos generados pueden ser de una gran variedad de tipos, pero si se realiza una buena gestión de estos el impacto puede ser mínimo. Esto es debido a que la mayor parte de los residuos generados serán

escombros que pueden ser utilizados en la construcción como relleno y los de otro tipo serán enviados a centros de gestión autorizados.

Además de los residuos de mayor tamaño en la fase de construcción se generará un aumento de las partículas en suspensión. En relación a este impacto y dado que su persistencia en el tiempo es limitada no se prevén medidas correctoras fuera de las relacionadas con la seguridad y salud descritas en el Anexo 17- Seguridad y salud, del presente proyecto.

El consumo de agua durante la fase de construcción no será muy alto al tratarse de una construcción sencilla por lo que el impacto será bajo.

#### 4.1.2. Explotación.

El impacto mas inmediato del proyecto en la fase de explotación es el visual, pero al encontrarse situado en una zona industrial rodeado de otras instalaciones este será mínimo.

Una vez comenzada la fase de explotación de las instalaciones se presenta es la perdida de suelo, pero esta será mínima al encontrarnos la mayor parte de la superficie cubierta, ya sea por estar hormigonada o por ser parte del parque de madera donde la materia prima cubrirá la mayor parte de la superficie. Pero por otro lado y a raíz de esto la compactación del suelo será elevada debido al gran peso de las instalaciones sumado al de la maquinaria y producto en la zona.

Los residuos generados en la planta serán mínimos ya que durante el proceso de fabricación del pellet la materia prima que no termine transformada será utilizada como fuente de alimentación en la caldera. De esta manera los principales desechos serán de material de oficina (papel, plástico, restos orgánicos...).

Otro tipo de residuo que puede ocasionar la fase de explotación es el de aguas contaminadas, pero en este caso su importancia será mínima ya que el único vertido de aguas será a la red de depuración municipal y de origen sanitario (duchas, lavabos...). Lo mismo ocurre con el consumo de agua.

Los efectos acústicos de la planta tendrán un carácter moderado y limitado a las horas de trabajo de la instalación (mañana y tarde) procedente del uso de maquinaria además de encontrarse en una zona industrial por lo que el impacto es menor.

Por ultimo y en cuanto a las emisiones a la atmosfera, estas serán mínimas y procedentes principalmente de dos fuentes, emisiones de polvo y partículas en el proceso de fabricación y las emisiones procedentes de la maquinaria del parque de madera.

Además de estas emisiones durante el proceso existirán unas procedentes de la combustión de la caldera. El combustible de esta es 100% de origen natural al tratarse de subproducto de la misma materia prima de la planta. Estas se estiman en 160 g/kg de CO<sub>2</sub> y CO<sup>2</sup>. Otros como el óxido de nitrógeno, ácido clorhídrico, dióxidos de sulfuro y amoníaco son menos de 5 g/kg<sup>2</sup>.

#### 4.1.3. Abandono.

En esta fase, de igual manera que en el apartado 3.3. de este anexo se contemplan dos posibilidades:

- Continuación de actividad industrial de otro tipo en la nave. En este caso se continuarán produciendo impactos inherentes a la nueva actividad desarrollada en las instalaciones.
- Desmantelado y derribo de la nave. En este caso se producirán una serie de impactos similares a los de la fase de construcción, pero reduciéndose significativamente la compactación del suelo y el impacto visual.

#### 4.2. **Medidas correctoras y protectoras.**

Las medidas correctoras y protectoras son aquellas que se llevaran a cabo para minimizar los impactos negativos producidos en las tres fases (construcción, explotación y abandono) del presente proyecto.

##### 4.2.1. Construcción.

La principal medida implantada en esta fase con el objetivo de minimizar todos los tipos de impactos negativos en el medio será la de designar una persona encargada velar para que esto suceda vigilando todos aquellos elementos que puedan producir alteraciones en el medio.

Se evitará, en medida de lo posible, toda eliminación de flora y fauna de la zona en la fase de limpieza del terreno, como por ejemplo en terrenos limítrofes de la parcela que no se vayan a utilizar.

Los residuos y/o materiales sobrantes procedentes de esta fase deberán ser eliminados en su totalidad evitando su acumulación. Además, el presente proyecto contará con un anexo que muestre y clasifique los residuos generados además de su forma de eliminación.

En cuanto a las emisiones acústicas se evitará, en medida de lo posible, el trabajo simultaneo de varias máquinas en la obra disminuyendo así el ruido en la obra.

Por último, para reducir emisiones de partículas en el movimiento de tierras se realizarán riegos periódicos sobre el terreno.

##### 4.2.2. Explotación.

El impacto sobre el medio ambiente provocado por la actividad productiva de una industria de pelletizado de biomasa no es muy considerable teniendo como mayores impactos el visual y el acústico sobre el paisaje. Ya que, como se ha mencionado en el apartado 4.1.2. el impacto visual es mínimo y las emisiones a la atmosfera quedan reducidas a la los gases generados por los vehículos de la planta y de la emisión de

polvo. Por lo tanto, se tomarán en mayor importancia los impactos visuales y acústicos, que se pueden minimizar de las siguientes maneras:

1. Instalación de la planta en una parcela dentro de un polígono industrial no limítrofe con el exterior de este.
2. Plantación de especies perennes como podrían ser *Cupressus sp.* a modo de barrera perimetral que mitigue tres impactos de la planta:
  - a. Propagación de partículas de polvo.
  - b. Emisión acústica, aislando levemente las instalaciones del exterior.
  - c. Impacto visual, integrando la planta en el paisaje ya que en todo el polígono se han plantado arboles similares a modo de decoración.

En cuanto a las emisiones producidas por la maquinaria de la planta será obligatorio que todos los vehículos cuenten con un filtro de partículas en sus salidas de humos. Este filtro también se instalará en la salida de gases de la caldera.

#### 4.2.3. Abandono.

En esta fase, continuando con la diferenciación hecha en el presente anexo, tendremos en cuenta dos situaciones:

- Continuación de actividad industrial de otro tipo en la nave. En este caso dependiendo de la nueva actividad desarrollada en las instalaciones se aplicarán las medidas pertinentes.
- Desmantelado y derribo de la nave. En este caso se tomarán todas las medidas presentadas en el apartado 4.2.1. Construcción. Además de estas medidas y tras el derribo se dejará la parcela en las mismas condiciones en las que se encontró antes de la fase de construcción.

## 5. Conclusión

Como conclusión de este estudio hay que destacar que todos los impactos inherentes a la construcción, puesta en marcha y abandono del presente proyecto tienen una fácil gestión siendo los más importantes los relacionados con la modificación del terreno y las emisiones de partículas de polvo. Con el fin de mitigar este impacto se colocará un perímetro de vegetación que además de reducir la propagación de estas partículas.

Otro impacto importante será el de generación de residuos en las fases de construcción y abandono de la instalación. Su gestión se ve desarrollada en el Anexo 18- Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición.

## 6. Bibliografía.

1. BOA (Boletín Oficial de Aragón). *LEY 11/2014, de 4 de diciembre, de Prevención y Protección Ambiental de Aragón*. Gobierno de Aragón.
2. Terra Ecología (2019). Se puede encontrar en: <https://www.terra.org/>



---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE DISEÑO DE UNA PLANTA DE  
FABRICACIÓN DE PELLETS PROCEDENTES DE  
BIOMASA FORESTAL

**ANEXO 21- PROGRAMACIÓN PARA LA EJECUCIÓN  
DEL PROYECTO**

Grado en Ingeniería Forestal: Industrias forestales

Autor: Mario Bruna García

Tutora: M<sup>a</sup> Daphne Hermosilla Redondo

Cotutora: M<sup>a</sup> Pilar Lisbona Martín

E. de Ingeniería de la Industria Forestal, Agronómica y de la Bioingeniería

JUNIO 2019



## INDICE ANEXO 21

|                                         |                                      |
|-----------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Introducción. ....                   | 2                                    |
| 2. Descripción de las actividades. .... | 2                                    |
| 3. Tiempo de las actividades. ....      | 4                                    |
| 4. Grafo Pert. ....                     | 5                                    |
| 5. Diagrama de Gantt. ....              | 7                                    |
| 6. Biografía.....                       | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |

## 1. Introducción

El objetivo del presente anexo es la programación de la ejecución y puesta en marcha del presente proyecto.

Se trata de un aspecto muy importante ya que este anexo nos permite obtener un organigrama con el tiempo necesario que requiere la obra obteniendo el tiempo transcurrido desde el inicio de las obras hasta la puesta en marcha de la producción.

Los parámetros que se seguirán para obtener la organización global serán:

- a) Tiempo de ejecución unitaria de las diferentes actividades desarrolladas en la obra.
- b) Actividades críticas, es decir, en las cuales un retraso puede acarrear retrasos en otras.
- c) Actividades no críticas, es decir, en las que un retraso no influye a las demás.

## 2. Descripción de las actividades

Para una correcta organización de las actividades de la obra es necesario, primero, definir todas estas y su orden de desarrollo en el tiempo.

Las unidades de obra serán las necesarias para la construcción de una edificación dividida en tres partes (zona de producción, almacén y oficinas).

1. Replanteo: Proceso de situar las edificaciones en la parcela.
2. Construcción de edificaciones: Proceso de construcción de toda la planta. Se divide en:
  - a. Movimiento de tierras: Engloba actividades como: Limpieza del terreno, nivelación, etc.
  - b. Cimentación: Se procede a la nivelación de los fondos de las zapatas para comenzar con el vertido de hormigón. Se incluye el tiempo de secado de este.
  - c. Estructura metálica: Colocación de pórticos y correas.
  - d. Cerramientos: Colocación de paneles de hormigón prefabricado.
  - e. Cubiertas: Colocación del panel sándwich encima de las correas.
  - f. Albañilería: Proceso de colocación de tabiques de ladrillo y lucido de estos.
  - g. Revestimientos y alicatados: Proceso de acondicionamiento de suelos, alicatado de baños y baldosas en oficinas.

- h. Carpintería y cerrajería: Trabajos de carpintería y cerrajería tanto exteriores de la nave como interiores.
3. Instalaciones: Se dividen en:
- a. Instalación eléctrica.
  - b. Instalación de fontanería y saneamiento.
  - c. Instalación de maquinaria y equipamiento: Tanto la maquinaria del proceso productivo como todo el equipamiento de oficinas, laboratorio, vestuario y almacén.
4. Vallado perimetral.
5. Entrega de la obra: Entrega de la obra por parte del contratista.

A continuación, se presenta una tabla resumen del orden de ejecución de cada una de las actividades que implica el proyecto, así como su actividad antecesora:

Tabla 1 Orden de ejecución de las actividades.

| Nº       | Actividad                               | Actividad antecesora            |
|----------|-----------------------------------------|---------------------------------|
| 1        | <b>Replanteo</b>                        | -                               |
| 2        | <b>Construcción de edificaciones</b>    | 1                               |
| 2.1.     | Movimiento de tierras                   | 1                               |
| 2.2.     | Cimentaciones                           | 1, 2.1                          |
| 2.3.     | Estructura metálica                     | 1, 2.1, 2.2                     |
| 2.4.     | Cerramientos                            | 1, 2.1, 2.2, 2.3                |
| 2.5.     | Cubiertas                               | 1, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4           |
| 2.6.     | Albañilería                             | 1, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5      |
| 2.7.     | Revestimientos y alicatados             | 1, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6 |
| 2.8.     | Carpintería y cerrajería                | 1, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6 |
| <b>3</b> | <b>Instalaciones</b>                    |                                 |
| 3.1.     | Instalación eléctrica                   | 1, 2                            |
| 3.2.     | Instalación de fontanería y saneamiento | 1, 2, 3.1                       |

|          |                                          |            |
|----------|------------------------------------------|------------|
| 3.3.     | Instalación de maquinaria y equipamiento | 1, 2, 3.1  |
| <b>4</b> | <b>Vallado perimetral</b>                | 1, 2       |
| <b>5</b> | <b>Entrega de la obra</b>                | 1, 2, 3, 4 |

### 3. Tiempo de las actividades

El tiempo de las actividades será un tiempo orientativo y a cada actividad se le asignará uno. Para ello se tendrá en cuenta el tamaño y complejidad de todas las actividades.

A continuación, se presenta una tabla a modo resumen de la duración de cada una de las actividades descritas en la Tabla 1:

| Nº       | Actividad                                | Días |
|----------|------------------------------------------|------|
| 1        | <b>Replanteo</b>                         | 1    |
| 2        | <b>Construcción de edificaciones</b>     |      |
| 2.1.     | Movimiento de tierras                    | 12   |
| 2.2.     | Cimentaciones                            | 40   |
| 2.3.     | Estructura metálica                      | 5    |
| 2.4.     | Cerramientos                             | 7    |
| 2.5.     | Cubiertas                                | 7    |
| 2.6.     | Albañilería                              | 10   |
| 2.7.     | Revestimientos y alicatados              | 15   |
| 2.8.     | Carpintería y cerrajería                 | 6    |
| <b>3</b> | <b>Instalaciones</b>                     |      |
| 3.1.     | Instalación eléctrica                    | 10   |
| 3.2.     | Instalación de fontanería y saneamiento  | 15   |
| 3.3.     | Instalación de maquinaria y equipamiento | 10   |
| <b>4</b> | <b>Vallado perimetral</b>                | 4    |
| <b>5</b> | <b>Entrega de la obra</b>                | 1    |

La duración total, sin contar solapamiento de actividades es de 143 días. La estimación real se realizará más adelante mediante un gráfico de Gantt.

#### 4. Grafo PERT.

El Grafo PERT (Program Evaluation and Review Technique –Técnica de evaluación y revisión de programas) es un método que sirve para planificar proyectos en los que es necesario organizar un gran número de tareas.

Para ello utiliza como modelo de distribución de probabilidad la distribución  $\beta$ , en la que si “a” es el tiempo más optimista, “b” el tiempo más pesimista y “m” el valor más probable, puede establecerse que:

$$\text{Tiempo Pert} = \frac{a+4m+b}{6}$$

A continuación, se presenta una tabla detallada del tiempo Pert para cada una de las tareas:

Tabla 2 Resumen de tiempo Pert para cada actividad.

| Actividad    | Días |    |    | Pert         |
|--------------|------|----|----|--------------|
|              | a    | m  | b  |              |
| 1            | 1    | 2  | 3  | 2,00         |
| 2.1.         | 10   | 12 | 16 | 12,33        |
| 2.2.         | 35   | 40 | 47 | 40,33        |
| 2.3.         | 3    | 5  | 8  | 5,17         |
| 2.4.         | 5    | 7  | 9  | 7,00         |
| 2.5.         | 5    | 7  | 9  | 7,00         |
| 2.6.         | 8    | 10 | 15 | 10,50        |
| 2.7.         | 13   | 15 | 17 | 15,00        |
| 2.8.         | 5    | 6  | 7  | 6,00         |
| 3.1.         | 7    | 10 | 15 | 10,33        |
| 3.2.         | 13   | 15 | 17 | 15,00        |
| 3.3.         | 7    | 10 | 16 | 10,50        |
| 4            | 2    | 4  | 6  | 4,00         |
| 5            | 1    | 1  | 1  | 1,00         |
| <b>Total</b> |      |    |    | <b>146,2</b> |

Finalmente, el tiempo estimado para la realización de las obras es de 145’2 días y hay que tener en cuenta que algunas actividades se realizan simultáneamente por lo que esta estimación se reducirá.

Considerando días útiles de lunes a viernes y, como se ha visto en el Anexo 6- Producción en la planta, se tienen 14 festivos al año, la duración del proyecto será de aproximadamente 30 semanas (sin tener en cuenta solapamiento de tareas).

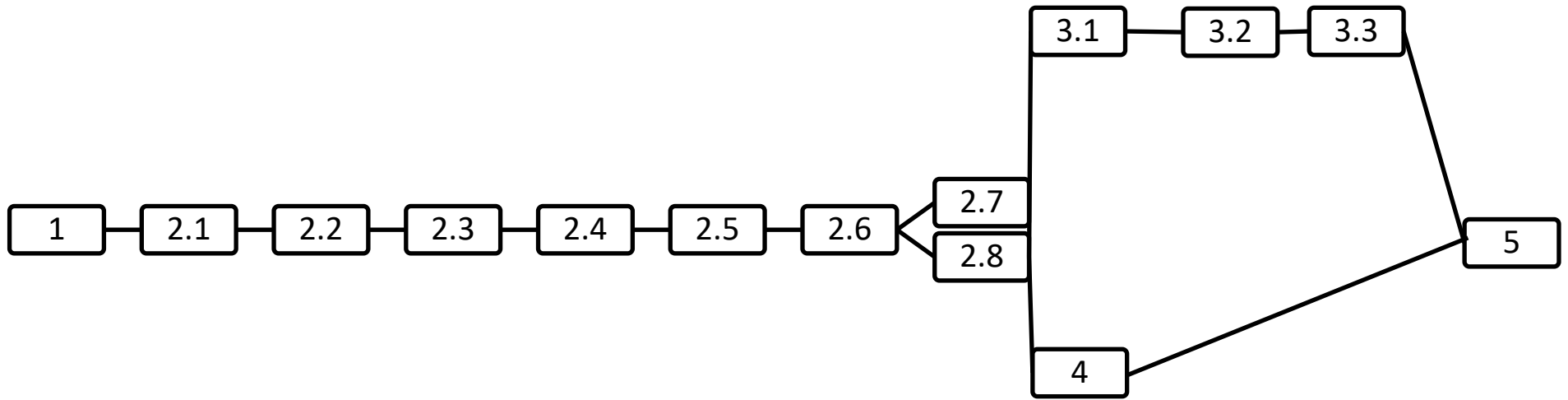


Figura 1 Grafo Pert.

## 5. Diagrama de Gantt.

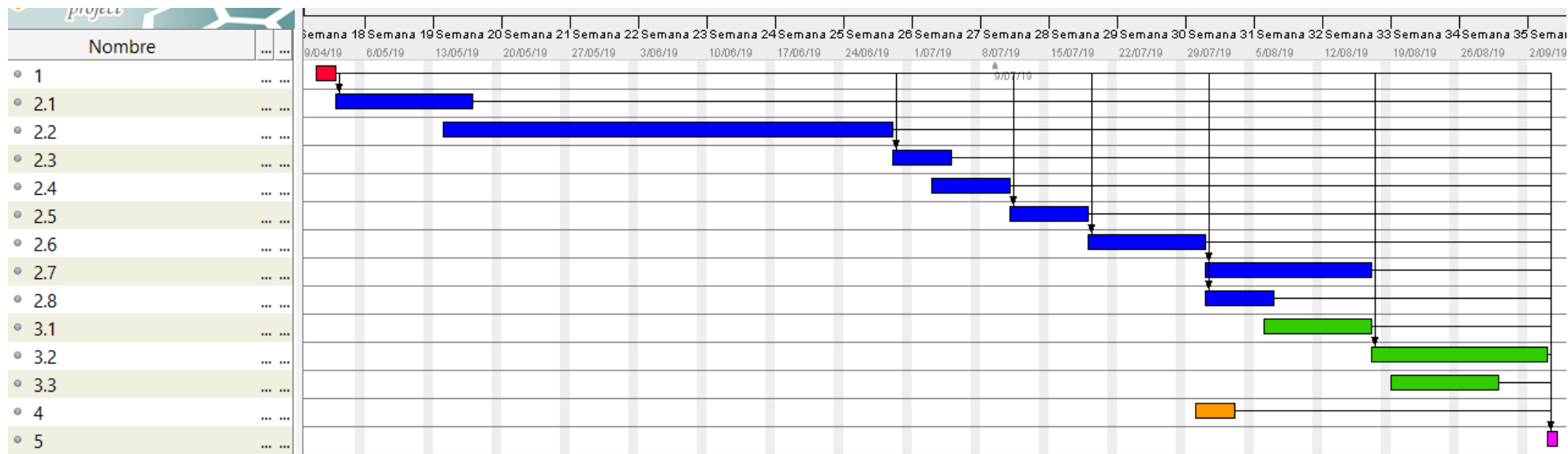


Figura 2 Diagrama de Gantt. Fuente: GanttProje



---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE DISEÑO DE UNA PLANTA DE  
FABRICACIÓN DE PELLETS PROCEDENTES DE  
BIOMASA FORESTAL

**ANEXO 22- ESTUDIO ECONÓMICO**

Grado en Ingeniería Forestal: Industrias forestales

Autor: Mario Bruna García

Tutora: M<sup>a</sup> Daphne Hermosilla Redondo

Cotutora: M<sup>a</sup> Pilar Lisbona Martín

E. de Ingeniería de la Industria Forestal, Agronómica y de la Bioingeniería

JUNIO 2019



## INDICE ANEXO 22

|        |                                                          |    |
|--------|----------------------------------------------------------|----|
| 1.     | Introducción.                                            | 2  |
| 2.     | Vida útil del proyecto.                                  | 2  |
| 3.     | Índices de rentabilidad.                                 | 2  |
| 3.1.   | Valor Actual Neto (VAN).                                 | 2  |
| 3.2.   | Tasa Interna de Rendimiento (TIR).                       | 3  |
| 3.3.   | Relación beneficio-inversión (Q).                        | 3  |
| 3.4.   | Plazo de recuperación.                                   | 3  |
| 3.5.   | Análisis de sensibilidad.                                | 3  |
| 4.     | Descripción de la inversión.                             | 3  |
| 5.     | Ingresos.                                                | 4  |
| 5.1.   | Ingresos ordinarios.                                     | 4  |
| 5.1.1. | Venta de pellets.                                        | 4  |
| 5.2.   | Ingresos extraordinarios.                                | 6  |
| 5.2.1. | Venta de las edificaciones.                              | 6  |
| 5.2.2. | Venta de inmovilizados.                                  | 6  |
| 6.     | Inversión a realizar.                                    | 6  |
| 6.1.   | Presupuesto de ejecución material.                       | 6  |
| 7.     | Costes ordinarios.                                       | 7  |
| 7.1.   | Adquisición de la materia prima.                         | 7  |
| 7.2.   | Envases y embalajes.                                     | 7  |
| 7.3.   | Producción del pellet.                                   | 7  |
| 7.4.   | Gastos comerciales.                                      | 9  |
| 7.5.   | Gasto en materiales.                                     | 9  |
| 7.6.   | Pagos extraordinarios.                                   | 9  |
| 7.7.   | Impuesto de sociedades.                                  | 9  |
| 7.8.   | Total de los pagos.                                      | 9  |
| 8.     | Financiación.                                            | 9  |
| 8.1.   | Gastos financieros.                                      | 9  |
| 9.     | Flujos de caja.                                          | 10 |
| 10.    | Conclusiones.                                            | 11 |
| 11.1.  | Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR). | 11 |
| 11.2.  | Relación beneficio-Inversión.                            | 11 |

## 1. Introducción.

El estudio económico tiene como objetivo analizar la rentabilidad del presente proyecto en función de la inversión realizada. Con este fin se tendrán en cuenta tres parámetros:

- VAN (Valor Actual Neto).
- TIR (Tasa Interna de Retorno).
- Relación B/I (Beneficio/Inversión).

## 2. Vida útil del proyecto.

La determinación de la vida útil del proyecto se suele estimar en función del elemento de mayor duración de este (siempre que represente un valor significativo con respecto al total de la inversión).

En el caso de este proyecto y con el fin de ser prudentes debido a la gran inversión a realizar se estimará una vida útil del proyecto de 20 años, periodo que se considera representativo de la actividad. Si nos basáramos en la vida útil de las construcciones podríamos llegar a una vida útil de 25-30 años pero por seguridad de la inversión se tendrá en cuenta el supuesto periodo de actividad.

## 3. Índices de rentabilidad.

Los criterios de rentabilidad son unas medidas utilizadas para la valoración de la viabilidad del estudio económico de un proyecto. Estos parámetros son:

### 3.1. Valor Actual Neto (VAN).

Indica la ganancia neta o plusvalía generada por el proyecto. Cuando un proyecto tiene un VAN mayor que cero, se dice que para el interés elegido ( $i$ ) el proyecto resulta viable desde el punto de vista financiero. Por el contrario, un VAN negativo el proyecto no será viable y quedará descartado para su ejecución.

Para un tipo de interés o factor de homogeneización concreto ( $i$ ) será:

$$VAN = \sum_{j=1}^n \frac{R_j}{(1+i)^j} - I_0$$

Siendo:

- V.A.N.: Valor actual neto para la tasa de actualización " $i$ ".
- $R_j$ : Flujos de caja en cada período " $j$ ".

- n: número de años de vida de la inversión.

### 3.2. Tasa Interna de Rendimiento (TIR).

El TIR es un indicador de la rentabilidad de un proyecto y se define como la tasa de interés con la cual el VAN es igual a cero. Para utilizar el TIR este se compara con una tasa mínima o de corte.

El TIR se calcula:

$$VAN = \sum_{j=1}^n \frac{R_j}{(1 + TIR)^j} - I_0$$

- V.A.N.: Valor actual neto para la tasa de actualización “i”.
- R<sub>j</sub>: Flujos de caja en cada período “j”.
- n: número de años de vida de la inversión.
- TIR: Tasa Interna de Retorno.

### 3.3. Relación beneficio-inversión (Q).

Indica el porcentaje de beneficios obtenidos sobre la inversión realizada. Se calcula mediante la división de el VAN y la inversión que se ha realizado para la puesta en funcionamiento del proyecto quedando de la siguiente manera:

$$\frac{VAN}{Inversion} = Q$$

### 3.4. Plazo de recuperación.

El número de años que deben transcurrir hasta que la suma de los pagos sea igual a la suma de los cobros. Cuanto menor sea el plazo de recuperación la inversión será más interesante de realizarse.

### 3.5. Análisis de sensibilidad.

Es una técnica que se utiliza para estudiar posibles variaciones de los elementos que determinan una inversión (TIR, VAN, etc.). Se utiliza para determinar un orden de preferencia entre tipos de inversiones.

## 4. Descripción de la inversión.

En la inversión inicial del proyecto se tienen en cuenta los costes de realización de edificaciones, adquisición e instalación de la maquinaria y equipos y tiempos (realización del proyecto, dirección de obra, coordinador de seguridad y salud, etc.). El resumen de

costes de realización del proyecto son los siguientes y se pueden ver desarrollados en el Documento 5- Presupuesto:

| RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO                        |                       |        | €                   |
|--------------------------------------------------------|-----------------------|--------|---------------------|
| 01                                                     | Movimiento de tierras | 0.44%  | 5,359.12            |
| 02                                                     | Cimentaciones         | 4.64%  | 56,634.26           |
| 03                                                     | Estructuras           | 14.17% | 173,081.32          |
| 04                                                     | Albañilería           | 4.30%  | 52,525.36           |
| 05                                                     | Cubierta              | 0.20%  | 2,400.00            |
| 06                                                     | Instalaciones         | 6.45%  | 78,788.12           |
| 07                                                     | Maquinaria            | 68.23% | 983,620.00          |
| 08                                                     | Gestión de residuos   | 0.51%  | 6,188.96            |
| 09                                                     | Seguridad y salud     | 0.28%  | 3,480.76            |
| 10                                                     | Cerrajería            | 0.80%  | 9,770.70            |
| <b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>           |                       |        | <b>1,371,848.60</b> |
|                                                        | Gastos generales      | 16.00% | 219,495.78          |
|                                                        | Beneficio industrial  | 6.00%  | 82,310.92           |
|                                                        | Suma                  |        | 1,673,655.30        |
|                                                        | IVA                   | 21.00% | 351,467.613         |
| <b>TOTAL EJECUCION POR CONTRATA + GG+ BI</b>           |                       |        | <b>2,025,122.91</b> |
| <b>TOTAL EJECUCION POR CONTRATA + GG+ BI (sin IVA)</b> |                       |        | <b>1,673,655.30</b> |

Por lo tanto, el coste final del proyecto asciende a 1.803.692'91€ € y debido a que el IVA es un concepto deducible el coste total sin este será de 1.490.655'61€.

## 5. Ingresos.

En este apartado se evaluarán los ingresos obtenidos gracias al presente proyecto. Estos son los correspondientes a la venta de los pellets de madera producidos en la planta objeto del proyecto además de ayudas o subvenciones que puedan servir de apoyo a la industria. También se podrían dar ingresos extraordinarios procedentes de la venta de maquinaria o equipos tras sobrepasar su vida útil.

### 5.1. Ingresos ordinarios.

#### 5.1.1. Venta de pellets.

Los ingresos obtenidos de la venta de pelles son los relativos a la comercialización total anual del producto obtenido en la planta (ver Anexo 6- Producción en la planta).

Según lo visto en el Anexo 1- Estudio de mercado el pellet con calidad ENplus A1 y ENplus A2 tienen los siguientes precios:

Tabla 1 Precio medio del pellet en diferentes formatos. Fuente: AVEBIOM.

| Tipo de venta | Precio (€/kg) |
|---------------|---------------|
| Saco de 15kg  | 0'28          |

|                    |      |
|--------------------|------|
| BigBag 1000kg      | 0'25 |
| Granel en volquete | 0'23 |

La cantidad de venta para el producto en sus diferentes formatos y calidades ha sido calculada en el Anexo 6- Producción en la planta el cual estima que la cantidad media anual producida para cada formato es de:

Tabla 2 Resumen de cantidades para su venta.

| Tipo de calidad | Formato de venta   | Cantidad (t/año) |
|-----------------|--------------------|------------------|
| ENplus A1       | Sacos 15kg         | 8.055'74         |
|                 | BigBag 1000kg      | 4.027'87         |
|                 | Granel en volquete | 4.027'87         |
| ENplus A2       | Sacos 15kg         | 5.370'49         |
|                 | BigBag 1000kg      | 2.685'25         |
|                 | Granel en volquete | 2.685'25         |

Una vez definidos el precio medio y cantidad de cada tipo de pellet se estiman los cobros procedentes de la venta de estos:

Pellet ENplus A1:

$$\text{Cobro}_{\text{saco 15kg}} = 8.055.740 \text{ kg} * 0'28 \text{ €/kg} = 2.255.607'2 \text{ €}$$

$$\text{Cobro}_{\text{BigBag}} = 4.027.870 \text{ kg} * 0'25 \text{ €/kg} = 1.006.967'5 \text{ €}$$

$$\text{Cobro}_{\text{Granel}} = 4.027.870 \text{ kg} * 0'23 \text{ €/kg} = 926410'1 \text{ €}$$

Pellet ENplus A2:

$$\text{Cobro}_{\text{saco 15kg}} = 5.370.490 \text{ kg} * 0'27 \text{ €/kg} = 1.450.032'3 \text{ €}$$

$$\text{Cobro}_{\text{BigBag}} = 2.685.250 \text{ kg} * 0'24 \text{ €/kg} = 644.460 \text{ €}$$

Cobro<sub>Granel</sub> = 2.685.250 kg \* 0'22 €/kg = 590.755 €

Total:

Teniendo en cuenta los anteriores apartados la suma de los ingresos directos de la venta de pellets serán 6.874.232'1 €.

## 5.2. Ingresos extraordinarios.

### 5.2.1. Venta de las edificaciones.

Como ingresos extraordinarios consideramos un valor residual del 25% de la obra civil (461.129'76€) que nos da una cantidad de 115.28244€ en el último año de vida útil del proyecto.

Se estima el valor residual en el 25% ya que aún le faltan años de vida útil a las edificaciones.

### 5.2.2. Venta de inmovilizados.

Otro de los ingresos extraordinarios será el de la venta del inmovilizado tras su vida útil en el proyecto, su valor residual. El valor de cada uno de ellos al final de su vida útil se calcula de la siguiente manera:

Tabla 3 Resumen cobros extraordinarios

| Inmovilizado             | Valor (€) | N (años) | Nº de reposiciones | Valor residual (%) | Valor residual (€) |
|--------------------------|-----------|----------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Pala cargadora           | 17.000    | 10       | 1 (en 2029)        | 10                 | 1.700              |
| Carretilla elevadora     | 23.500    | 12       | 1 (en 2031)        | 10                 | 2.350              |
| Maquinaria de producción | 983.620   | 10       | 1 (en 2029)        | 10                 | 98.362             |
| TOTAL                    |           |          |                    |                    | 102.412            |

## 6. Inversión a realizar.

Este apartado está desarrollado en detalle en el Documento 5- Presupuesto.

### 6.1. Presupuesto de ejecución material.

El presupuesto de ejecución por contrata de las obras e instalaciones de este proyecto asciende a 2.025.122'91€

## 7. Costes ordinarios.

### 7.1. Adquisición de la materia prima.

Se trata de calcular el valor de la materia prima para el proceso de producción puesto en la fábrica. Como se ha visto en el Anexo 4- Materia prima y disponibilidad el coste medio del subproducto de la industria de la madera no tratado químicamente en la puerta de fábrica es de 37'97€/tms a lo que hay que añadir 7'86€/tms del coste medio de transporte hasta la planta (BIORAISE).

Por lo tanto, teniendo en cuenta que en el proceso de producción se van a utilizar 28.719'22 tms el total del coste de la materia prima asciende a:

$$(37'97€/tms + 7'86 €/tms) * 28.719'22€ = 1.316.201'85€$$

### 7.2. Envases y embalajes

Los sacos tienen una capacidad de 15 kg, siendo la producción destinada a este método de venta equivale a 3.909 sacos diarios = 895.161 sacos/año.

Cada palé contiene 80 sacos por lo que son necesarios 11.189'51 pales/año.

Los palés se envuelven en film, cada pale necesita unos 10 m de film, por lo que se necesitan 111.895'125m de film para envolver.

Tabla 4 Precios de los envases.

| Envase       | Cantidad (ud/año) | Precio (€/año) | (Coste €/año)    |
|--------------|-------------------|----------------|------------------|
| Saco 15kg    | 895.161           | 0'038          | 34.016'12        |
| Pale         | 11.189'51         | 2'9            | 32.449'58        |
| Film         | 11.896            | 0'027          | 321'192          |
| <b>Total</b> |                   |                | <b>66.786'89</b> |

### 7.3. Producción del pellet.

Son aquellos relacionados con la producción del pellet y las instalaciones de la planta (electricidad, agua, mano de obra, etc.). Estos costes se resumen a continuación:

- H: numero de horas empleadas al año/meses.
- E: Consumo eléctrico medio (kW).
- W: Consumo de agua medio de la industria. 0'63 m<sup>3</sup>/persona.día (INE)
- P: Precio unitario (€/kW, €/m<sup>3</sup> y €/mes)

Tabla 5 Coste de la producción.

| Concepto                                          | H        | E        | W                    | P                    | Total (€/año)     |
|---------------------------------------------------|----------|----------|----------------------|----------------------|-------------------|
| Consumo energético                                | 3.664 h  | 1.102'12 | -                    | 0'083 €/kW           | 335.167           |
| Consumo agua                                      | -        | -        | 494'64m <sup>3</sup> | 0'46€/m <sup>3</sup> | 530'91+61'8       |
| Recambios y reparaciones                          | 12 meses | -        | -                    | 15.000 €/mes         | 180.000           |
| Mano de obra (incluye S.S.)                       | -        |          |                      |                      | 154.710           |
| Gastos telecomunicaciones                         | 12 meses | -        | -                    | 41'3 €/mes           | 495'6             |
| <b>Gastos anuales de la producción de pellets</b> |          |          |                      |                      | <b>670.965'31</b> |

Precios obtenidos de:

- Electricidad: Precio medio 2018. Ministerio de Industria, Comercio y Turismo.
- Agua: Ordenanza N°21 Ayuntamiento de Tarazona. Cuota fija mensual (61'8€/año) + consumo (0'46€/L).
- Recambios y reparaciones: Estimación.
- Mano de Obra (sueldo bruto):
  - Empleado pala y carretillero: 16.565 €/año x 2 empleados
  - Comercial: 20.000 €/año x 2 empleados
  - Jefe control de producción: 25.000 €/año
  - Operario: 15.290 €/año x 2 empleados
  - Gerente: 40.000 €/año
  - Total anual: 168.710€/año + 32'67% de cargas sociales (Seguridad Social, Formación profesional y Desempleo)= 223.827'56€/año
- Telecomunicaciones: Precios medios por países. Comisión Europea 2018.



#### 7.4. Gastos comerciales

Son los gastos destinados a la publicidad, internet, etc., y se estima que equivalen a un 2% del total de la inversión.

$$2\% \text{ de } 2.025.122'91\text{€} = 40.502'46\text{€}$$

#### 7.5. Gasto en materiales

Se estima que se destinara un 1'9% de la inversión inicial a material auxiliar de la producción, material de oficina, deterioros...etc, esto equivale a 38.477'34€/año

#### 7.6. Pagos extraordinarios.

Tabla 6 Gastos extraordinarios.

| Maquinaria               | Valor (€) | N (años) | Nº de reposiciones |
|--------------------------|-----------|----------|--------------------|
| Pala cargadora           | 17.000    | 10       | 1 (en 2029)        |
| Carretilla elevadora     | 23.500    | 12       | 1 (en 2031)        |
| Maquinaria de producción | 983.620   | 10       | 1 (en 2029)        |

#### 7.7. Impuesto de sociedades

Repercute la renta de las sociedades y demás entidades y está regulado por la Ley 27/2014, de 27 de noviembre. El impuesto de sociedades en España el tipo general es del 25%, por lo tanto ascenderá a 1.718.558€/año.

#### 7.8. Total de los pagos

La suma de los pagos anteriormente descritos equivale a 4.075.353'07€/año

### 8. Financiación

A continuación, se contemplan el escenario para la financiación del proyecto que consiste en la solicitud de un préstamo hipotecario al banco correspondiente al 100% de la inversión.

#### 8.1. Gastos financieros

Se prevé solicitar un crédito por la inversión total del proyecto menos el IVA del mismo, a un interés del 3% y un plazo de devolución de 20 años. El valor de la anualidad de la amortización se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$a = C \frac{(1+i)^n i}{(1+i)^n - 1}$$

Donde C: 1.490.655'61 €

i: 0,03 anual

n: 20 años

Valor de la anualidad: 112.495.91€

## 9. Flujos de caja

A continuación, se presenta el flujo de caja teniendo en cuenta tanto los pagos y cobros ordinarios como extraordinarios y el interés generado por el crédito bancario descrito y calculado en el punto 8.1. del presente anexo.

Tabla 7 Flujo de caja

| Cobros         |                 |             | Pagos       |                 |             | Flujo de caja    |
|----------------|-----------------|-------------|-------------|-----------------|-------------|------------------|
| Ordinarios     | Extraordinarios | Total       | Ordinarios  | Extraordinarios | Total       |                  |
|                |                 |             |             |                 |             | - 2,025,122.91 € |
| 2,025,122.91 € |                 | 2,025,123 € | 4,187,849 € |                 | 4,187,849 € | - 2,162,726 €    |
| 5,499,385.00 € |                 | 5,499,385 € | 4,187,849 € |                 | 4,187,849 € | 1,311,536 €      |
| 5,499,385.00 € |                 | 5,499,385 € | 4,187,849 € |                 | 4,187,849 € | 1,311,536 €      |
| 5,499,385.00 € |                 | 5,499,385 € | 4,187,849 € |                 | 4,187,849 € | 1,311,536 €      |
| 5,499,385.00 € |                 | 5,499,385 € | 4,187,849 € |                 | 4,187,849 € | 1,311,536 €      |
| 5,499,385.00 € |                 | 5,499,385 € | 4,187,849 € |                 | 4,187,849 € | 1,311,536 €      |
| 5,499,385.00 € |                 | 5,499,385 € | 4,187,849 € |                 | 4,187,849 € | 1,311,536 €      |
| 5,499,385.00 € |                 | 5,499,385 € | 4,187,849 € |                 | 4,187,849 € | 1,311,536 €      |
| 5,499,385.00 € |                 | 5,499,385 € | 4,187,849 € |                 | 4,187,849 € | 1,311,536 €      |
| 5,499,385.00 € | 100,062 €       | 5,599,447 € | 4,187,849 € | 1,000,620 €     | 4,187,849 € | 1,411,598 €      |
| 5,499,385.00 € |                 | 5,499,385 € | 4,187,849 € |                 | 4,187,849 € | 1,311,536 €      |
| 5,499,385.00 € | 2,350 €         | 5,501,735 € | 4,187,849 € | 23,500 €        | 4,187,849 € | 1,313,886 €      |
| 5,499,385.00 € |                 | 5,499,385 € | 4,187,849 € |                 | 4,187,849 € | 1,311,536 €      |
| 5,499,385.00 € |                 | 5,499,385 € | 4,187,849 € |                 | 4,187,849 € | 1,311,536 €      |

|                   |  |                |                |  |                |             |
|-------------------|--|----------------|----------------|--|----------------|-------------|
| 5,499,385.00<br>€ |  | 5,499,385<br>€ | 4,187,849<br>€ |  | 4,187,849<br>€ | 1,311,536 € |
| 5,499,385.00<br>€ |  | 5,499,385<br>€ | 4,187,849<br>€ |  | 4,187,849<br>€ | 1,311,536 € |
| 5,499,385.00<br>€ |  | 5,499,385<br>€ | 4,187,849<br>€ |  | 4,187,849<br>€ | 1,311,536 € |
| 5,499,385.00<br>€ |  | 5,499,385<br>€ | 4,187,849<br>€ |  | 4,187,849<br>€ | 1,311,536 € |
| 5,499,385.00<br>€ |  | 5,499,385<br>€ | 4,187,849<br>€ |  | 4,187,849<br>€ | 1,311,536 € |
| 5,499,385.00<br>€ |  | 5,499,385<br>€ | 4,187,849<br>€ |  | 4,187,849<br>€ | 1,311,536 € |

## 10. Conclusiones

### 11.1. Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)

Para comprobar la rentabilidad del proyecto se han calculado el VAN y el TIR a partir del flujo de caja presentado en la Tabla 5 y utilizando las formulas presentadas en el apartado 3 del presente anexo arrojando los siguientes resultados para una tasa de rendimiento requerida del 20%.

Tabla 8 VAN y TIR

|            |                |
|------------|----------------|
| <b>VAN</b> | 1.235.593'37 € |
| <b>TIR</b> | 27%            |

De estos datos se deduce que la inversión es satisfactoria, ya que, se obtiene una tasa interna de retorno del 29 % y un V.A.N. es positivo.

### 11.2. Relación beneficio-Inversión

$$Q = \frac{VAN}{Inversión}$$

La relación Beneficio-Inversión es favorable ya que es de 0'61.

Soria, Junio 2019

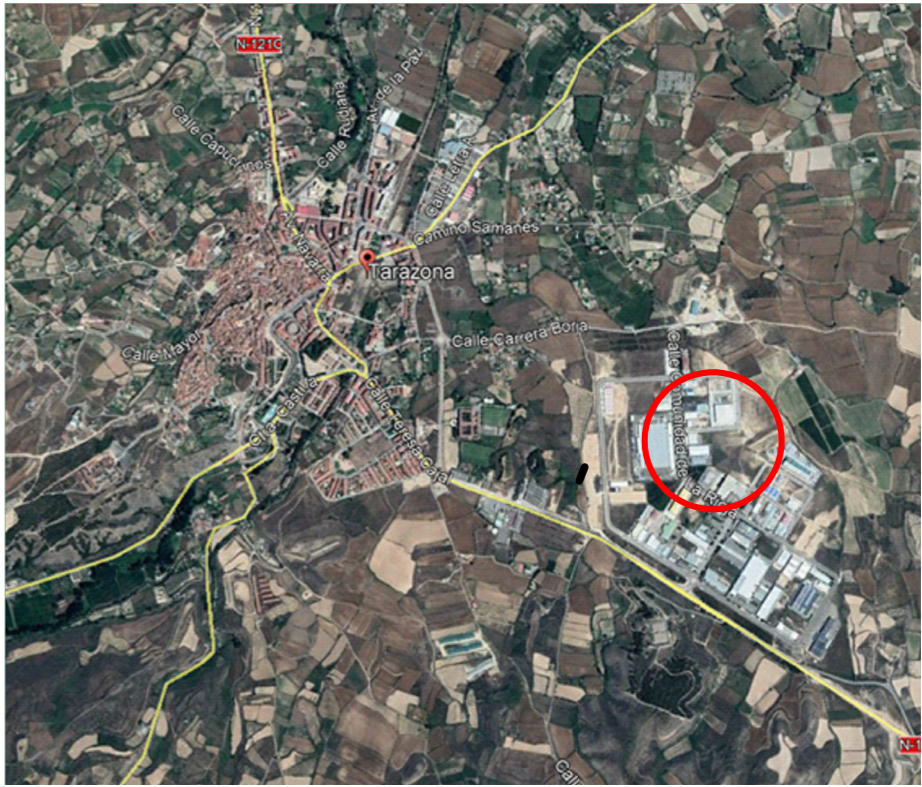
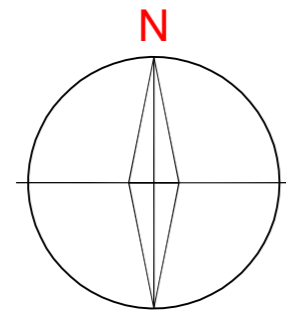
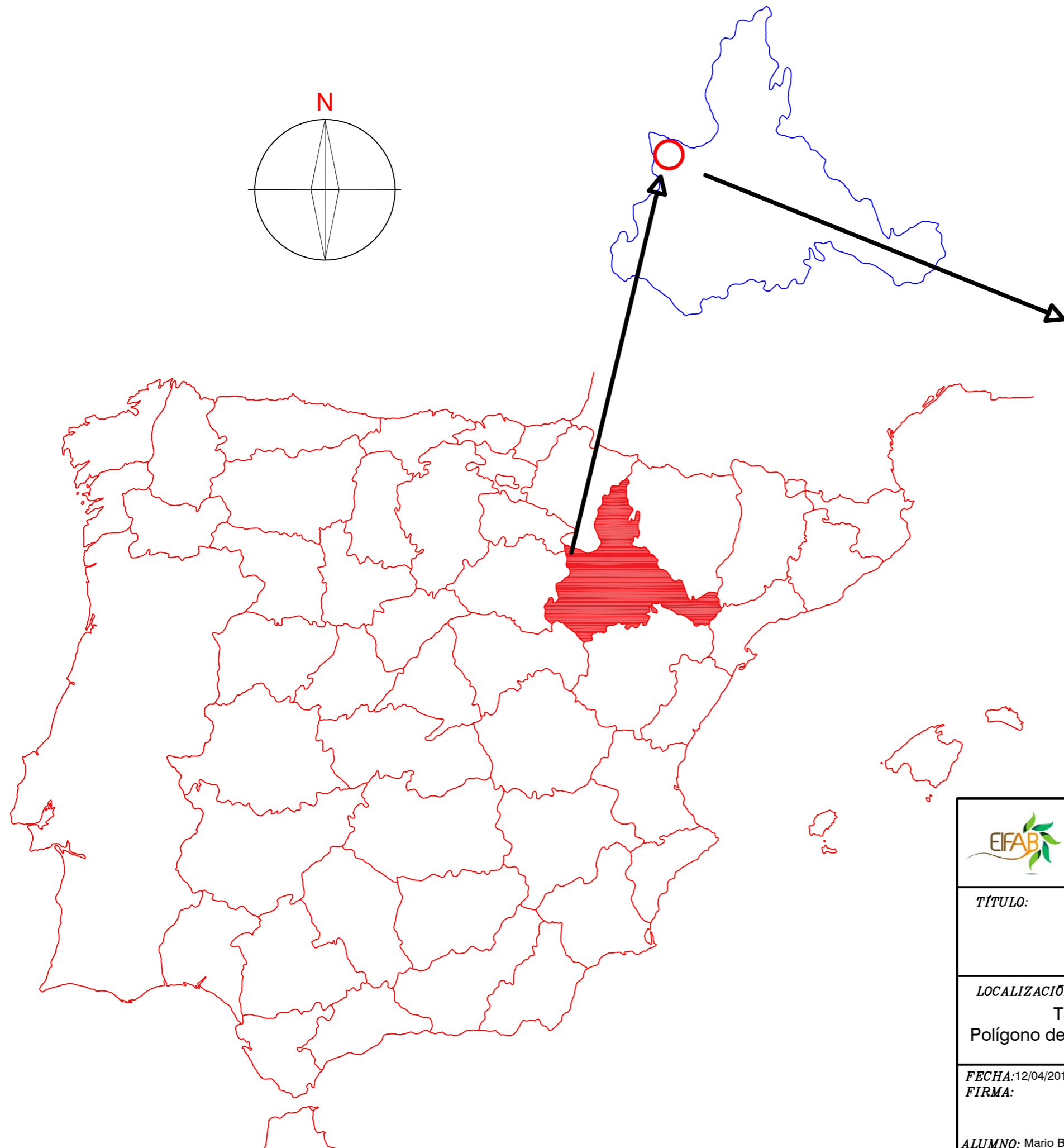
Fdo. Mario Bruna Garcia



# **Documento 2:**

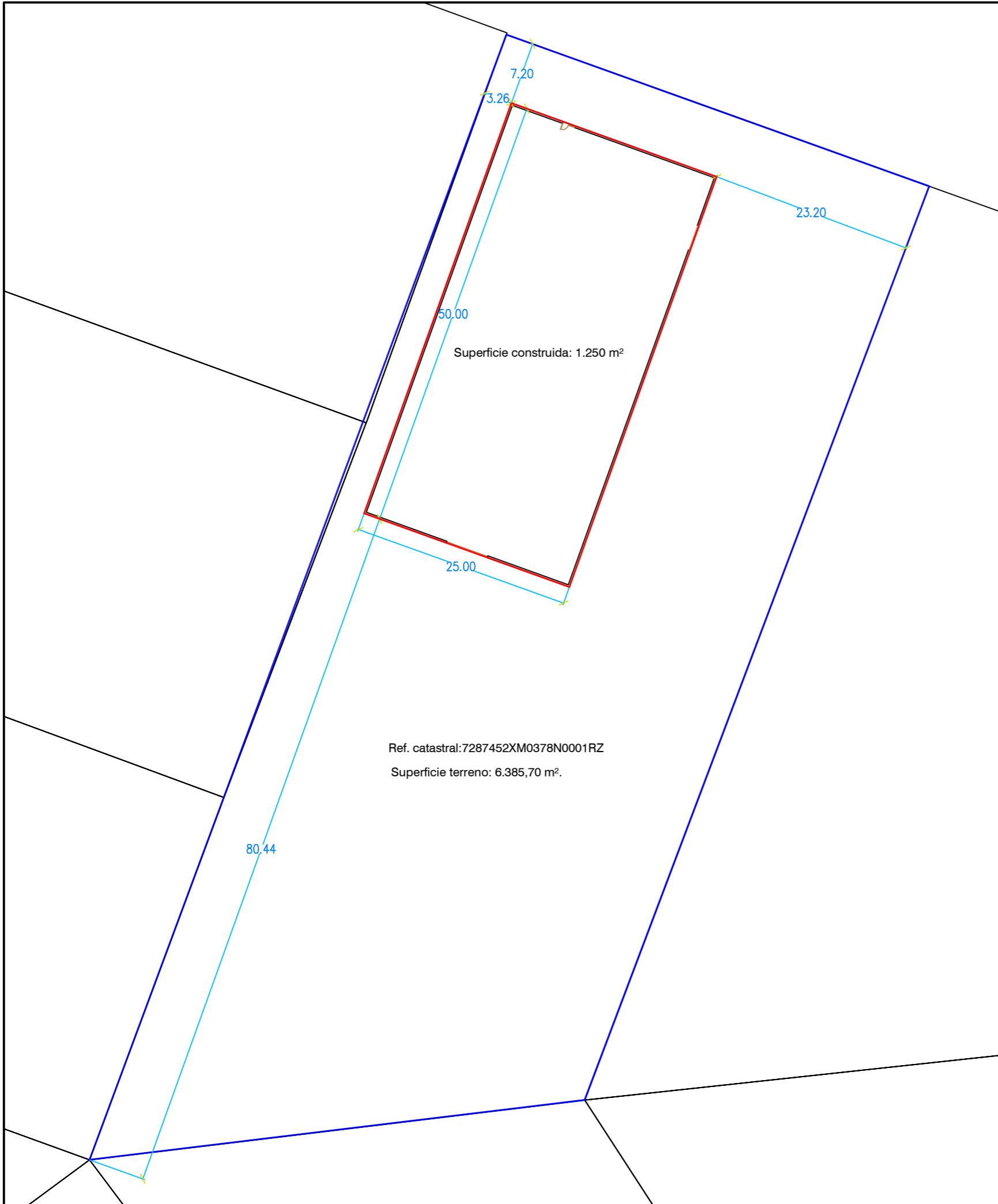
## **Planos**

## **Índice de los planos**

- **Plano 1- Localización**
- **Plano 2- Situación y replanteo**
- **Plano 3- Alzados**
- **Plano 4- Planta general**
- **Plano 5- Detalle de las oficinas**
- **Plano 6- Esquema del proceso**
- **Plano 7- Pórticos**
- **Plano 8- Nudos nave**
- **Plano 9- Cimentación**
- **Plano 10- Detalles tirantes**
- **Plano 11- Detalle uniones**
- **Plano 12- Instala**
- **Plano 13- Fontanería y saneamiento**
- **Plano 14- Instalación contra incendios**



|                                                                                                           |  |                                                                                                                           |                              |                                                                                       |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--|
|                      |  | <b>U.V.A.–E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA</b><br><b>GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES</b> |                              |  |  |
| <b>PROMOTOR:</b> Francisco José García Usón                                                               |  |                                                                                                                           |                              |                                                                                       |  |
| <b>TÍTULO:</b> Proyecto de diseño de una planta de fabricación de pellets procedentes de biomasa forestal |  |                                                                                                                           |                              |                                                                                       |  |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>Tarazona (Zaragoza)<br>Polígono de actuación industrial Tarazona                  |  |                                                                                                                           | <b>ESCALA:</b><br>Sin escala |                                                                                       |  |
| <b>FECHA:</b> 12/04/2019<br><b>FIRMA:</b>                                                                 |  | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>Localización                                                                                      |                              | <b>PLANO N°:</b><br>1                                                                 |  |
| <b>ALUMNO:</b> Mario Bruna García                                                                         |  |                                                                                                                           |                              |                                                                                       |  |



PLANO ZONAL





1/8.000

VISTA AÉREA

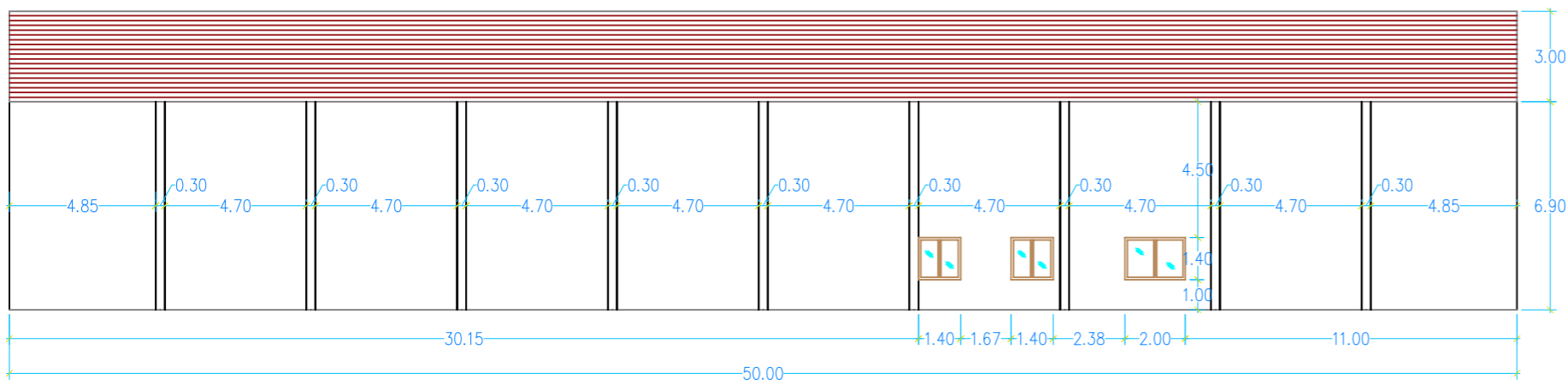


1/20.000

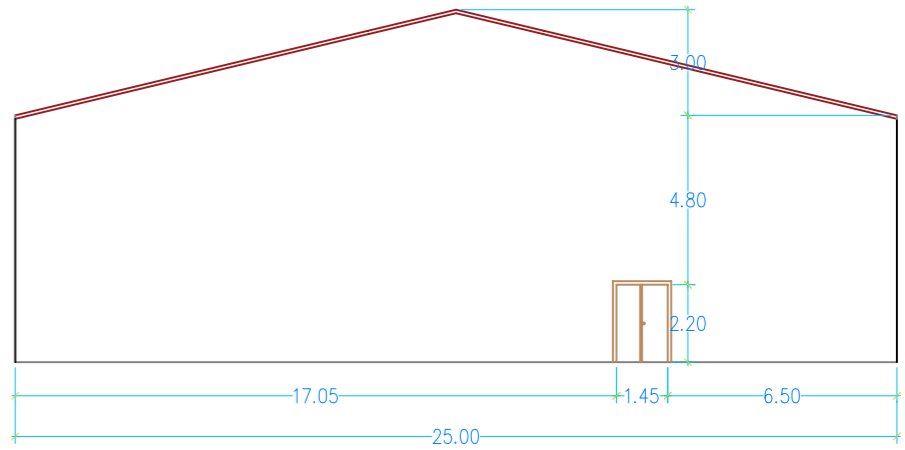
|                                                                                                                                                                                                                 |                                               |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <b>U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA</b><br><b>GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES</b> |                                               |  |
| <b>PROMOTOR:</b> Francisco José García Usón                                                                                                                                                                     |                                               |                                                                                       |
| <b>TÍTULO:</b> Proyecto de diseño de una planta de fabricación de pellets procedentes de biomasa forestal                                                                                                       |                                               |                                                                                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b> Tarazona (Zaragoza)<br>Polígono de actuación industrial Tarazona                                                                                                                           |                                               | <b>ESCALA:</b><br>1:500                                                               |
| <b>FECHA:</b> 12/04/2019<br><b>FIRMA:</b>                                                                                                                                                                       | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>Situación y replanteo | <b>PLANO N°:</b><br>2                                                                 |
| <b>ALUMNO:</b> Mario Bruna Garcia                                                                                                                                                                               |                                               |                                                                                       |

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

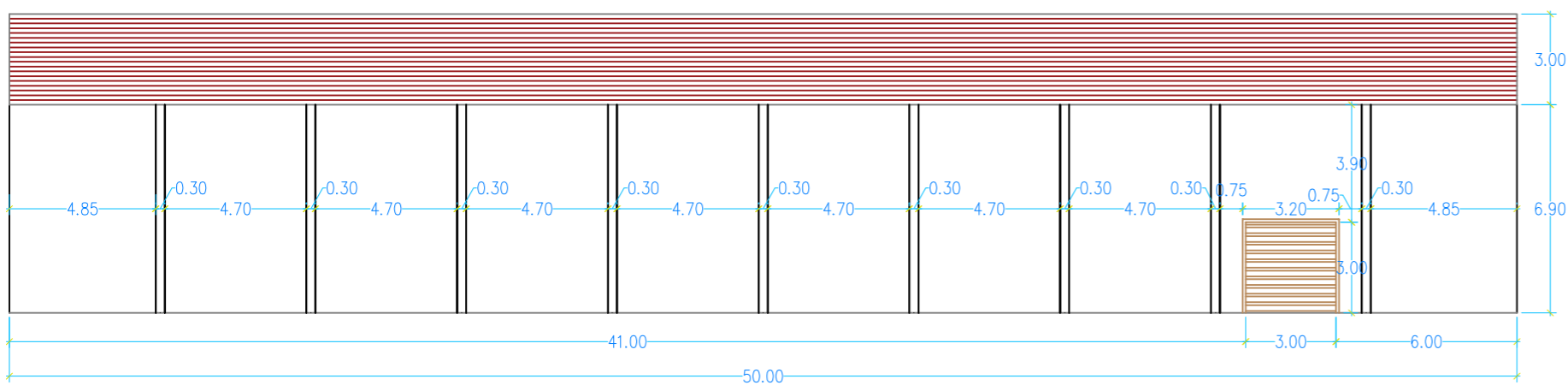
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



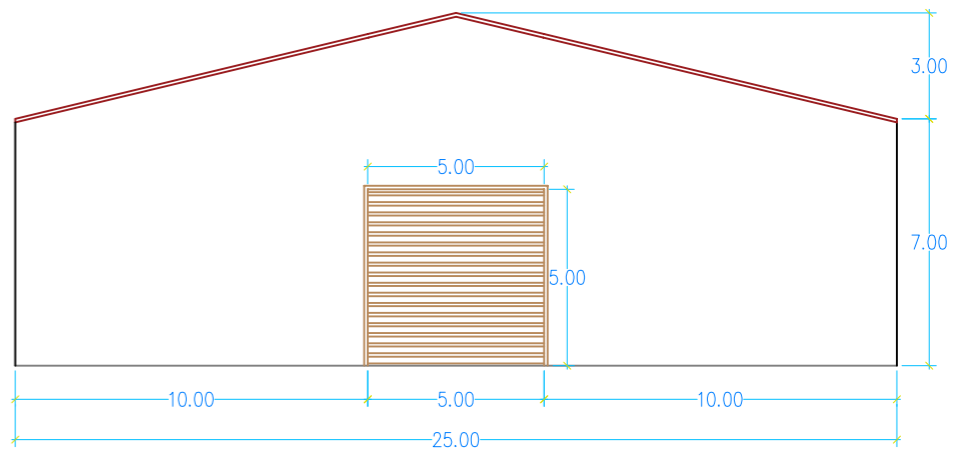
ALZADO OESTE





ALZADO NORTE



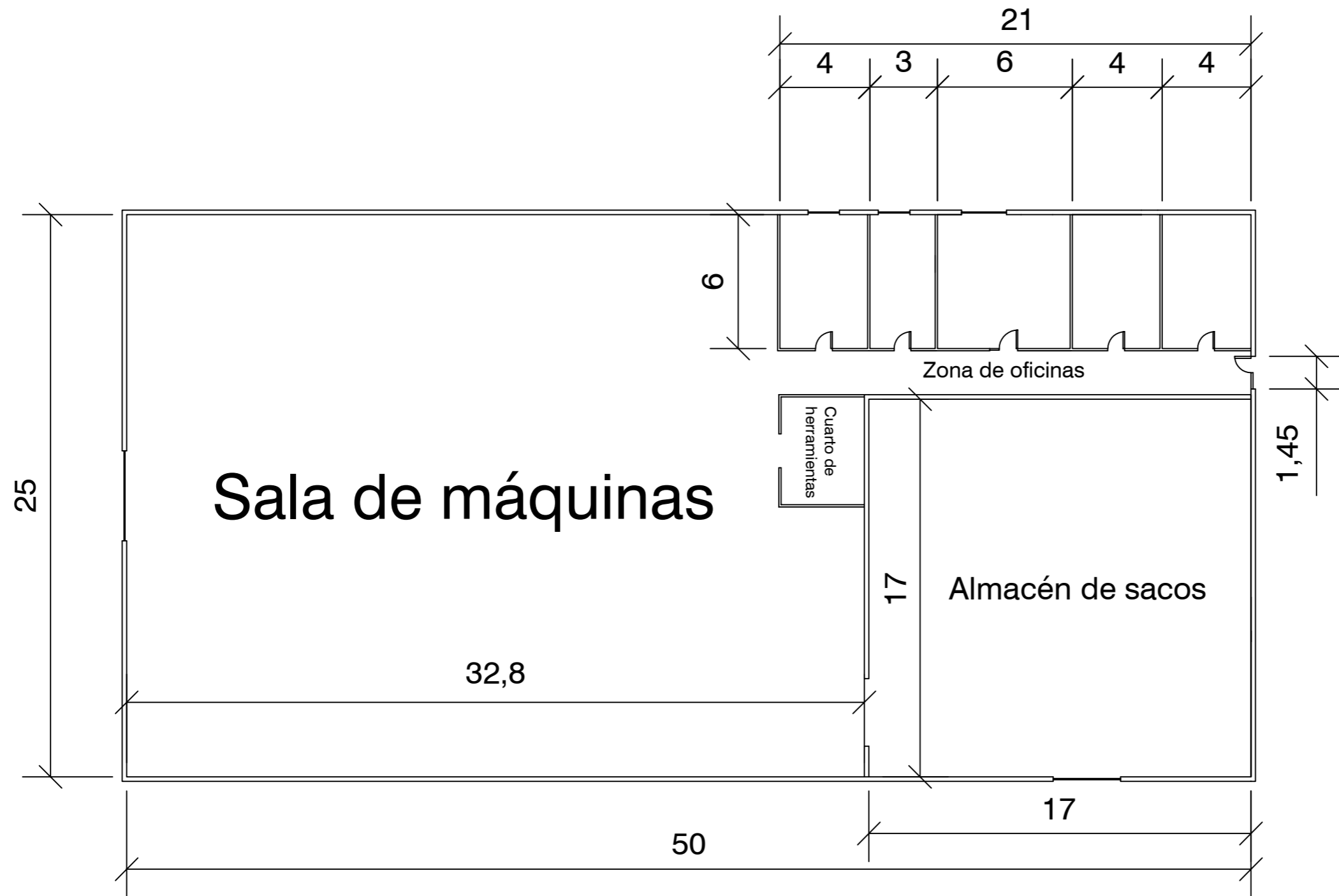
ALZADO ESTE





ALZADO SUR

|                                                                                                                                                                                                   |                                  |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  U.V.A.–E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES |                                  |  |
| PROMOTOR: Francisco José García Usón                                                                                                                                                              |                                  |                                                                                       |
| TÍTULO: Proyecto de diseño de una planta de fabricación de pellets procedentes de biomasa forestal                                                                                                |                                  |                                                                                       |
| LOCALIZACIÓN: Tarazona (Zaragoza)<br>Polígono de actuación industrial Tarazona                                                                                                                    |                                  | ESCALA: 1:200                                                                         |
| FECHA: 12/04/2019<br>FIRMA:                                                                                                                                                                       | DENOMINACIÓN: Alzados de la nave | PLANO N°: 3                                                                           |
| ALUMNO: Mario Bruna Garcia                                                                                                                                                                        |                                  |                                                                                       |



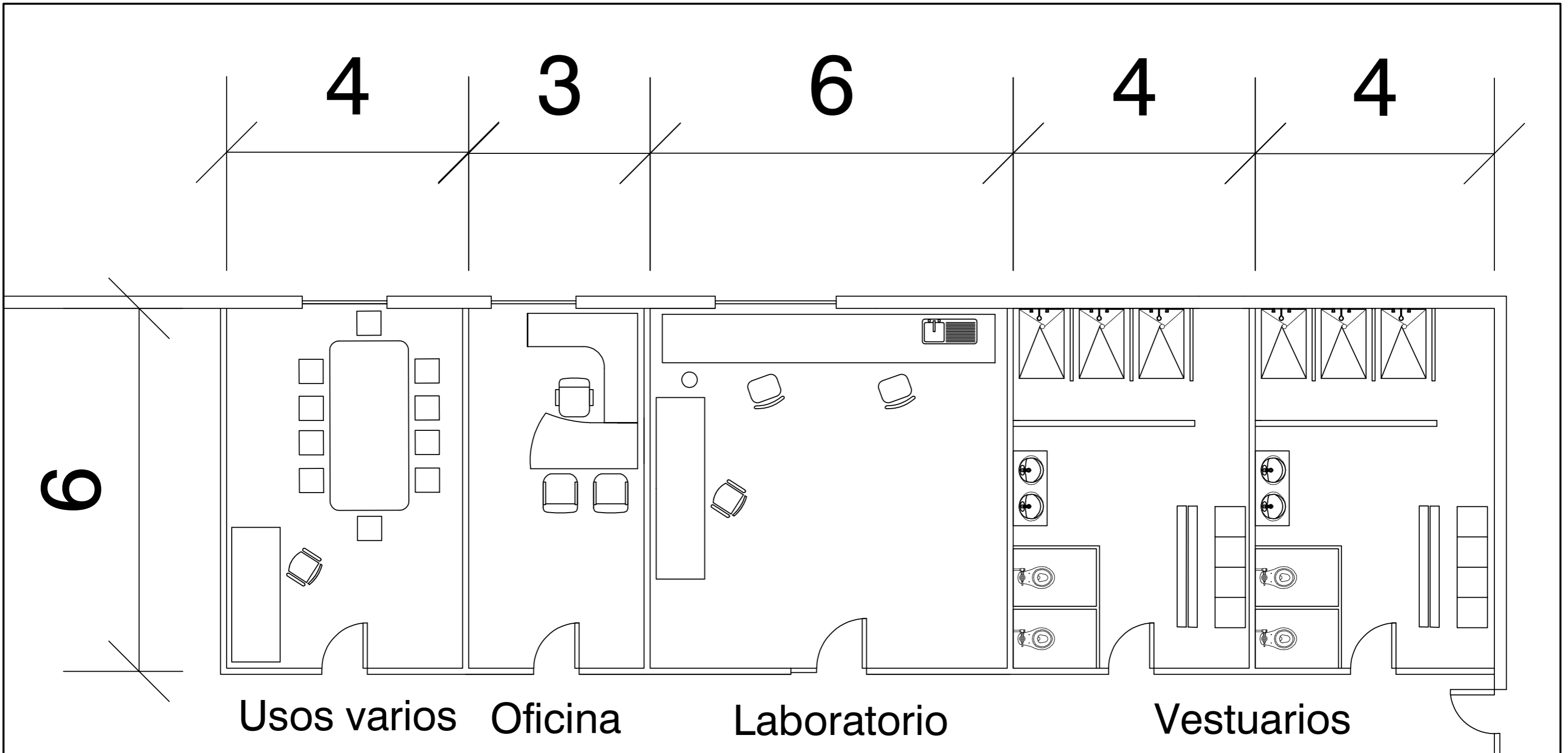


Sala de máquinas: 770 m2  
 Almacén de sacos: 286 m2  
 Zona de oficinas: 168 m2  
 Cuarto de herramientas: 18 m2

|                                                                                                                                                                                                   |                              |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES |                              |  |
| PROMOTOR: Francisco José García Usón                                                                                                                                                              |                              |                                                                                       |
| TÍTULO: Proyecto de diseño de una planta de fabricación de pellets procedentes de biomasa forestal                                                                                                |                              |                                                                                       |
| LOCALIZACIÓN: Tarazona (Zaragoza)<br>Polígono de actuación industrial Tarazona                                                                                                                    |                              | ESCALA: 1:200                                                                         |
| FECHA: 20/04/2019<br>FIRMA:                                                                                                                                                                       | DENOMINACIÓN: Planta general | PLANO Nº: 4                                                                           |
| ALUMNO: Mario Bruna Garcia                                                                                                                                                                        |                              |                                                                                       |

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



Usos varios



Oficina

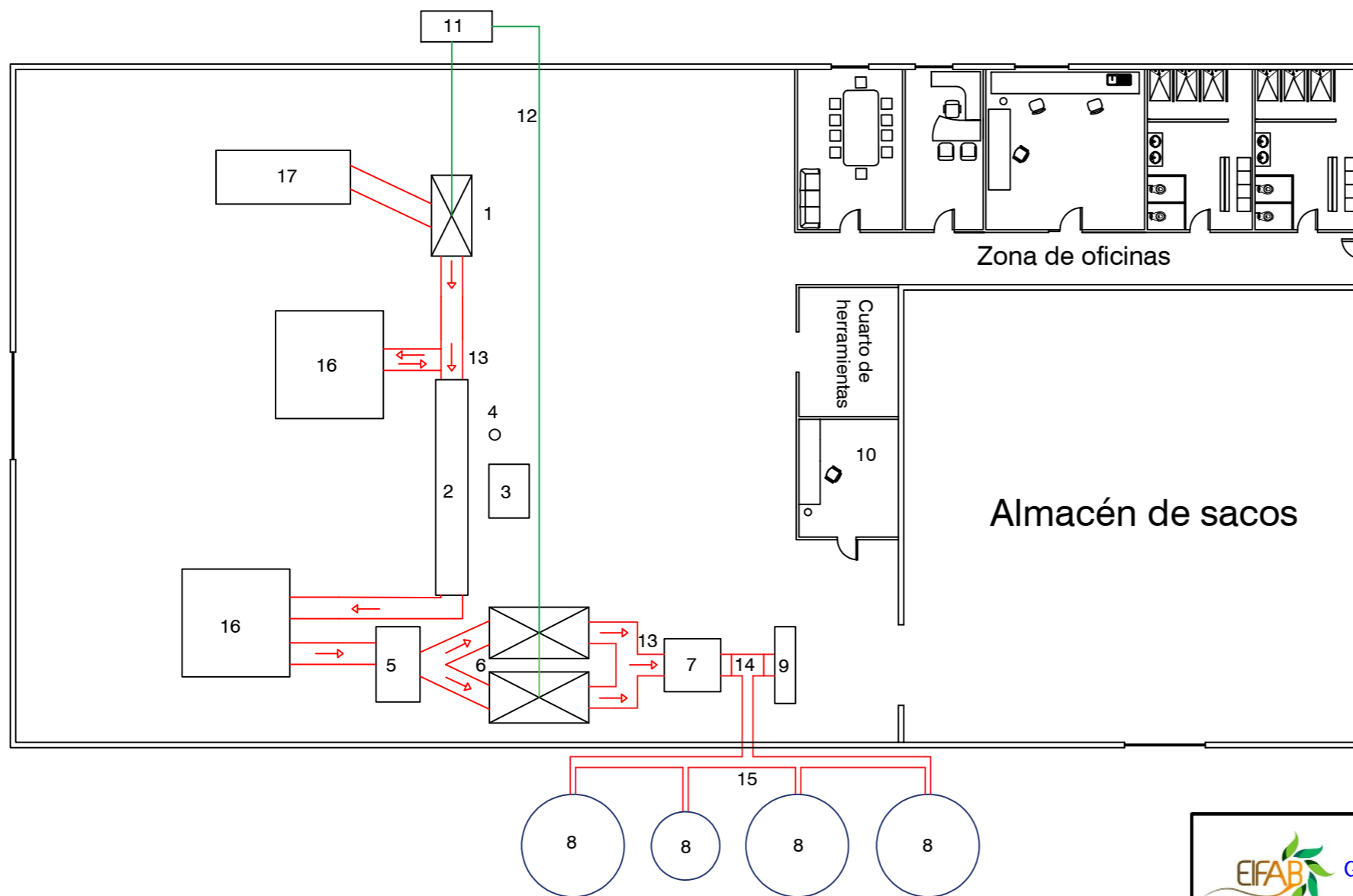
Laboratorio

Vestuarios

Cuarto de herramientas



Almacén de sacos

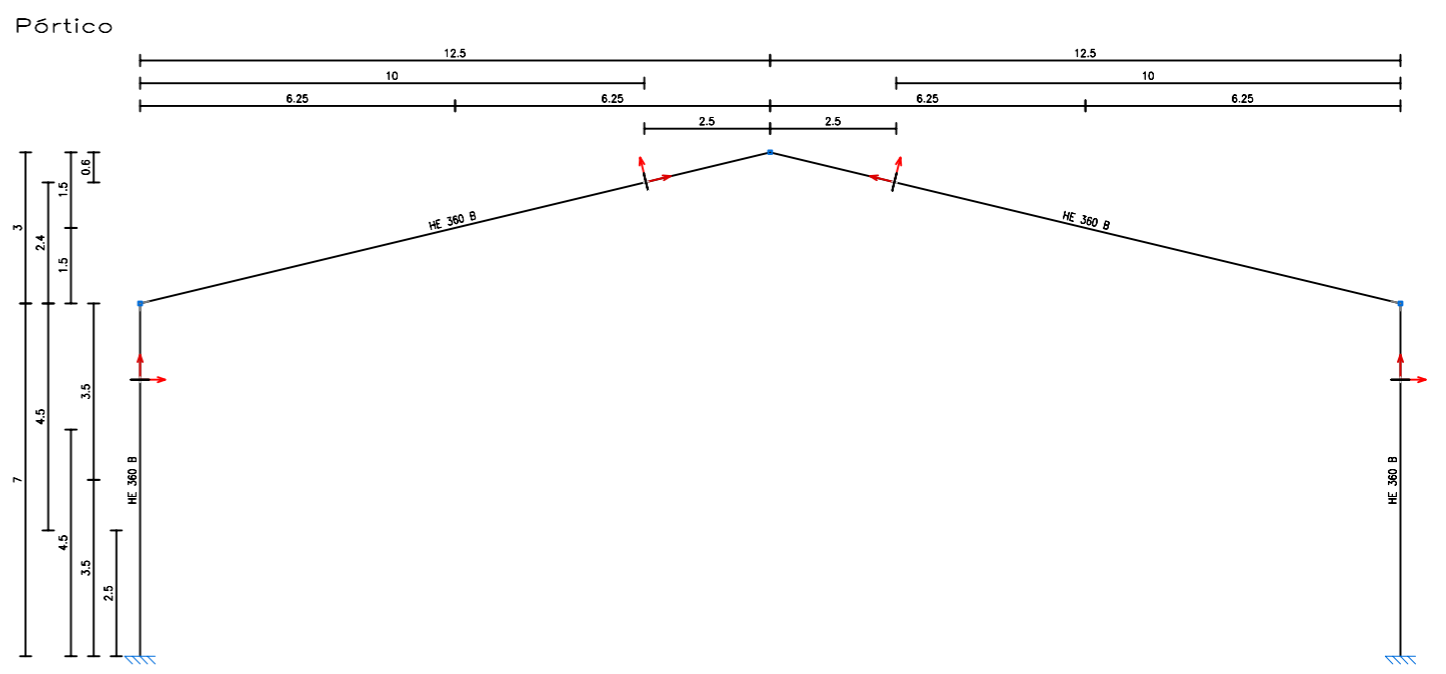
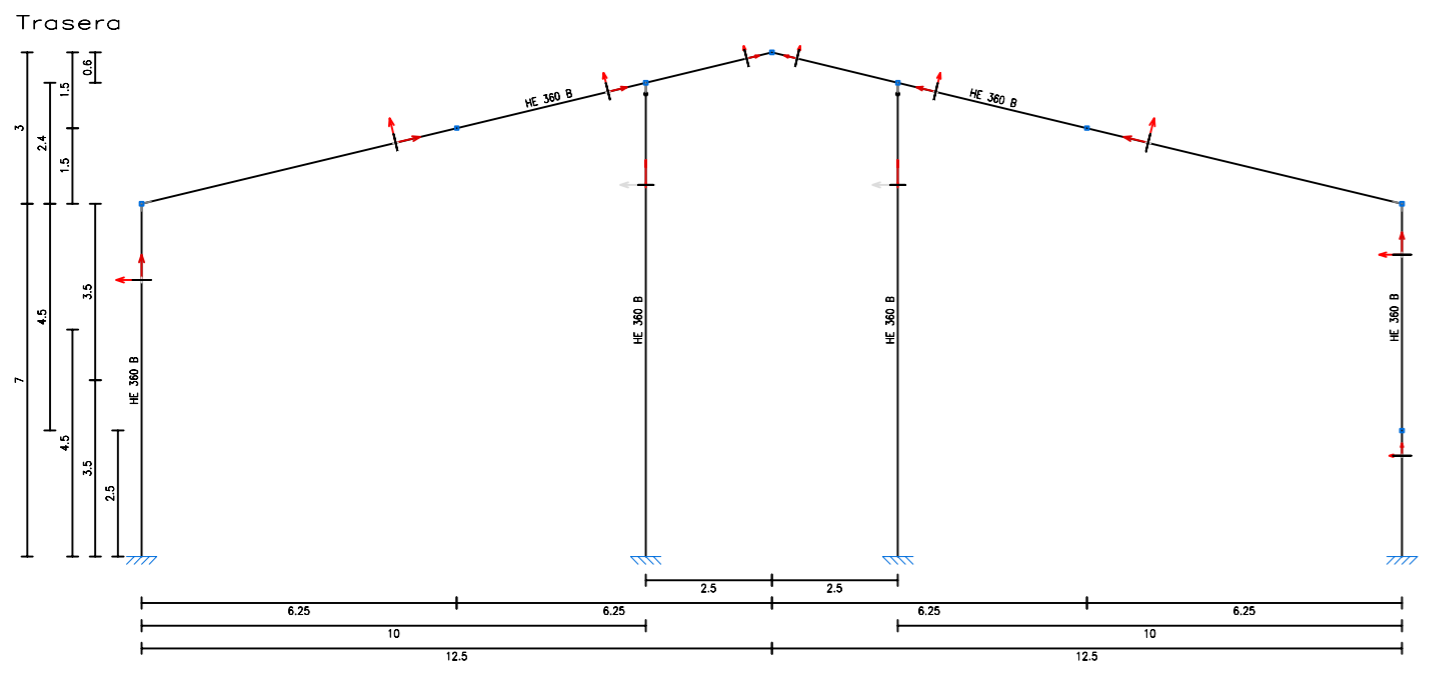
|                                                                                                                                                                                                   |                                        |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES |                                        |  |
| PROMOTOR: Francisco José García Usón                                                                                                                                                              |                                        |                                                                                       |
| TÍTULO: Proyecto de diseño de una planta de fabricación de pellets procedentes de biomasa forestal                                                                                                |                                        |                                                                                       |
| LOCALIZACIÓN: Tarazona (Zaragoza)<br>Polígono de actuación industrial Tarazona                                                                                                                    |                                        | ESCALA: 1:60                                                                          |
| FECHA: 20/04/2019<br>FIRMA:                                                                                                                                                                       | DENOMINACIÓN: Detalle zona de oficinas | PLANO N°: 5                                                                           |
| ALUMNO: Mario Bruna Garcia                                                                                                                                                                        |                                        |                                                                                       |



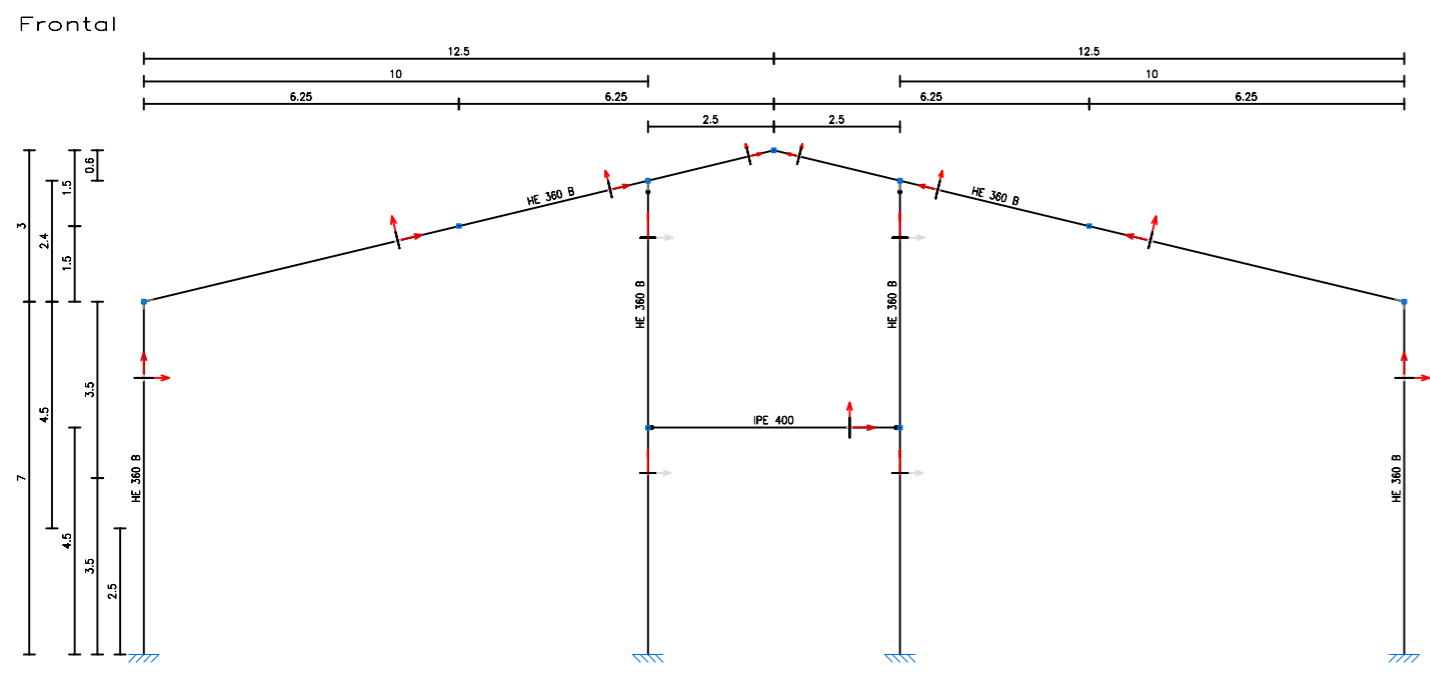
| LEYENDA |                                 |
|---------|---------------------------------|
| 1.      | Astilladora 1.5 x 3 m           |
| 2.      | Trómel 2 x 8 m                  |
| 3.      | Caldera 1.5 x 2 m               |
| 4.      | Ciclón 0.8 m Ø                  |
| 5.      | Refinado 2.8 x 1.6 m            |
| 6.      | Pelletizadoras 1.9 x 3.7 m      |
| 7.      | Enfriador 1.97 x 2.1 m          |
| 8.      | Silos 6.21 y 2.55 m Ø           |
| 9.      | Ensacadora 0.78 x 2.85 m        |
| 10.     | Sala de control 2.54 X 6.31 m   |
| 11.     | Colector de polvo 1.15 x 2.64 m |
| 12.     | Conductos colector              |
| 13.     | Cinta transportadora 0.8 m      |
| 14.     | Derivación cinta/tornillo       |
| 15.     | Tornillo sin fin 0.8 m          |
| 16.     | Tolvas 4 x 4 m                  |
| 17.     | Descortezadora 5 x 2 m          |



Sala de máquinas: 770 m<sup>2</sup>  
 Almacén de sacos: 286 m<sup>2</sup>  
 Zona de oficinas: 168 m<sup>2</sup>  
 Cuarto de herramientas: 18 m<sup>2</sup>

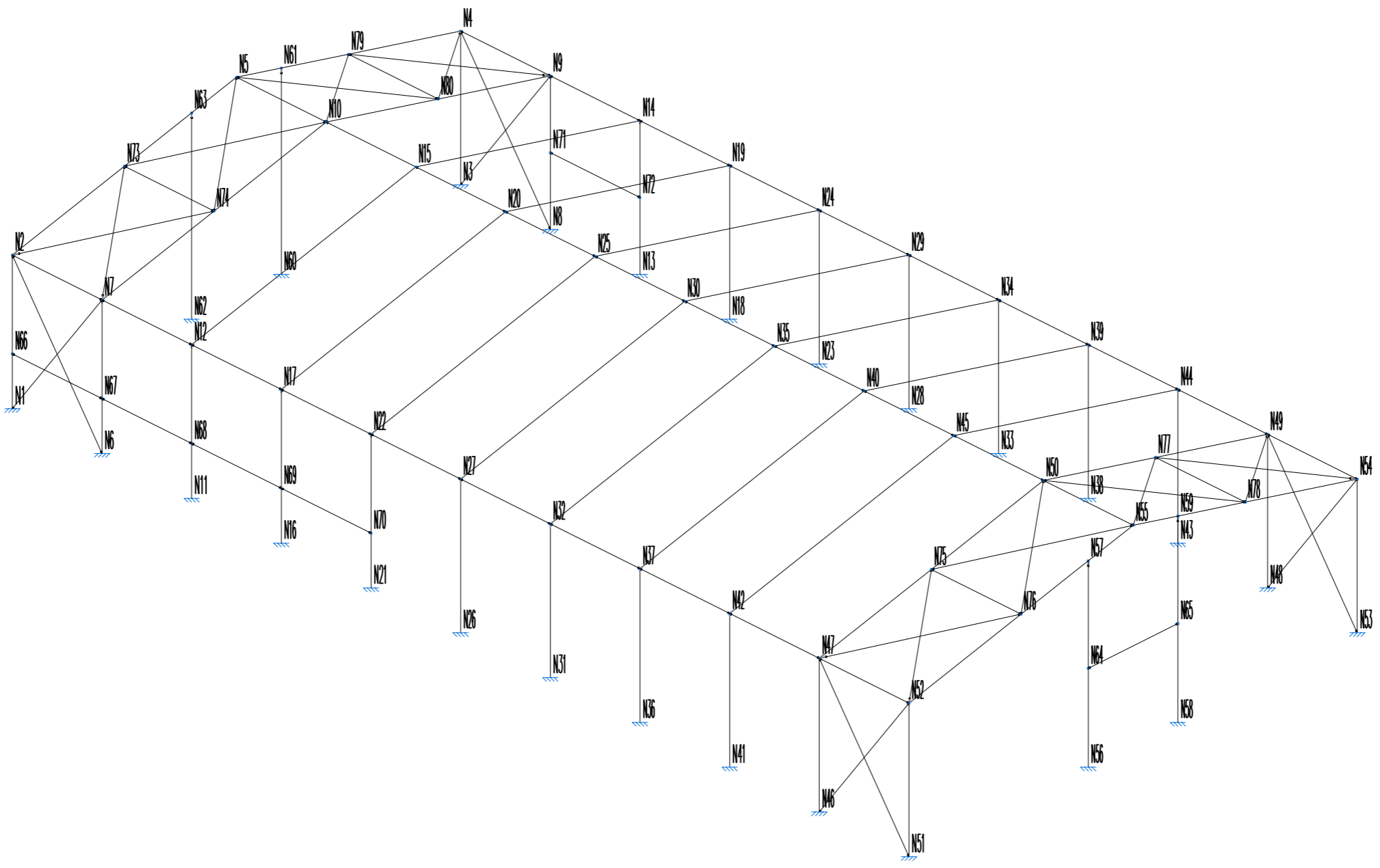
|                                                                                                                                                                                                                                           |                                                 |                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  U.V.A.–E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES<br>PROMOTOR: Francisco José García Usón |                                                 |  |
| TÍTULO:<br>Proyecto de diseño de una planta de fabricación de pellets procedentes de biomasa forestal                                                                                                                                     |                                                 |                                                                                       |
| LOCALIZACIÓN:<br>Tarazona (Zaragoza)<br>Polígono de actuación industrial Tarazona                                                                                                                                                         |                                                 | ESCALA:<br>1:200                                                                      |
| FECHA: 12/04/2019<br>FIRMA:                                                                                                                                                                                                               | DENOMINACIÓN:<br>Esquema del proceso productivo | PLANO N°:<br>6                                                                        |
| ALUMNO: Mario Bruna Garcia                                                                                                                                                                                                                |                                                 |                                                                                       |





Norma de acero laminado: CTE DB SE-A  
Acero laminado: S275



|                                                                                                                                                                                                   |                                  |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES |                                  |  |
| PROMOTOR: Francisco José García Usón                                                                                                                                                              |                                  |                                                                                       |
| <b>TÍTULO:</b><br>Proyecto de diseño de una planta de fabricación de pellets procedentes de biomasa forestal                                                                                      |                                  |                                                                                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>Tarazona (Zaragoza)<br>Polígono de actuación industrial Tarazona                                                                                                          |                                  | <b>ESCALA:</b><br>1:150                                                               |
| <b>FECHA:</b> 12/04/2019<br><b>FIRMA:</b>                                                                                                                                                         | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>Pórticos | <b>PLANO N°:</b><br>7                                                                 |
| <b>ALUMNO:</b> Mario Bruna Garcia                                                                                                                                                                 |                                  |                                                                                       |



Norma de acero laminado: CTE DB SE-A  
Acero laminado: S275

|                                                                                                                                                                                                                                           |                          |                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  U.V.A.–E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES<br>PROMOTOR: Francisco José García Usón |                          |  |
| TÍTULO: Proyecto de diseño de una planta de fabricación de pellets procedentes de biomasa forestal                                                                                                                                        |                          |                                                                                       |
| LOCALIZACIÓN: Tarazona (Zaragoza)<br>Polígono de actuación industrial Tarazona                                                                                                                                                            |                          | ESCALA: Sin escala                                                                    |
| FECHA: 12/04/2019<br>FIRMA:                                                                                                                                                                                                               | DENOMINACIÓN: Nudos nave | PLANO N°: 8                                                                           |
| ALUMNO: Mario Bruna Garcia                                                                                                                                                                                                                |                          |                                                                                       |



**CUADRO DE VIGAS CENTRADORAS**


| VC.S-1             | VC.T-1.3           |
|--------------------|--------------------|
| Arm. sup.: 4ø16    | Arm. sup.: 4ø16    |
| Arm. inf.: 4ø16    | Arm. inf.: 3ø16    |
| Arm. piel: 1x2ø12  | Arm. piel: 1x2ø12  |
| Estribos: 1xø8c/30 | Estribos: 1xø8c/20 |

**CUADRO DE ARRANQUES**

| Referencias                                       | Pernos de Placas de Anclaje | Dimensión de Placas de Anclaje |
|---------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| N8, N6, N3, N53, N58, N56 y N51                   | 4 Pernos ø 25               | Placa base (500x600x22)        |
| N13, N21, N16, N11, N60 y N62                     | 4 Pernos ø 32               | Placa base (600x700x25)        |
| N18, N23, N28, N33, N38, N43, N41, N36, N31 y N25 | 4 Pernos ø 40               | Placa base (650x750x25)        |
| N48 y N46                                         | 4 Pernos ø 25               | Placa base (550x650x22)        |
| N1                                                | 4 Pernos ø 20               | Placa base (450x550x20)        |


**Resumen Acero**

| Elemento, Viga y Placa de anclaje | Long. total (m) | Peso+10% (kg) | Total |
|-----------------------------------|-----------------|---------------|-------|
| B 500 S, Ys=1.15                  | ø8              | 638.0         | 277   |
|                                   | ø12             | 490.4         | 479   |
|                                   | ø16             | 3750.0        | 6511  |
|                                   | ø20             | 183.6         | 498   |
|                                   |                 |               | 7765  |



**U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA**  
**GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES**

PROMOTOR: Francisco José García Usón



---

**TÍTULO:** Proyecto de diseño de una planta de fabricación de pellets procedentes de biomasa forestal

---

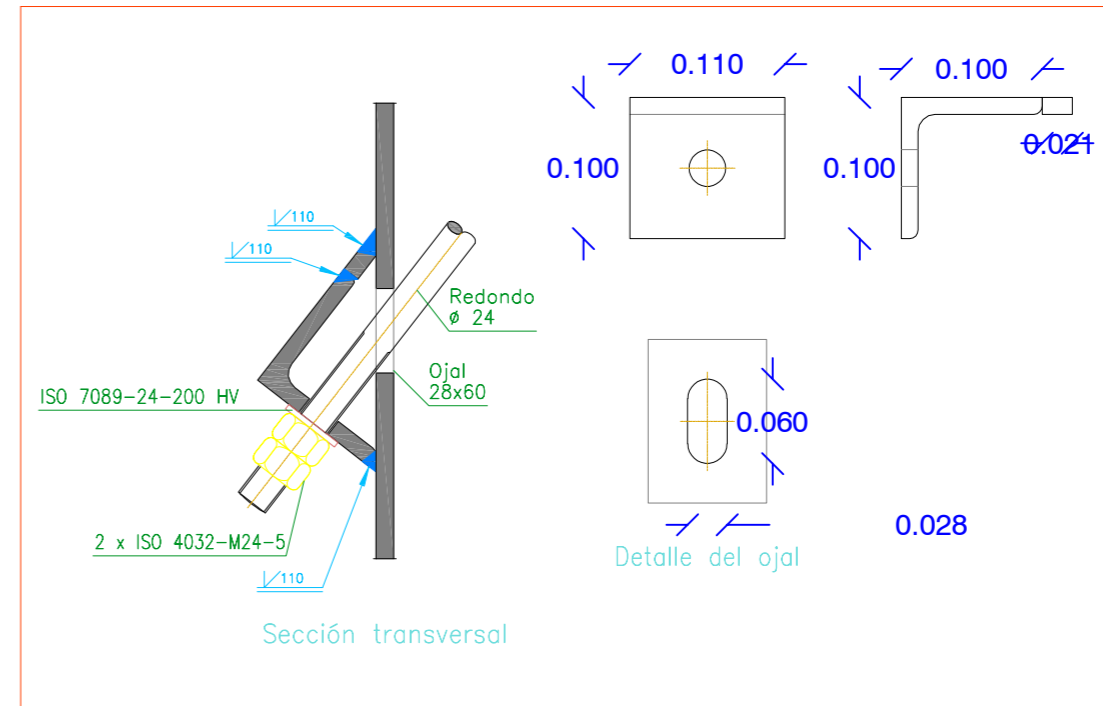
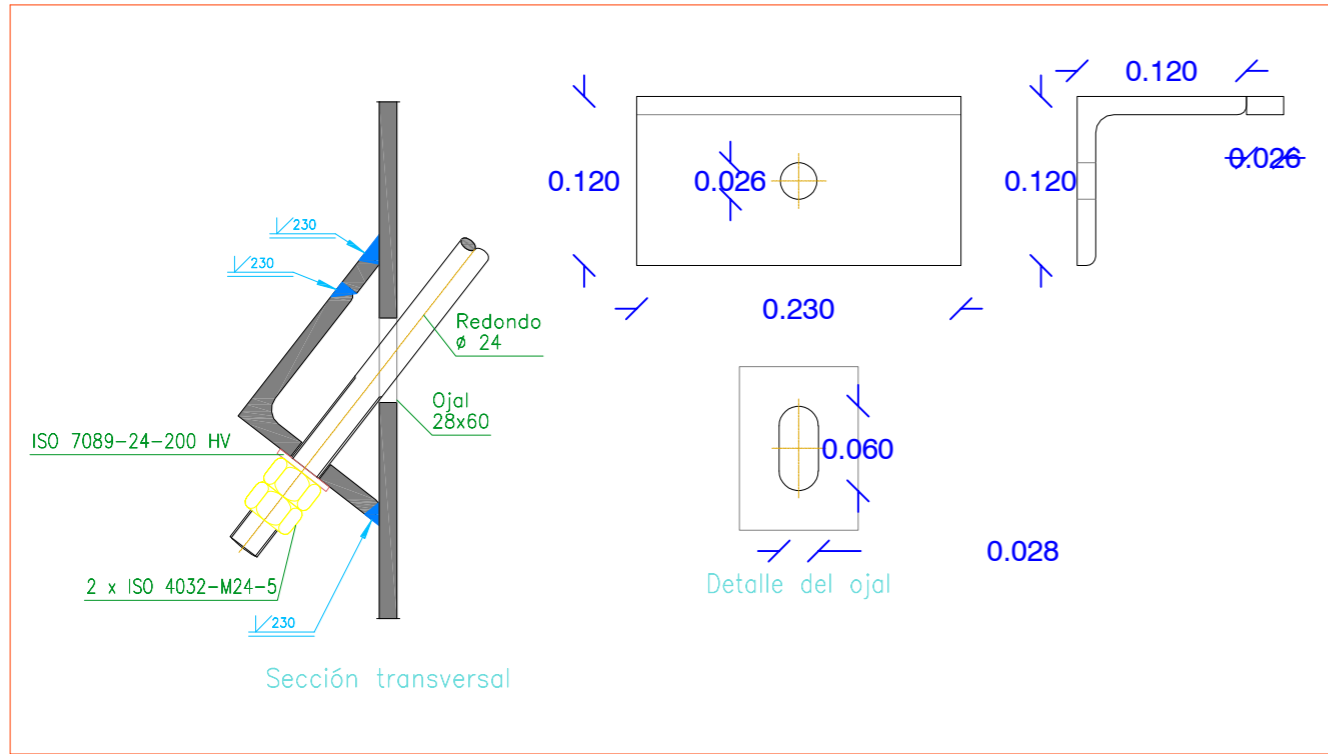
|                                                                                       |                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| <b>LOCALIZACIÓN:</b> Tarazona (Zaragoza)<br>Polígono de actuación industrial Tarazona | <b>ESCALA:</b> 1:200 |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|

---

|                                           |                                  |                    |
|-------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| <b>FECHA:</b> 12/04/2019<br><b>FIRMA:</b> | <b>DENOMINACIÓN:</b> Cimentación | <b>PLANO N°:</b> 9 |
|-------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|

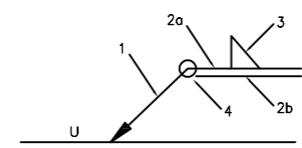
---

**ALUMNO:** Mario Bruna Garcia





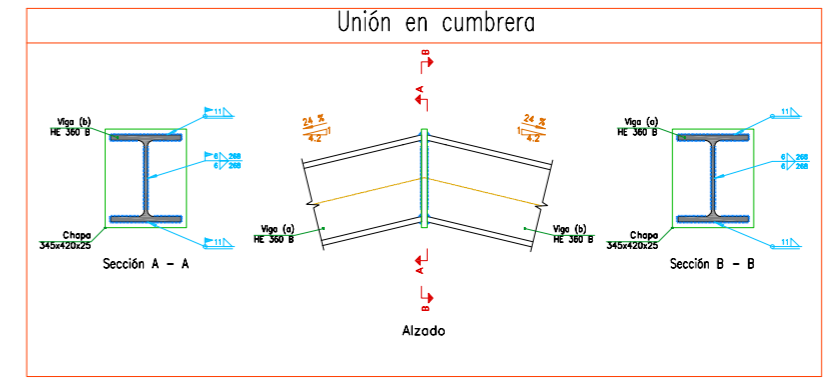
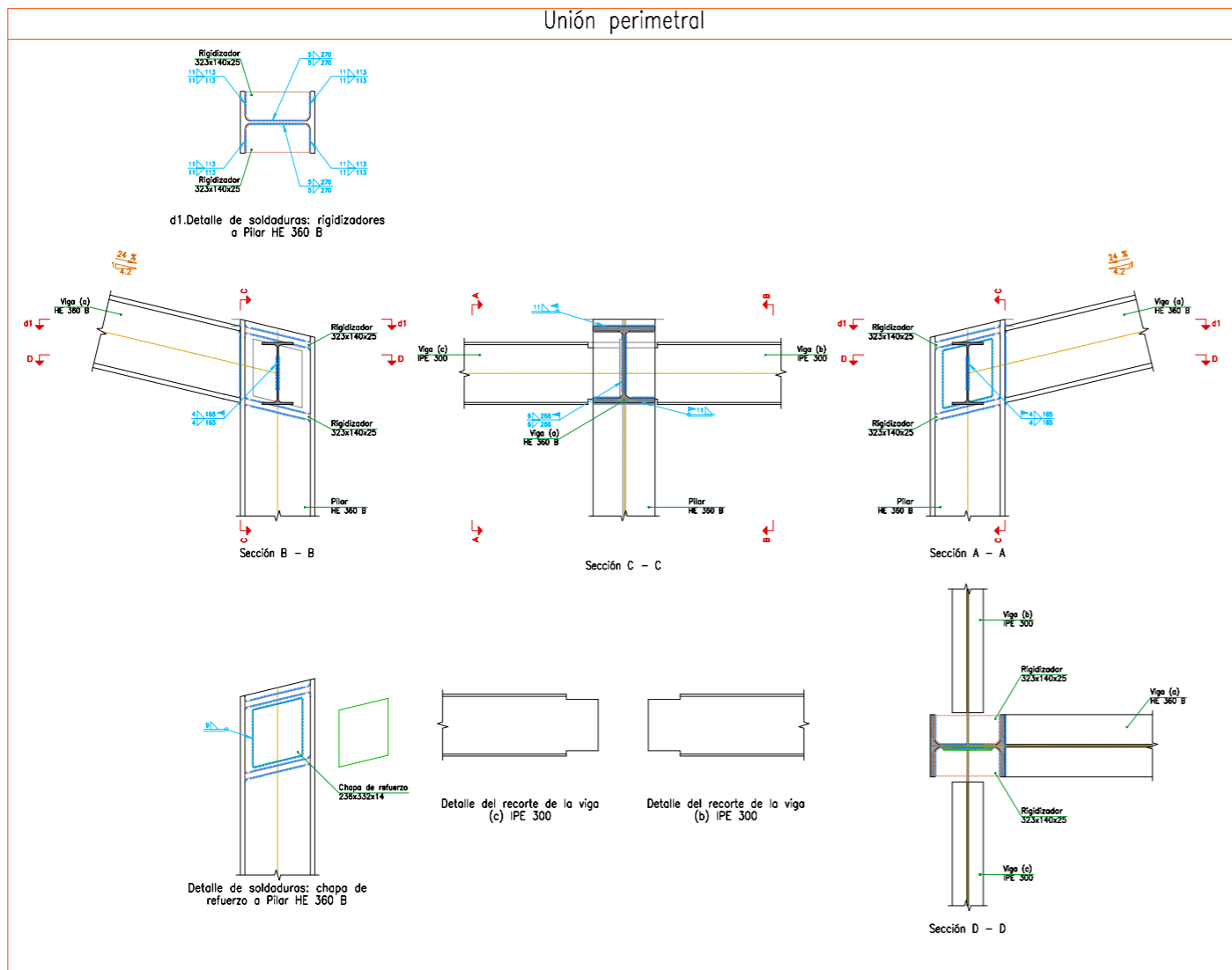
| Designación                                               | Ilustración | Símbolo |
|-----------------------------------------------------------|-------------|---------|
| Soldadura en ángulo                                       |             |         |
| Soldadura a tope en 'V' simple (con chaflán)              |             |         |
| Soldadura a tope en bisel simple                          |             |         |
| Soldadura a tope en bisel doble                           |             |         |
| Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplio |             |         |
| Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo    |             |         |
| Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo           |             |         |

MÉTODO DE REPRESENTACIÓN DE SOLDADURAS

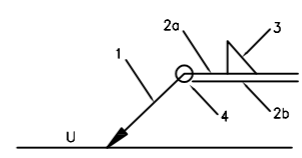


- Referencias:  
 1: línea de la flecha  
 2a: línea de referencia (línea continua)  
 2b: línea de identificación (línea a trazos)  
 3: símbolo de soldadura  
 4: indicaciones complementarias  
 U: Unión

|                                                                                                                                                                                                                                           |                                                     |                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES<br>PROMOTOR: Francisco José García Usón |                                                     |  |
| <b>TÍTULO:</b><br>Proyecto de diseño de una planta de fabricación de pellets procedentes de biomasa forestal                                                                                                                              |                                                     |                                                                                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>Tarazona (Zaragoza)<br>Polígono de actuación industrial Tarazona                                                                                                                                                  |                                                     | <b>ESCALA:</b><br>1:5                                                                 |
| <b>FECHA:</b> 12/04/2019<br><b>FIRMA:</b>                                                                                                                                                                                                 | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>Detalle de anclaje tirantes | <b>PLANO N°:</b><br>10                                                                |
| <b>ALUMNO:</b> Mario Bruna Garcia                                                                                                                                                                                                         |                                                     |                                                                                       |



MÉTODO DE REPRESENTACIÓN DE SOLDADURAS



- Referencias:
- 1: línea de la flecha
  - 2a: línea de referencia (línea continua)
  - 2b: línea de identificación (línea a trazos)
  - 3: símbolo de soldadura
  - 4: indicaciones complementarias
  - U: Unión

| Designación                                               | Ilustración | Símbolo |
|-----------------------------------------------------------|-------------|---------|
| Soldadura en ángulo                                       |             |         |
| Soldadura a tope en 'V' simple (con chafilán)             |             |         |
| Soldadura a tope en bisel simple                          |             |         |
| Soldadura a tope en bisel doble                           |             |         |
| Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplio |             |         |
| Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo    |             |         |

**U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA**

**GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES**

PROMOTOR: **Francisco José García Usón**

---

**TÍTULO:**

Proyecto de diseño de una planta de fabricación de pellets procedentes de biomasa forestal

---

|                                                                                          |                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>Tarazona (Zaragoza)<br>Polígono de actuación industrial Tarazona | <b>ESCALA:</b><br><br><span style="font-size: 2em;">1:30</span> |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|

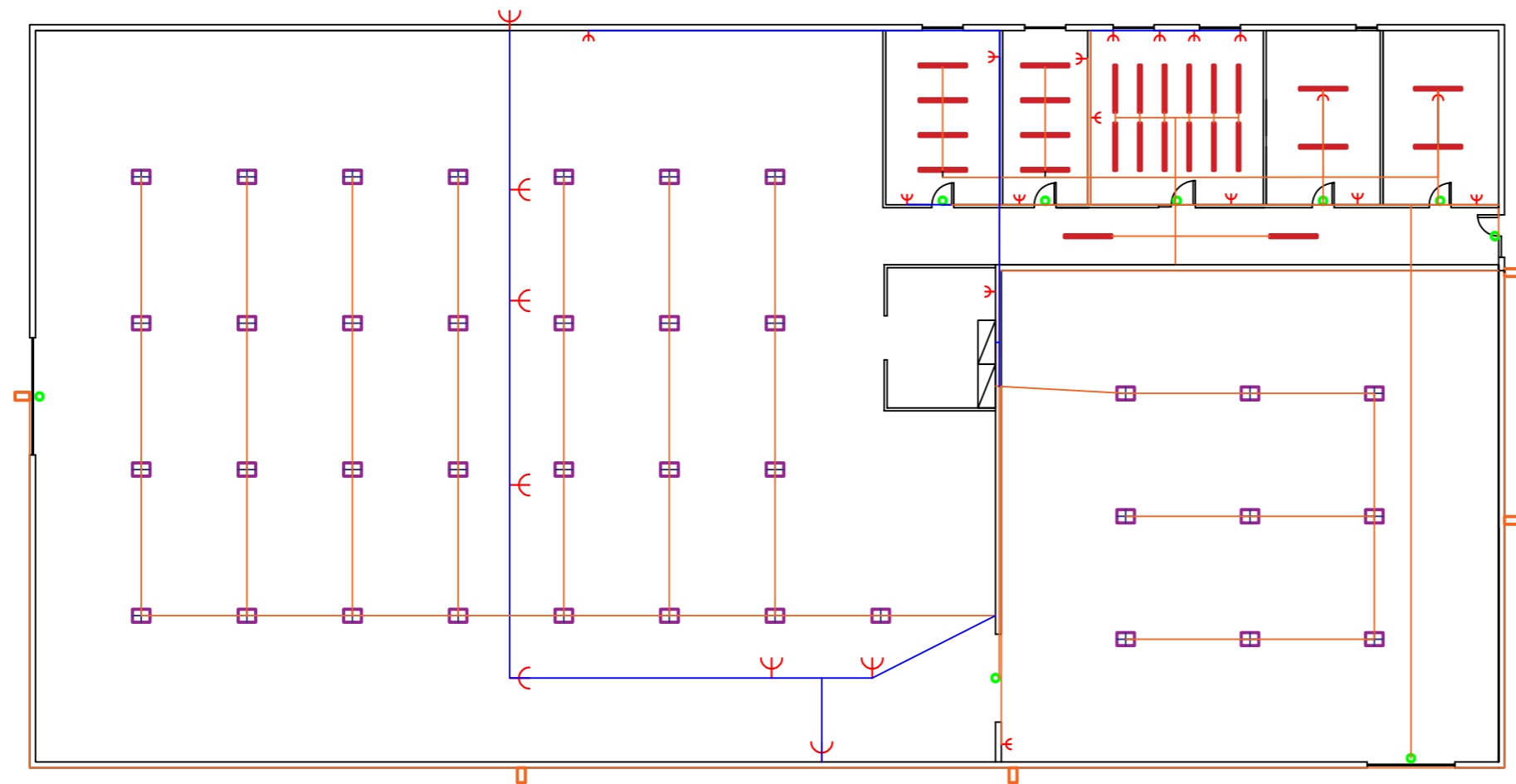
---

|                                           |                                                                                               |                                                               |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| <b>FECHA:</b> 12/04/2019<br><b>FIRMA:</b> | <b>DENOMINACIÓN:</b><br><span style="font-size: 1.2em;">Detalle de uniones en perfiles</span> | <b>PLANO N°:</b><br><span style="font-size: 1.5em;">11</span> |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|

---


**ALUMNO:** Mario Bruna García

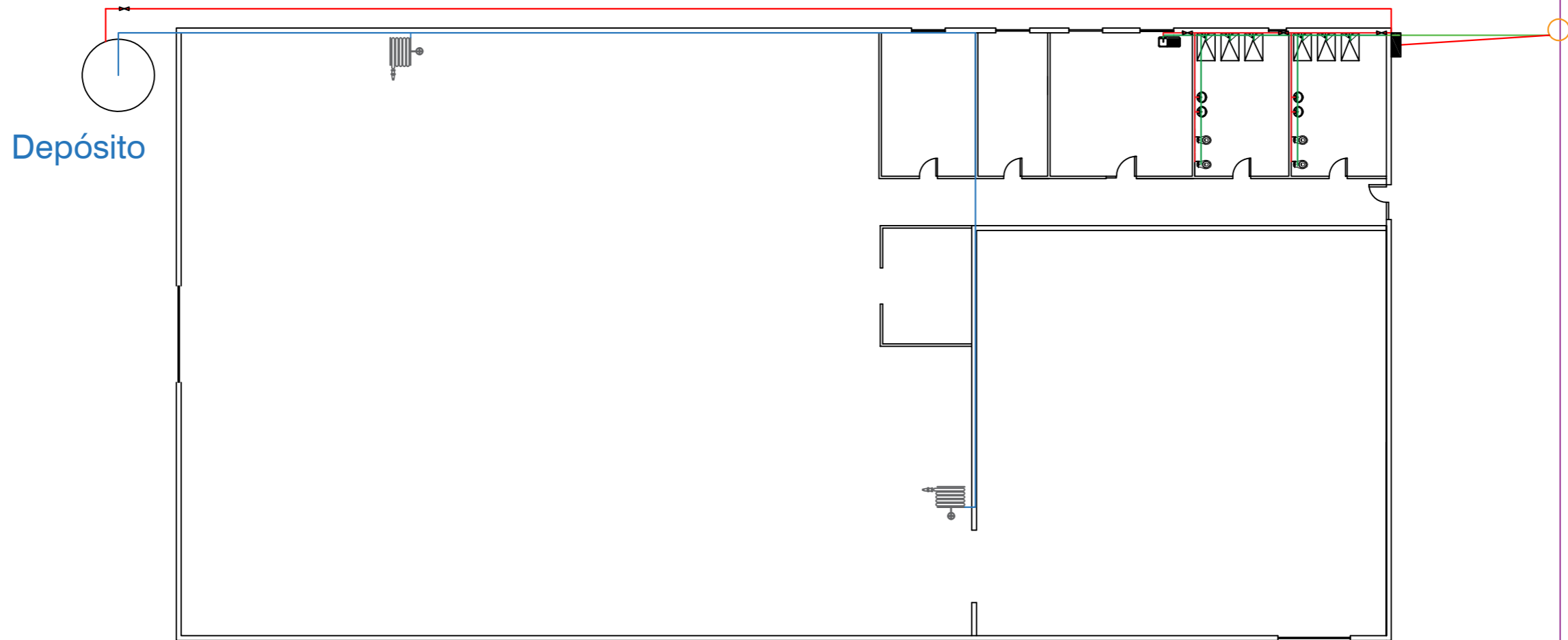












— Circuitos luminarias  
 — Circuitos tomas de corriente

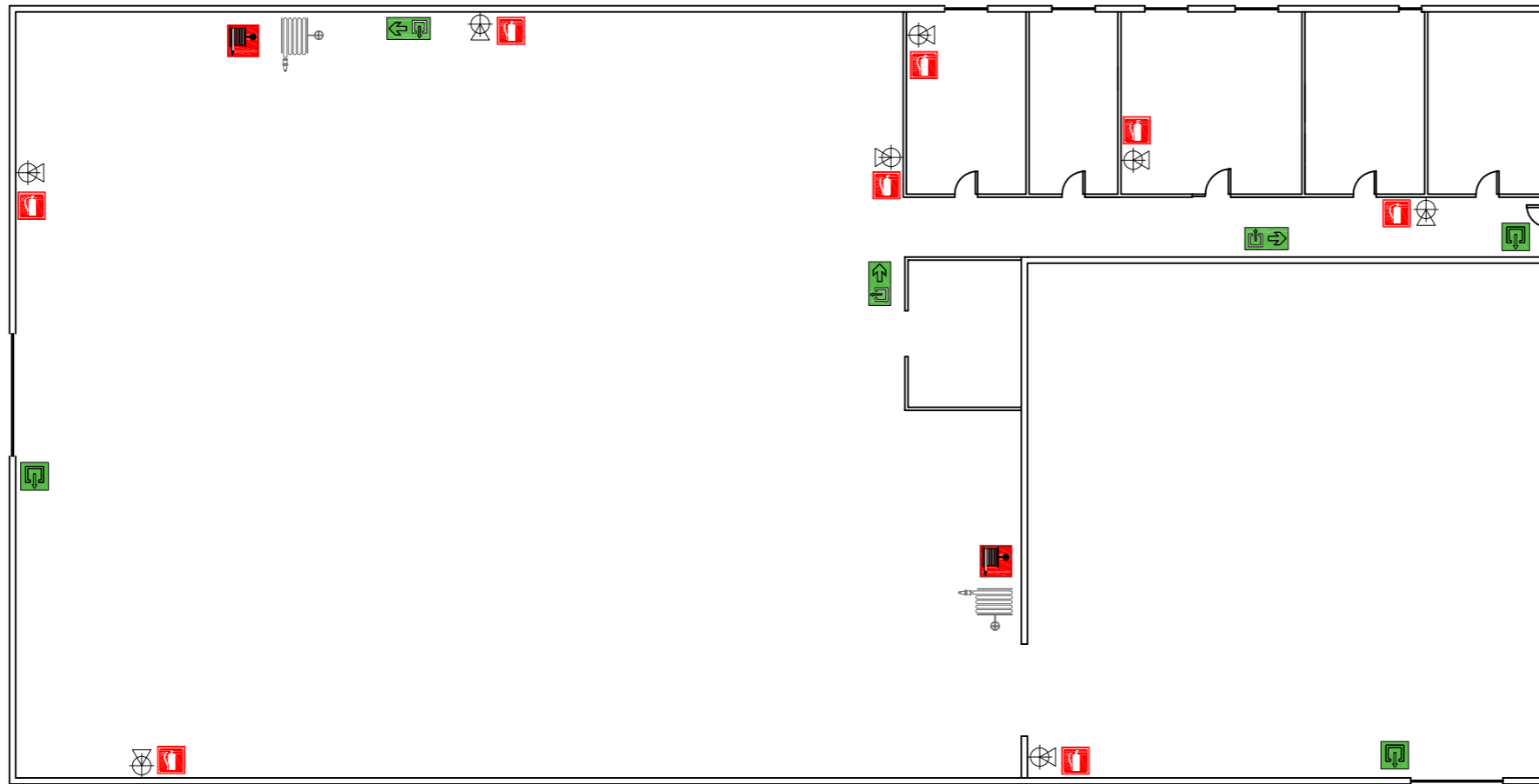
| LEYENDA |                                        |
|---------|----------------------------------------|
|         | Luminaria interior 46'6 W              |
|         | Luminaria zona maquinaria 218 W        |
|         | Luminaria exterior 46 W                |
|         | Luminaria emergencia 3 W               |
|         | Conexión maquinaria/Tomas de corriente |
|         | Cuadro secundario                      |

|                                                                                                                                                                                                                                           |                                     |                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  U.V.A.–E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES<br>PROMOTOR: Francisco José García Usón |                                     |  |
| TÍTULO: Proyecto de diseño de una planta de fabricación de pellets procedentes de biomasa forestal                                                                                                                                        |                                     |                                                                                       |
| LOCALIZACIÓN: Tarazona (Zaragoza)<br>Polígono de actuación industrial Tarazona                                                                                                                                                            |                                     | ESCALA: 1:200                                                                         |
| FECHA: 20/04/2019<br>FIRMA:                                                                                                                                                                                                               | DENOMINACIÓN: Instalación eléctrica | PLANO N°: 12                                                                          |
| ALUMNO: Mario Bruna Garcia                                                                                                                                                                                                                |                                     |                                                                                       |





| LEYENDA                                                                             |                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
|  | Abastecimiento BIEs            |
|  | Desagüe                        |
|  | Límite de la parcela           |
|  | Llave general y contador       |
|  | Red de acometida y saneamiento |
|  | Llave de paso                  |

|                                                                                                                                                                                                                                           |                                                       |                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES<br>PROMOTOR: Francisco José García Usón |                                                       |  |
| TÍTULO: Proyecto de diseño de una planta de fabricación de pellets procedentes de biomasa forestal                                                                                                                                        |                                                       |                                                                                       |
| LOCALIZACIÓN: Tarazona (Zaragoza)<br>Polígono de actuación industrial Tarazona                                                                                                                                                            |                                                       | ESCALA: 1:200                                                                         |
| FECHA: 12/04/2019<br>FIRMA:                                                                                                                                                                                                               | DENOMINACIÓN: Instalación de fontanería y saneamiento | PLANO N°: 13                                                                          |
| ALUMNO: Mario Bruna Garcia                                                                                                                                                                                                                |                                                       |                                                                                       |



| LEYENDA |                                 |
|---------|---------------------------------|
|         | Señalización Extintor           |
|         | Extintor                        |
|         | Señalización BIE 45 mm          |
|         | BIE 45 mm                       |
|         | Señalización salida             |
|         | Señalización recorrido a salida |

|                                                                                                                                                                                                   |                                               |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES |                                               |  |
| PROMOTOR: Francisco José García Usón                                                                                                                                                              |                                               |                                                                                       |
| TÍTULO: Proyecto de diseño de una planta de fabricación de pellets procedentes de biomasa forestal                                                                                                |                                               |                                                                                       |
| LOCALIZACIÓN:<br>Tarazona (Zaragoza)<br>Polígono de actuación industrial Tarazona                                                                                                                 |                                               | ESCALA:<br>1:200                                                                      |
| FECHA: 20/04/2019<br>FIRMA:                                                                                                                                                                       | DENOMINACIÓN:<br>Instalación contra incendios | PLANO N°:<br>14                                                                       |
| ALUMNO: Mario Bruna García                                                                                                                                                                        |                                               |                                                                                       |

**Documento 3:**  
**Pliego de condiciones**

## INDICE PLIEGO DE CONDICIONES.

|         |                                                                          |    |
|---------|--------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.      | Pliego de cláusulas administrativas.....                                 | 3  |
| 1.1.    | Capítulo I: Disposiciones generales. ....                                | 3  |
| 1.1.1.  | Disposiciones de carácter general. ....                                  | 3  |
| 1.1.2.  | Disposiciones relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares. .... | 7  |
| 1.1.3.  | Disposiciones de las recepciones de edificios y obras ajenas. ....       | 11 |
| 1.2.    | Capitulo II: Disposiciones facultativas. ....                            | 13 |
| 1.2.1.  | Definición y atribuciones de los agentes de la edificación. ....         | 14 |
| 1.2.2.  | Agentes que intervienen en la obra. ....                                 | 17 |
| 1.2.3.  | Agentes en materia de seguridad y salud. ....                            | 17 |
| 1.2.4.  | La dirección Facultativa.....                                            | 17 |
| 1.2.5.  | Visitas facultativas.....                                                | 17 |
| 1.2.6.  | Obligaciones de los agentes intervinientes.....                          | 17 |
| 1.2.7.  | Documentación final de obra: libro del edificio .....                    | 26 |
| 1.3.    | Capitulo III: Disposiciones económicas. ....                             | 27 |
| 1.3.1.  | Definición .....                                                         | 27 |
| 1.3.2.  | Contrato de obra: .....                                                  | 27 |
| 1.3.3.  | Criterio general: .....                                                  | 28 |
| 1.3.4.  | Fianzas: .....                                                           | 28 |
| 1.3.5.  | Precios:.....                                                            | 29 |
| 1.3.6.  | Obras por administración: .....                                          | 32 |
| 1.3.7.  | Valoración y abono de los trabajos: .....                                | 33 |
| 1.3.8.  | Indemnizaciones mutuas:.....                                             | 36 |
| 1.3.9.  | Varios:.....                                                             | 37 |
| 1.3.10. | Retenciones en concepto de garantía: .....                               | 39 |
| 1.3.11. | Plazos de ejecución: planning de obra: .....                             | 39 |
| 1.3.12. | Liquidación económica de las obras:.....                                 | 39 |
| 1.3.13. | Liquidación final de la obra:.....                                       | 40 |
| 2.      | Pliego de condiciones técnicas particulares. ....                        | 41 |
| 2.1.    | Capítulo I: Prescripciones sobre materiales. ....                        | 41 |
| 2.1.1.  | Pladur: .....                                                            | 41 |
| 2.1.2.  | Hormigón estructural:.....                                               | 42 |
| 2.1.3.  | Aceros para hormigón armado (aceros corrugados): .....                   | 45 |
| 2.1.4.  | Mallas electrosoldadas:.....                                             | 46 |

|         |                                                                               |    |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1.5.  | Aceros en perfiles laminados para estructura metálica.....                    | 48 |
| 2.1.6.  | Morteros hechos en obra: .....                                                | 49 |
| 2.1.7.  | Mortero para revoco o enlucido:.....                                          | 50 |
| 2.1.8.  | Conglomerantes (Cemento). .....                                               | 51 |
| 2.1.9.  | Yesos y escayolas. ....                                                       | 54 |
| 2.1.10. | Baldosas cerámicas. ....                                                      | 54 |
| 2.1.11. | Prefabricados de cemento. ....                                                | 55 |
| 2.1.12. | Impermeabilizantes. ....                                                      | 56 |
| 2.1.13. | Carpintería y cerrajería:.....                                                | 57 |
| 2.1.14. | Puertas y portones: .....                                                     | 58 |
| 2.1.15. | Vidrios.....                                                                  | 58 |
| 2.2.    | Capítulo II: Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra. .. | 59 |
| 2.2.1.  | Desbroce y limpieza del terreno. ....                                         | 59 |
| 2.2.2.  | Arqueta: .....                                                                | 60 |
| 2.2.3.  | Conexión con la red general de saneamiento: .....                             | 61 |
| 2.2.4.  | Zapata de cimentación de hormigón armado: .....                               | 62 |
| 2.2.5.  | Estructura metálica realizada con pórticos: .....                             | 65 |
| 2.2.6.  | Placa de anclaje:.....                                                        | 66 |
| 2.2.7.  | Muro de bloques de hormigón:.....                                             | 67 |
| 2.2.8.  | Hoja interior de fachada, de fábrica para revestir: .....                     | 69 |
| 2.2.9.  | Unidad de obra ptf010: partición de fábrica: .....                            | 70 |
| 2.2.10. | Red de toma de tierra para estructura:.....                                   | 72 |
| 2.2.11. | Caja general de protección: .....                                             | 73 |
| 2.2.12. | Red de distribución interior de servicios generales:.....                     | 74 |
| 2.3.    | Capítulo III: De la instalación de la maquinaria.....                         | 75 |
| 2.3.1.  | Especificaciones de los equipos.....                                          | 75 |
| 2.3.2.  | Instaladores. ....                                                            | 76 |
| 2.3.3.  | Usuarios.....                                                                 | 76 |
| 2.3.4.  | Identificación de la maquina e instrucciones de uso.....                      | 77 |
| 2.3.5.  | Instalación y puesta en servicio.....                                         | 77 |
| 2.3.6.  | Inspecciones y revisiones periódicas. ....                                    | 77 |
| 2.3.7.  | Reglas generales de seguridad.....                                            | 78 |
| 2.3.8.  | Características de la maquinaria. ....                                        | 81 |

## **1. Pliego de cláusulas administrativas.**

### **1.1. Capítulo I: Disposiciones generales.**

#### 1.1.1. Disposiciones de carácter general.

##### Objeto del pliego de condiciones.

La finalidad de este pliego de condiciones es la de fijar los criterios de la relación que se establece entre los agentes que intervienen en las obras definidas en el presente proyecto y servir de base para la realización del contrato de obra entre el promotor y el Contratista para la instalación de una planta de pellets en el municipio de Tarazona (Zaragoza) fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al Promotor o dueño de la obra, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

##### Contrato de obra.

Se recomienda la contratación de la ejecución de las obras por unidades de obra, con arreglo a los documentos del proyecto y en cifras fijas. A tal fin, el director de obra ofrecerá la documentación necesaria para la realización del contrato de obra.

##### Documentación del contrato de obra.

Integran el contrato de obra los siguientes documentos, relacionados por orden de prelación atendiendo al valor de sus especificaciones, en el caso de posibles interpretaciones, omisiones o contradicciones:

- Las condiciones fijadas en el contrato de obra.
- El presente pliego de condiciones.
- La documentación gráfica y escrita del proyecto: planos, memorias, anejos, mediciones y presupuestos.
- En el caso de interpretación prevalecen las especificaciones literales sobre las gráficas y las cotas sobre medidas a escala tomadas de los planos.

##### Proyecto arquitectónico:

El proyecto arquitectónico es el conjunto de documentos que definen y determinan las exigencias técnicas, funcionales y estéticas de las obras contempladas en el artículo 2 de la Ley de Ordenación de la Edificación. En él se justificará técnicamente las soluciones propuestas de acuerdo con las especificaciones requeridas por la normativa técnica aplicable.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos sobre tecnologías específicas o instalaciones del edificio, se mantendrá entre todos ellos la necesaria coordinación, sin que se produzca una duplicidad en la documentación ni en los honorarios a percibir por los autores de los distintos trabajos indicados.

Los documentos complementarios al proyecto serán:

- Todos los planos o documentos de obra que, a lo largo de la misma, vaya suministrando la dirección de obra como interpretación, complemento o precisión.
- El libro de órdenes y asistencias.
- El programa de Control de Calidad de Edificación y su libro de control.
- El Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico de Seguridad y Salud en las obras.
- El Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, elaborado por cada contratista.
- Licencias y otras autorizaciones administrativas.

#### Reglamentación urbanística.

La obra a construir se ajustará a todas las limitaciones del proyecto aprobado por los organismos competentes, especialmente las que se refieren al volumen, alturas, emplazamiento y ocupación del solar, así como a todas las condiciones de reforma del proyecto que pueda exigir la Administración para ajustarlo a las ordenanzas, a las normas y al planeamiento vigente.

#### Formalización del contrato de obra.

Los contratos se formalizarán, en general, mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes.

El cuerpo de estos documentos contendrá:

- La comunicación de la adjudicación.
- La copia del recibo de depósito de la fianza (en caso de que se haya exigido).
- La cláusula en la que se exprese, de forma categórica, que el contratista se obliga al cumplimiento estricto del contrato de obra, conforme a lo previsto en este Pliego de Condiciones, junto con la Memoria y sus Anejos, el Estado de Mediciones, Presupuestos, Planos y todos los documentos que han de servir de base para la realización de las obras definidas en el presente proyecto.

El contratista, antes de la formalización del contrato de obra, dará también su conformidad con la firma al pie del Pliego de Condiciones, los Planos, Cuadro de Precios y Presupuesto General.

Serán a cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasione la extensión del documento en que se consigne el contratista.

#### Jurisdicción competente:

En el caso de no llegar a un acuerdo cuando surjan diferencias entre las partes, ambas quedan obligadas a someter la discusión de todas las cuestiones derivadas de su



contrato a las autoridades y tribunales administrativos con arreglo a la legislación vigente, renunciando al derecho común y al fuero de su domicilio, siendo competente la jurisdicción donde estuviese ubicada la obra.

Responsabilidad del contratista:

El contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el proyecto.

En consecuencia, quedará obligado a la demolición y reconstrucción de todas las unidades de obra con deficiencias o mal ejecutadas, sin que pueda servir de excusa el hecho de que la dirección facultativa haya examinado y reconocido la construcción durante sus visitas de obra, ni que hayan sido abonadas en liquidaciones parciales.

Accidentes de trabajo:

Es de obligado cumplimiento el Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción y demás legislación vigente que, tanto directa como indirectamente, inciden sobre la planificación de la seguridad y salud en el trabajo de la construcción, conservación y mantenimiento de edificios.

Es responsabilidad del coordinador de seguridad y salud, en virtud del Real Decreto Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, el control y el seguimiento, durante toda la ejecución de la obra, del Plan de Seguridad y Salud redactado por el contratista.

Daños y perjuicios a terceros:

El contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras como en las colindantes o contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiere lugar, y de todos los daños y perjuicios que puedan ocasionarse o causarse en las operaciones de la ejecución de las obras.

Asimismo, será responsable de los daños y perjuicios directos o indirectos que se puedan ocasionar frente a terceros como consecuencia de la obra, tanto en ella como en sus alrededores, incluso los que se produzcan por omisión o negligencia del personal a su cargo, así como los que se deriven de los subcontratistas e industriales que intervengan en la obra.

Es de su responsabilidad mantener vigente durante la ejecución de los trabajos una póliza de seguros frente a terceros, en la modalidad de "Todo riesgo al derribo y la construcción", suscrita por una compañía aseguradora con la suficiente solvencia para la cobertura de los trabajos contratados. Dicha póliza será aportada y ratificada por el promotor o propiedad, no pudiendo ser cancelada mientras no se firme el Acta de Recepción Provisional de la obra.

Anuncios y carteles:

---

Sin previa autorización del promotor, no se podrán colocar en las obras ni en sus vallas más inscripciones o anuncios que los convenientes al régimen de los trabajos y los exigidos por la autoridad competente.

Copia de documentos:

El contratista, a su costa, tiene derecho a sacar copias de los documentos integrantes del proyecto.

Suministro de materiales:

Se especificará en el contrato la responsabilidad que pueda caber al contratista por retraso en el plazo de terminación o en plazos parciales, como consecuencia de deficiencias o faltas en los suministros.

Hallazgos:

El promotor se reserva la posesión de las antigüedades, objetos de arte o sustancias minerales utilizables que se encuentren en las excavaciones y demoliciones practicadas en sus terrenos o edificaciones. El contratista deberá emplear, para extraerlos, todas las precauciones que se le indiquen por parte del director de obra.

El promotor abonará al contratista el exceso de obras o gastos especiales que estos trabajos ocasionen, siempre que estén debidamente justificados y aceptados por la dirección facultativa.

Causas de rescisión del contrato de obra:

Se considerarán causas suficientes de rescisión de contrato:

- La muerte o incapacitación del contratista.
- La quiebra del contratista.

Las alteraciones del contrato por las causas siguientes:

- a) La modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo a juicio del director de obra y, en cualquier caso, siempre que la variación del Presupuesto de Ejecución Material, como consecuencia de estas modificaciones, represente una desviación mayor del 20%.
- b) Las modificaciones de unidades de obra, siempre que representen variaciones en más o en menos del 40 % del proyecto original, o más de un 50 % de unidades de obra del proyecto reformado.
- c) La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año y, en todo caso, siempre que por causas ajenas al contratista no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación. En este caso, la devolución de la fianza será automática.
- d) Que el contratista no comience los trabajos dentro del plazo señalado en el contrato.

- e) El incumplimiento de las condiciones del contrato cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras.
- f) El vencimiento del plazo de ejecución de la obra.
- g) El abandono de la obra sin causas justificadas.
- h) La mala fe en la ejecución de la obra.

#### Omisiones: Buena fe

Las relaciones entre el promotor y el contratista, reguladas por el presente Pliego de Condiciones y la documentación complementaria, presentan la prestación de un servicio al promotor por parte del contratista mediante la ejecución de una obra, basándose en la "buena fe" mutua de ambas partes, que pretenden beneficiarse de esta colaboración sin ningún tipo de perjuicio. Por este motivo, las relaciones entre ambas partes y las omisiones que puedan existir en este pliego y la documentación complementaria del proyecto y de la obra, se entenderán siempre suplidas por la "buena fe" de las partes, que las subsanarán debidamente con el fin de conseguir una adecuada calidad final de la obra.

#### 1.1.2. Disposiciones relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares.

Se describen las disposiciones básicas a considerar en la ejecución de las obras, relativas a los trabajos, materiales y medios auxiliares, así como a las recepciones de los edificios objeto del presente proyecto y sus obras anejas.

#### Accesos y vallados:

El contratista dispondrá, por su cuenta, los accesos a la obra, el cerramiento o el vallado de ésta y su mantenimiento durante la ejecución de la obra, pudiendo exigir el director de ejecución de la obra su modificación o mejora.

#### Replanteo:

El contratista iniciará "in situ" el replanteo de las obras, señalando las referencias principales que mantendrá como base de posteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del contratista e incluidos en su oferta económica.

Asimismo, someterá el replanteo a la aprobación del director de ejecución de la obra y, una vez éste haya dado su conformidad, preparará el Acta de Inicio y Replanteo de la Obra acompañada de un plano de replanteo definitivo, que deberá ser aprobado por el director de obra. Será responsabilidad del contratista la deficiencia o la omisión de este trámite.

#### Inicio de la obra y ritmo de ejecución de los trabajos:

El contratista dará comienzo a las obras en el plazo especificado en el respectivo contrato, desarrollándose de manera adecuada para que dentro de los períodos parciales señalados se realicen los trabajos, de modo que la ejecución total se lleve a cabo dentro del plazo establecido en el contrato.

---

Será obligación del contratista comunicar a la dirección facultativa el inicio de las obras, de forma fehaciente y preferiblemente por escrito, al menos con tres días de antelación.

Orden de los trabajos:

La determinación del orden de los trabajos es, generalmente, facultad del contratista, salvo en aquellos casos en que, por circunstancias de naturaleza técnica, se estime conveniente su variación por parte de la dirección facultativa.

Facilidades para otros contratistas:

De acuerdo con lo que requiera la dirección facultativa, el contratista dará todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a los subcontratistas u otros contratistas que intervengan en la ejecución de la obra. Todo ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar por la utilización de los medios auxiliares o los suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, todos ellos se ajustarán a lo que resuelva la dirección facultativa.

Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor:

Cuando se precise ampliar el proyecto, por motivo imprevisto o por cualquier incidencia, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones de la dirección facultativa en tanto se formula o se tramita el proyecto reformado.

El contratista está obligado a realizar, con su personal y sus medios materiales, cuanto la dirección de ejecución de la obra disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalces o cualquier obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones del proyecto:

El contratista podrá requerir del director de obra o del director de ejecución de la obra, según sus respectivos cometidos y atribuciones, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de la obra proyectada.

Cuando se trate de interpretar, aclarar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos, croquis, órdenes e instrucciones correspondientes, se comunicarán necesariamente por escrito al contratista, estando éste a su vez obligado a devolver los originales o las copias, suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos e instrucciones que reciba tanto del director de ejecución de la obra, como del director de obra.

Cualquier reclamación que crea oportuno hacer el contratista en contra de las disposiciones tomadas por la dirección facultativa, habrá de dirigirla, dentro del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual le dará el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

Prorroga por causa de fuerza mayor:

Si, por causa de fuerza mayor o independientemente de la voluntad del contratista, éste no pudiese comenzar las obras, tuviese que suspenderlas o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para su cumplimiento, previo informe favorable del director de obra.

Para ello, el contratista expondrá, en escrito dirigido al director de obra, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

#### Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra:

El contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la dirección facultativa, a excepción del caso en que, habiéndolo solicitado por escrito, no se le hubiese proporcionado.

#### Trabajos defectuosos:

El contratista debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en el proyecto, y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo estipulado.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, el contratista es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que puedan existir por su mala ejecución, no siendo un eximente el que la dirección facultativa lo haya examinado o reconocido con anterioridad, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el director de ejecución de la obra advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos y equipos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos o una vez finalizados con anterioridad a la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean sustituidas o demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado a expensas del contratista. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la sustitución, demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el director de obra, quien mediará para resolverla.

#### Vicios ocultos:

El contratista es el único responsable de los vicios ocultos y de los defectos de la construcción, durante la ejecución de las obras y el periodo de garantía, hasta los plazos prescritos después de la terminación de las obras en la vigente L.O.E., aparte de otras responsabilidades legales o de cualquier índole que puedan derivarse.

Si el director de ejecución de la obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará, cuando estime oportuno, realizar antes de la recepción definitiva los ensayos, destructivos o no,

que considere necesarios para reconocer o diagnosticar los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al director de obra.

El contratista demolerá, y reconstruirá posteriormente a su cargo, todas las unidades de obra mal ejecutadas, sus consecuencias, daños y perjuicios, no pudiendo eludir su responsabilidad por el hecho de que el director de obra y/o el director de ejecución de obra lo hayan examinado o reconocido con anterioridad, o que haya sido conformada o abonada una parte o la totalidad de las obras mal ejecutadas.

Procedencia de materiales, aparatos y equipos:

El contratista tiene libertad de proveerse de los materiales, aparatos y equipos de todas clases donde considere oportuno y conveniente para sus intereses, excepto en aquellos casos en los se preceptúe una procedencia y características específicas en el proyecto.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo, acopio y puesta en obra, el contratista deberá presentar al director de ejecución de la obra una lista completa de los materiales, aparatos y equipos que vaya a utilizar, en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre sus características técnicas, marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

Presentación de muestras:

A petición del director de obra, el contratista presentará las muestras de los materiales, aparatos y equipos, siempre con la antelación prevista en el calendario de obra.

Materiales, aparatos y equipos defectuosos:

Cuando los materiales, aparatos, equipos y elementos de instalaciones no fuesen de la calidad y características técnicas prescritas en el proyecto, no tuvieran la preparación en él exigida o cuando, a falta de prescripciones formales, se reconociera o demostrara que no son los adecuados para su fin, el director de obra, a instancias del director de ejecución de la obra, dará la orden al contratista de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o sean los adecuados al fin al que se destinen.

Si, a los 15 días de recibir el contratista orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, ésta no ha sido cumplida, podrá hacerlo el promotor o propiedad a cuenta de contratista.

En el caso de que los materiales, aparatos, equipos o elementos de instalaciones fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del director de obra, se recibirán con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el contratista prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

Gastos ocasionados por pruebas y ensayos:

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras correrán a cargo y cuenta del contratista.

Todo ensayo que no resulte satisfactorio, no se realice por omisión del contratista, o que no ofrezca las suficientes garantías, podrá comenzarse nuevamente o realizarse nuevos ensayos o pruebas especificadas en el proyecto, a cargo y cuenta del contratista y con la penalización correspondiente, así como todas las obras complementarias a que pudieran dar lugar cualquiera de los supuestos anteriormente citados y que el director de obra considere necesarios.

#### Limpieza de las obras:

Es obligación del contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

#### Obras sin prescripciones explícitas:

En la ejecución de trabajos que pertenecen a la construcción de las obras, y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este pliego ni en la restante documentación del proyecto, el contratista se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la dirección facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las normas y prácticas de la buena construcción.

#### 1.1.3. Disposiciones de las recepciones de edificios y obras ajenas.

##### Consideraciones de carácter general:

La recepción de la obra es el acto por el cual el contratista, una vez concluida la obra, hace entrega de la misma al promotor y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por el promotor y el contratista, haciendo constar:

- Las partes que intervienen.
- La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.
- El coste final de la ejecución material de la obra.
- La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados. Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.
- Las garantías que, en su caso, se exijan al contratista para asegurar sus responsabilidades.

Asimismo, se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el director de obra y el director de la ejecución de la obra.

El promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecúa a las condiciones contractuales.

En todo caso, el rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.

Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los treinta días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos treinta días desde la fecha indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado

por escrito. El cómputo de los plazos de responsabilidad y garantía será el establecidos en la L.O.E., y se iniciará a partir de la fecha en que se suscriba el acta de recepción, o cuando se entienda ésta tácitamente producida según lo previsto en el apartado anterior.

#### Recepción provisional:

Treinta días antes de dar por finalizadas las obras, comunicará el director de ejecución de la obra al promotor o propiedad la proximidad de su terminación a fin de convenir el acto de la recepción provisional.

Ésta se realizará con la intervención de la propiedad, del contratista, del director de obra y del director de ejecución de la obra. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los técnicos de la dirección extenderán el correspondiente certificado de final de obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar expresamente en el acta y se darán al contratista las oportunas instrucciones para subsanar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el contratista no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con la pérdida de la fianza.

#### Medición definitiva y liquidación provisional de la obra:

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el director de ejecución de la obra a su medición definitiva, con precisa asistencia del contratista o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada



por el director de obra con su firma, servirá para el abono por el promotor del saldo resultante menos la cantidad retenida en concepto de fianza.

Plazo de garantía:

El plazo de garantía deberá estipularse en el contrato privado y, en cualquier caso, nunca deberá ser inferior a seis meses.

Conservación de las obras recibidas provisionalmente:

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo y cuenta del contratista.

Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones ocasionadas por el uso correrán a cargo de la propiedad y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo del contratista.

Recepción definitiva:

La recepción definitiva se realizará después de transcurrido el plazo de garantía, en igual modo y con las mismas formalidades que la provisional. A partir de esa fecha cesará la obligación del contratista de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de los edificios, y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran derivar de los vicios de construcción.

Prórroga del plazo de garantía:

Si, al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el director de obra indicará al contratista los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias. De no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con la pérdida de la fianza.

Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida:

En caso de resolución del contrato, el contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo fijado, la maquinaria, instalaciones y medios auxiliares, a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa sin problema alguno.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos anteriormente. Transcurrido el plazo de garantía, se recibirán definitivamente según lo dispuesto anteriormente.

Para las obras y trabajos no determinados, pero aceptables a juicio del director de obra, se efectuará una sola y definitiva recepción.

**1.2. Capítulo II: Disposiciones facultativas.**

---

En este apartado se describen y regulan las relaciones en la contrata y dirección facultativa para la instalación de la maquinaria y de las distintas instalaciones.

#### 1.2.1. Definición y atribuciones de los agentes de la edificación.

Las atribuciones de los distintos agentes intervinientes en la edificación son las reguladas por la Ley 38/99 de Ordenación de la Edificación (L.O.E.).

Se definen agentes de la edificación todas las personas, físicas o jurídicas, que intervienen en el proceso de la edificación. Sus obligaciones quedan determinadas por lo dispuesto en la L.O.E. y demás disposiciones que sean de aplicación y por el contrato que origina su intervención.

Las definiciones y funciones de los agentes que intervienen en la edificación quedan recogidas en el capítulo III "Agentes de la edificación", considerándose:

##### El promotor:

Es la persona física o jurídica, pública o privada, que individual o colectivamente decide, impulsa, programa y financia, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Asume la iniciativa de todo el proceso de la edificación, impulsando la gestión necesaria para llevar a cabo la obra inicialmente proyectada, y se hace cargo de todos los costes necesarios.

Según la legislación vigente, a la figura del promotor se equiparán también las de gestor de sociedades cooperativas, comunidades de propietarios, u otras análogas que asumen la gestión económica de la edificación.

Cuando las administraciones públicas y los organismos sujetos a la legislación de contratos de las administraciones públicas actúen como promotores, se regirán por la legislación de contratos de las administraciones públicas y, en lo no contemplado en la misma, por las disposiciones de la L.O.E.

##### El proyectista:

Es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

Podrán redactar proyectos parciales del proyecto, o partes que lo complementen, otros técnicos, de forma coordinada con el autor de éste.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos según lo previsto en el apartado 2 del artículo 4 de la L.O.E., cada proyectista asumirá la titularidad de su proyecto.

##### El constructor o contratista:

Es el agente que asume, contractualmente ante el promotor, el compromiso de ejecutar con medios humanos y materiales, propios o ajenos, las obras o parte de las mismas con sujeción al proyecto y al contrato de obra.

Cabe efectuar especial mención de que la ley señala como responsables explícitos de los vicios o defectos constructivos al contratista general de la obra, sin perjuicios del derecho de repetición de éste hacia los subcontratistas.

Específicamente le corresponde:

1. Observar la normativa vigente en cuanto a seguridad e higiene en el trabajo y velar por su cumplimiento.
2. Organizar los trabajos de construcción e instalación, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
3. Conocer las leyes y verificar los documentos del proyecto.
4. Suscribir con el Director de Obra el acta de replanteo de la obra.
5. Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
6. Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
7. Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales, máquinas y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
8. Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
9. Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra o instalación de la maquinaria.

#### El director de obra:

Es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, dirige el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto que la define, la licencia de edificación y demás autorizaciones preceptivas, y las condiciones del contrato, con el objeto de asegurar su adecuación al fin propuesto.

Podrán dirigir las obras de los proyectos parciales otros técnicos, bajo la coordinación del director de obra.

Recaerán las siguientes funciones:

1. Planificar, a la vista del proyecto, del contrato y de la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico de las obras e instalaciones.
2. Redactar, cuando se requiera, el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra e instalación y aprobar el plan de seguridad e higiene para la aplicación del mismo.
3. Ordenar, dirigir y vigilar la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de buena construcción.
4. Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos parciales de su especialidad.
5. Aprobar las certificaciones parciales del proyecto, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
6. Realizar o disponer las pruebas y ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva, de acuerdo con el proyecto y la norma técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al constructor, impartándole las órdenes oportunas.
7. Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
8. Preparar la documentación final del proyecto, expedir y suscribir el certificado final de la misma.

El director de la ejecución de la obra:

Es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, asume la función técnica de dirigir la ejecución material de la obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y calidad de lo edificado. Para ello es requisito indispensable el estudio y análisis previo del proyecto de ejecución una vez redactado por el Arquitecto, procediendo a solicitarle, con antelación al inicio de las obras, todas aquellas aclaraciones, subsanaciones o documentos complementarios que, dentro de su competencia y atribuciones legales, estimare necesarios para poder dirigir de manera solvente la ejecución de las mismas.

Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación:

Son entidades de control de calidad de la edificación aquéllas capacitadas para prestar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.

Son laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación los capacitados para prestar asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.

#### Los suministradores de productos:

Se consideran suministradores de productos los fabricantes, almacenistas, importadores o vendedores de productos de construcción.

Se entiende por producto de construcción aquel que se fabrica para su incorporación permanente en una obra, incluyendo materiales, elementos semielaborados, componentes y obras o parte de las mismas, tanto terminadas como en proceso de ejecución.

#### 1.2.2. Agentes que intervienen en la obra.

La relación de agentes intervinientes se encuentra en la memoria descriptiva del proyecto.

#### 1.2.3. Agentes en materia de seguridad y salud.

La relación de agentes intervinientes en materia de seguridad y salud se encuentra en el Anexo 17- Seguridad y salud.

#### 1.2.4. La dirección Facultativa.

En correspondencia con la L.O.E., la dirección facultativa está compuesta por la dirección de obra y la dirección de ejecución de la obra. A la dirección facultativa se integrará el coordinador en materia de seguridad y salud en fase de ejecución de la obra, en el caso de que se haya adjudicado dicha misión a facultativo distinto de los anteriores.

Representa técnicamente los intereses del promotor durante la ejecución de la obra, dirigiendo el proceso de construcción en función de las atribuciones profesionales de cada técnico participante.

#### 1.2.5. Visitas facultativas.

Son las realizadas a la obra de manera conjunta o individual por cualquiera de los miembros que componen la dirección facultativa. La intensidad y número de visitas dependerá de los cometidos que a cada agente le son propios, pudiendo variar en función de los requerimientos específicos y de la mayor o menor exigencia presencial requerible al técnico al efecto en cada caso y según cada una de las fases de la obra. Deberán adaptarse al proceso lógico de construcción, pudiendo los agentes ser o no coincidentes en la obra en función de la fase concreta que se esté desarrollando en cada momento y del cometido exigible a cada cual.

#### 1.2.6. Obligaciones de los agentes intervinientes.

---

Las obligaciones de los agentes que intervienen en la edificación son las contenidas en los artículos 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16, del capítulo III de la L.O.E. y demás legislación aplicable.

El promotor:

Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.

Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra, al director de la ejecución de la obra y al contratista posteriores modificaciones del mismo que fueran imprescindibles para llevar a buen fin lo proyectado.

Elegir y contratar a los distintos agentes, con la titulación y capacitación profesional necesaria, que garanticen el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para realizar en su globalidad y llevar a buen fin el objeto de lo promovido, en los plazos estipulados y en las condiciones de calidad exigibles mediante el cumplimiento de los requisitos básicos estipulados para los edificios.

Gestionar y hacerse cargo de las preceptivas licencias y demás autorizaciones administrativas procedentes que, de conformidad con la normativa aplicable, conlleva la construcción de edificios, la urbanización que procediera en su entorno inmediato, la realización de obras que en ellos se ejecuten y su ocupación.

Garantizar los daños materiales que el edificio pueda sufrir, para la adecuada protección de los intereses de los usuarios finales, en las condiciones legalmente establecidas, asumiendo la responsabilidad civil de forma personal e individualizada, tanto por actos propios como por actos de otros agentes por los que, con arreglo a la legislación vigente, se deba responder.

La suscripción obligatoria de un seguro, de acuerdo a las normas concretas fijadas al efecto, que cubra los daños materiales que ocasionen en el edificio el incumplimiento de las condiciones de habitabilidad en tres años o que afecten a la seguridad estructural en el plazo de diez años, con especial mención a las viviendas individuales en régimen de autopromoción, que se registrarán por lo especialmente legislado al efecto. Contratar a los técnicos redactores del preceptivo Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico, en su caso, al igual que a los técnicos coordinadores en la materia en la fase que corresponda, todo ello según lo establecido en el R.D. 1627/97, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud en las obras de construcción.

El promotor no podrá dar orden de inicio de las obras hasta que el contratista haya redactado su Plan de Seguridad y, además, éste haya sido aprobado por el coordinador en materia de seguridad y salud en fase de ejecución de la obra, dejando constancia expresa en el acta de aprobación realizada al efecto.

Efectuar el denominado aviso previo a la autoridad laboral competente, haciendo constar los datos de la obra, redactándolo de acuerdo a lo especificado en el Anexo III

del RD 1627/97. Copia del mismo deberá exponerse en la obra de forma visible, actualizándolo si fuese necesario.

Suscribir el acta de recepción final de las obras, una vez concluidas éstas, haciendo constar la aceptación de las obras, que podrá efectuarse con o sin reservas y que deberá abarcar la totalidad de las obras o fases completas. En el caso de hacer mención expresa a reservas para la recepción, deberán mencionarse de manera detallada las deficiencias y se deberá hacer constar el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados.

Entregar al adquirente y usuario inicial, en su caso, el denominado libro del edificio que contiene el manual de uso y mantenimiento del mismo y demás documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las administraciones competentes.

#### El proyectista:

Redactar el proyecto por encargo del promotor, con sujeción a la normativa urbanística y técnica en vigor y conteniendo la documentación necesaria para tramitar tanto la licencia de obras y demás permisos administrativos -proyecto básico- como para ser interpretada y poder ejecutar totalmente la obra, entregando al promotor las copias autorizadas correspondientes, debidamente visadas por su colegio profesional.

Definir el concepto global del proyecto de ejecución con el nivel de detalle gráfico y escrito suficiente y calcular los elementos fundamentales del edificio, en especial la cimentación y la estructura. Concretar en el proyecto el emplazamiento de cuartos de máquinas, de contadores, hornacinas, espacios asignados para subida de conductos, reservas de huecos de ventilación, alojamiento de sistemas de telecomunicación y, en general, de aquellos elementos necesarios en el edificio para facilitar las determinaciones concretas y especificaciones detalladas que son cometido de los proyectos parciales, debiendo éstos adaptarse al proyecto de ejecución, no pudiendo contravenirlo en modo alguno. Deberá entregarse necesariamente un ejemplar del proyecto complementario al arquitecto antes del inicio de las obras o instalaciones correspondientes.

Acordar con el promotor la contratación de colaboraciones parciales de otros técnicos profesionales.

Facilitar la colaboración necesaria para que se produzca la adecuada coordinación con los proyectos parciales exigibles por la legislación o la normativa vigente y que sea necesario incluir para el desarrollo adecuado del proceso edificatorio, que deberán ser redactados por técnicos competentes, bajo su responsabilidad y suscritos por persona física. Los proyectos parciales serán aquellos redactados por otros técnicos cuya competencia puede ser distinta e incompatible con las competencias del arquitecto y, por tanto, de exclusiva responsabilidad de éstos.

Elaborar aquellos proyectos parciales o estudios complementarios exigidos por la legislación vigente en los que es legalmente competente para su redacción, excepto declinación expresa del arquitecto y previo acuerdo con el promotor, pudiendo exigir la compensación económica en concepto de cesión de derechos de autor y de la propiedad

intelectual si se tuviera que entregar a otros técnicos, igualmente competentes para realizar el trabajo, documentos o planos del proyecto por él redactado, en soporte papel o informático.

Ostentar la propiedad intelectual de su trabajo, tanto de la documentación escrita como de los cálculos de cualquier tipo, así como de los planos contenidos en la totalidad del proyecto y cualquiera de sus documentos complementarios.

#### El constructor o contratista

Tener la capacitación profesional o titulación que habilita para el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para actuar como constructor.

Organizar los trabajos de construcción para cumplir con los plazos previstos, de acuerdo al correspondiente plan de obra, efectuando las instalaciones provisionales y disponiendo de los medios auxiliares necesarios.

Comunicar a la autoridad laboral competente la apertura del centro de trabajo en la que incluirá el Plan de Seguridad y Salud al que se refiere el artículo 7 del RD 1627/97 de 24 de octubre.

Adoptar todas las medidas preventivas que cumplan los preceptos en materia de Prevención de Riesgos laborales y Seguridad y Salud que establece la legislación vigente, redactando el correspondiente Plan de Seguridad y ajustándose al cumplimiento estricto y permanente de lo establecido en el Estudio de Seguridad y Salud, disponiendo de todos los medios necesarios y dotando al personal del equipamiento de seguridad exigibles, así como cumplir las órdenes efectuadas por el coordinador en materia de seguridad y salud en la fase de ejecución de la obra.

Supervisar de manera continuada el cumplimiento de las normas de seguridad, tutelando las actividades de los trabajadores a su cargo y, en su caso, relevando de su puesto a todos aquellos que pudieran menoscabar las condiciones básicas de seguridad personales o generales, por no estar en las condiciones adecuadas.

Examinar la documentación aportada por los técnicos redactores correspondientes, tanto del proyecto de ejecución como de los proyectos complementarios, así como del Estudio de Seguridad y Salud, verificando que le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitando las aclaraciones pertinentes.

Facilitar la labor de la dirección facultativa, suscribiendo el acta de replanteo, ejecutando las obras con sujeción al proyecto de ejecución que deberá haber examinado previamente, a la legislación aplicable, a las instrucciones del arquitecto director de obra y del director de la ejecución material de la obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.

Efectuar las obras siguiendo los criterios al uso que son propios de la correcta construcción, que tiene la obligación de conocer y poner en práctica, así como de las leyes generales de los materiales, aun cuando estos criterios no estuvieran específicamente reseñados en su totalidad en la documentación de proyecto. A tal



efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las tareas de los subcontratistas.

Disponer de los medios materiales y humanos que la naturaleza y entidad de la obra impongan, disponiendo del número adecuado de oficiales, suboficiales y peones que la obra requiera en cada momento, bien por personal propio o mediante subcontratistas al efecto, procediendo a solapar aquellos oficios en la obra que sean compatibles entre sí y que permitan acometer distintos trabajos a la vez sin provocar interferencias, contribuyendo con ello a la agilización y finalización de la obra dentro de los plazos previstos.

Ordenar y disponer en cada momento de personal suficiente a su cargo para que efectúe las actuaciones pertinentes para ejecutar las obras con solvencia, diligentemente y sin interrupción, programándolas de manera coordinada con el arquitecto técnico o aparejador, director de ejecución material de la obra.

Supervisar personalmente y de manera continuada y completa la marcha de las obras, que deberán transcurrir sin dilación y con adecuado orden y concierto, así como responder directamente de los trabajos efectuados por sus trabajadores subordinados, exigiéndoles el continuo autocontrol de los trabajos que efectúen, y ordenando la modificación de todas aquellas tareas que se presenten mal efectuadas.

Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales utilizados y elementos constructivos, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción facultativa del director de la ejecución de la obra, los suministros de material o prefabricados que no cuenten con las garantías, documentación mínima exigible o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación, debiendo recabar de la dirección facultativa la información que necesite para cumplir adecuadamente su cometido.

Dotar de material, maquinaria y utillajes adecuados a los operarios que intervengan en la obra, para efectuar adecuadamente las instalaciones necesarias y no menoscabar con la puesta en obra las características y naturaleza de los elementos constructivos que componen el edificio una vez finalizado.

Poner a disposición del arquitecto técnico o aparejador los medios auxiliares y personal necesario para efectuar las pruebas pertinentes para el control de calidad, recabando de dicho técnico el plan a seguir en cuanto a las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias.

Cuidar de que el personal de la obra guarde el debido respeto a la dirección facultativa.

Auxiliar al director de la ejecución de la obra en los actos de replanteo y firmar posteriormente y una vez finalizado éste, el acta correspondiente de inicio de obra, así como la de recepción final.

Facilitar a los arquitectos directores de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación final de obra ejecutada.

Suscribir las garantías de obra que se señalan en el artículo 19 de la Ley de Ordenación de la Edificación y que, en función de su naturaleza, alcanzan períodos de 1 año (daños por defectos de terminación o acabado de las obras), 3 años (daños por defectos o vicios de elementos constructivos o de instalaciones que afecten a la habitabilidad) o 10 años (daños en cimentación o estructura que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio).

El director de obra:

Dirigir la obra coordinándola con el proyecto de ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética a los agentes intervinientes en el proceso constructivo.

Detener la obra por causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el libro de órdenes y asistencias, dando cuenta inmediata al promotor.

Redactar las modificaciones, ajustes, rectificaciones o planos complementarios que se precisen para el adecuado desarrollo de las obras. Es facultad expresa y única la redacción de aquellas modificaciones o aclaraciones directamente relacionadas con la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectadas a las características geotécnicas del terreno; el cálculo o recálculo del dimensionado y armado de todos y cada uno de los elementos principales y complementarios de la cimentación y de la estructura vertical y horizontal; los que afecten sustancialmente a la distribución de espacios y las soluciones de fachada y cubierta y dimensionado y composición de huecos, así como la modificación de los materiales previstos. Asesorar al director de la ejecución de la obra en aquellas aclaraciones y dudas que pudieran acontecer para el correcto desarrollo de la misma, en lo que respecta a las interpretaciones de las especificaciones de proyecto.

Asistir a las obras a fin de resolver las contingencias que se produzcan para asegurar la correcta interpretación y ejecución del proyecto, así como impartir las soluciones aclaratorias que fueran necesarias, consignando en el libro de órdenes y asistencias las instrucciones precisas que se estimara oportunas reseñar para la correcta interpretación de lo proyectado, sin perjuicio de efectuar todas las aclaraciones y órdenes verbales que estimare oportuno.

Firmar el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como firmar el visto bueno de las certificaciones parciales referidas al porcentaje de obra efectuada y, en su caso y a instancias del promotor, la supervisión de la documentación que se le presente relativa a las unidades de obra realmente ejecutadas previa a su liquidación final, todo ello con los visados que en su caso fueran preceptivos.

Informar puntualmente al promotor de aquellas modificaciones sustanciales que, por razones técnicas o normativas, conllevan una variación de lo construido con respecto al proyecto básico y de ejecución y que afecten o puedan afectar al contrato suscrito entre el promotor y los destinatarios finales de las viviendas.

Redactar la documentación final de obra, en lo que respecta a la documentación gráfica y escrita del proyecto ejecutado, incorporando las modificaciones efectuadas. Para ello,

los técnicos redactores de proyectos y/o estudios complementarios deberán obligatoriamente entregarle la documentación final en la que se haga constar el estado final de las obras y/o instalaciones por ellos redactadas, supervisadas y realmente ejecutadas, siendo responsabilidad de los firmantes la veracidad y exactitud de los documentos presentados.

Al proyecto final de obra se anexará el acta de recepción final; la relación identificativa de los agentes que han intervenido en el proceso de edificación, incluidos todos los subcontratistas y oficios intervinientes; las instrucciones de uso y

mantenimiento del edificio y de sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

La documentación a la que se hace referencia en los dos apartados anteriores es parte constituyente del libro del edificio y el promotor deberá entregar una copia completa a los usuarios finales del mismo que, en el caso de edificios de viviendas plurifamiliares, se materializa en un ejemplar que deberá ser custodiado por el presidente de la comunidad de propietarios o por el administrador, siendo éstos los responsables de divulgar al resto de propietarios su contenido y de hacer cumplir los requisitos de mantenimiento que constan en la citada documentación.

Además de todas las facultades que corresponden al arquitecto director de obra, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección mediata, denominada alta dirección en lo que al cumplimiento de las directrices generales del proyecto se refiere, y a la adecuación de lo construido a éste.

Cabe señalar expresamente que la resistencia al cumplimiento de las órdenes de los arquitectos directores de obra en su labor de alta dirección se considerará como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá recusar al contratista y/o acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el contratista de las consecuencias legales y económicas.

#### El director de la ejecución de la obra:

Corresponde al arquitecto técnico o aparejador, según se establece en el artículo 13 de la LOE y demás legislación vigente al efecto, las atribuciones competenciales y obligaciones que se señalan a continuación:

#### La dirección inmediata de la obra.

Verificar personalmente la recepción a pie de obra, previo a su acopio o colocación definitiva, de todos los productos y materiales suministrados necesarios para la ejecución de la obra, comprobando que se ajustan con precisión a las determinaciones del proyecto y a las normas exigibles de calidad, con la plena potestad de aceptación o rechazo de los mismos en caso de que lo considerase oportuno y por causa justificada, ordenando la realización de pruebas y ensayos que fueran necesarios.

Dirigir la ejecución material de la obra de acuerdo con las especificaciones de la memoria y de los planos del proyecto, así como, en su caso, con las instrucciones complementarias necesarias que recabara del director de obra.

Anticiparse con la antelación suficiente a las distintas fases de la puesta en obra, requiriendo las aclaraciones al arquitecto o arquitectos directores de obra que fueran necesarias y planificando de manera anticipada y continuada con el contratista principal y los subcontratistas los trabajos a efectuar.

Comprobar los replanteos, los materiales, hormigones y demás productos suministrados, exigiendo la presentación de los oportunos certificados de idoneidad de los mismos.

Verificar la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, extendiéndose dicho cometido a todos los elementos de cimentación y estructura horizontal y vertical, con comprobación de sus especificaciones concretas de dimensionado de elementos, tipos de viguetas y adecuación a ficha técnica homologada, diámetros nominales, longitudes de anclaje y adecuados solape y doblado de barras.

Observancia de los tiempos de encofrado y desencofrado de vigas, pilares y forjados señalados por la instrucción del hormigón vigente y de aplicación.

Comprobación del correcto dimensionado de rampas y escaleras y de su adecuado trazado y replanteo con acuerdo a las pendientes, desniveles proyectados y al cumplimiento de todas las normativas que son de aplicación; a dimensiones parciales y totales de elementos, a su forma y geometría específica, así como a las distancias que deben guardarse entre ellos, tanto en horizontal como en vertical.

Verificación de la adecuada puesta en obra de fábricas y cerramientos, a su correcta y completa trabazón y, en general, a lo que atañe a la ejecución material de la totalidad de la obra y sin excepción alguna, de acuerdo a los criterios y leyes de los materiales y de la correcta construcción y a las normativas de aplicación.

Asistir a la obra con la frecuencia, dedicación y diligencia necesarias para cumplir eficazmente la debida supervisión de la ejecución de la misma en todas sus fases, desde el replanteo inicial hasta la total finalización del edificio, dando las órdenes precisas de ejecución al contratista y, en su caso, a los subcontratistas.

Consignar en el libro de órdenes y asistencias las instrucciones precisas que considerara oportuno reseñar para la correcta ejecución material de las obras.

Supervisar posteriormente el correcto cumplimiento de las órdenes previamente efectuadas y la adecuación de lo realmente ejecutado a lo ordenado previamente.

Verificar el adecuado trazado de instalaciones, conductos, acometidas, redes de evacuación y su dimensionado, comprobando su idoneidad y ajuste tanto a las especificaciones del proyecto de ejecución como de los proyectos parciales, coordinando dichas actuaciones con los técnicos redactores correspondientes.

Detener la obra si, a su juicio, existiera causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el libro de órdenes y asistencias, dando cuenta inmediata a los arquitectos directores de obra que deberán necesariamente corroborarla para su plena efectividad, y al promotor.

Supervisar las pruebas pertinentes para el control de calidad, respecto a lo especificado por la normativa vigente, en cuyo cometido y obligaciones tiene legalmente competencia exclusiva, programando bajo su responsabilidad y debidamente coordinado y auxiliado por el contratista, las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias de elementos estructurales, así como las pruebas de estanqueidad de fachadas y de sus elementos, de cubiertas y sus impermeabilizaciones, comprobando la eficacia de las soluciones.

Informar con prontitud a los arquitectos directores de obra de los resultados de los ensayos de control conforme se vaya teniendo conocimiento de los mismos, proponiéndole la realización de pruebas complementarias en caso de resultados adversos.

Tras la oportuna comprobación, emitir las certificaciones parciales o totales relativas a las unidades de obra realmente ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.

Colaborar activa y positivamente con los restantes agentes intervinientes, sirviendo de nexo de unión entre éstos, el contratista, los subcontratistas y el personal de la obra.

Elaborar y suscribir responsablemente la documentación final de obra relativa a los resultados del control de calidad y, en concreto, a aquellos ensayos y verificaciones de ejecución de obra realizados bajo su supervisión relativos a los elementos de la cimentación, muros y estructura, a las pruebas de estanqueidad y escorrentía de cubiertas y de fachadas, a las verificaciones del funcionamiento de las instalaciones de saneamiento y desagües de pluviales y demás aspectos señalados en la normativa de control de calidad.

Suscribir conjuntamente el certificado final de obra, acreditando con ello su conformidad a la correcta ejecución de las obras y a la comprobación y verificación positiva de los ensayos y pruebas realizadas.

Si se hiciera caso omiso de las órdenes efectuadas por el arquitecto técnico, director de la ejecución de las obras, se considerará como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el contratista de las consecuencias legales y económicas.

#### Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación:

Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de las obras.

---

Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

Los suministradores de productos:

Realizar las entregas de los productos de acuerdo con las especificaciones del pedido, respondiendo de su origen, identidad y calidad, así como del cumplimiento de las exigencias que, en su caso, establezca la normativa técnica aplicable.

Facilitar, cuando proceda, las instrucciones de uso y mantenimiento de los productos suministrados, así como las garantías de calidad correspondientes, para su inclusión en la documentación de la obra ejecutada.

Los propietarios y los usuarios:

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuenta.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

1.2.7. Documentación final de obra: libro del edificio

De acuerdo al artículo 7 de la Ley de Ordenación de la Edificación, una vez finalizada la obra, el proyecto con la incorporación, en su caso, de las modificaciones debidamente aprobadas, será facilitado al promotor por el director de obra para la formalización de los correspondientes trámites administrativos.

A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

Toda la documentación a que hacen referencia los apartados anteriores, que constituirá el libro del edificio, será entregada a los usuarios finales del edificio.

Los propietarios y los usuarios:

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuenta.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

### **1.3. Capítulo III: Disposiciones económicas.**

#### **1.3.1. Definición**

Las condiciones económicas fijan el marco de relaciones económicas para el abono y recepción de la obra. Tienen un carácter subsidiario respecto al contrato de obra, establecido entre las partes que intervienen, promotor y contratista, que es en definitiva el que tiene validez.

#### **1.3.2. Contrato de obra:**

Se aconseja que se firme el contrato de obra, entre el promotor y el contratista, antes de iniciarse las obras, evitando en lo posible la realización de la obra por administración. A la dirección facultativa (director de obra y director de ejecución de la obra) se le facilitará una copia del contrato de obra, para poder certificar en los términos pactados.

Sólo se aconseja contratar por administración aquellas partidas de obra irrelevantes y de difícil cuantificación, o cuando se desee un acabado muy esmerado.

El contrato de obra deberá prever las posibles interpretaciones y discrepancias que pudieran surgir entre las partes, así como garantizar que la dirección facultativa pueda, de hecho, coordinar, dirigir y controlar la obra, por lo que es conveniente que se especifiquen y determinen con claridad, como mínimo, los siguientes puntos:

- Documentos a aportar por el Contratista.
- Condiciones de ocupación del solar e inicio de las obras.
- Determinación de los gastos de enganches y consumos.
- Responsabilidades y obligaciones del Contratista: Legislación laboral.
- Responsabilidades y obligaciones del Promotor.
- Presupuesto del Contratista.
- Revisión de precios (en su caso).
- Forma de pago: Certificaciones.
- Retenciones en concepto de garantía (nunca menos del 5 %).
- Plazos de ejecución: Planning.
- Retraso de la obra: Penalizaciones.
- Recepción de la obra: Provisional y definitiva.
- Litigio entre las partes.

---

Dado que este pliego de condiciones económicas es complemento del contrato de obra, en caso de que no exista contrato de obra alguno entre las partes se le comunicará a la dirección facultativa, que pondrá a disposición de las partes el presente pliego de condiciones económicas que podrá ser usado como base para la redacción del correspondiente contrato de obra.

#### 1.3.3. Criterio general:

Todos los agentes que intervienen en el proceso de la construcción, definidos en la Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación (L.O.E.), tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas, pudiendo exigirse recíprocamente las garantías suficientes para el cumplimiento diligente de sus obligaciones de pago.

#### 1.3.4. Fianzas:

El Contratista presentará una fianza con arreglo al procedimiento que se estipule en el contrato de obra.

##### Fianza provisional:

En el caso de que la obra se adjudique por subasta pública, el depósito provisional para tomar parte en ella se especificará en el anuncio de la misma, y su cuantía será de ordinario, y salvo estipulación distinta en el Pliego de Condiciones particulares vigente en la obra, de un 3% como mínimo, del total del presupuesto de contrata.

El Contratista a quien se haya adjudicado la ejecución de una obra o servicio para la misma, deberá depositar en el punto y plazo fijados en el anuncio de la subasta o el que se determine en el Pliego de Condiciones Particulares del Proyecto, la fianza definitiva que se señale y, en su defecto, su importe será el 10% de la cantidad por la que se haga la adjudicación de la obra. Fianza que puede constituirse en cualquiera de las formas especificadas en el apartado anterior.

El plazo señalado en el párrafo anterior, y salvo condición expresa establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, no excederá de treinta días naturales a partir de la fecha en que se le comunique la adjudicación. Y dentro de él deberá presentar el adjudicatario la carta de pago o recibido que acredite la constitución de la fianza a que se refiere el mismo párrafo.

La falta de cumplimiento de este requisito dará lugar a que se declare nula la adjudicación, y el adjudicatario perderá el depósito provisional que hubiese hecho para tomar parte de la subasta.

##### Ejecución de trabajos con cargo a la fianza:

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el director de obra, en nombre y representación del promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el promotor, en el caso de que el importe de la fianza no



bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

### Devolución de las fianzas

La fianza recibida será devuelta al contratista en un plazo establecido en el contrato de obra, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra. El promotor podrá exigir que el contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros y subcontratos.

### Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales

Si el promotor, con la conformidad del director de obra, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

### 1.3.5. Precios:

El objetivo principal de la elaboración del presupuesto es anticipar el coste del proceso de construir la obra. Descompondremos el presupuesto en unidades de obra, componente menor que se contrata y certifica por separado, y basándonos en esos precios, calcularemos el presupuesto.

#### Precio básico

Es el precio por unidad (ud, m, kg, etc.) de un material dispuesto a pie de obra, (incluido su transporte a obra, descarga en obra, embalajes, etc.) o el precio por hora de la maquinaria y de la mano de obra.

#### Precio unitario

Es el precio de una unidad de obra que obtendremos como suma de los siguientes costes:

- Costes directos: calculados como suma de los productos "precio básico x cantidad" de la mano de obra, maquinaria y materiales que intervienen en la ejecución de la unidad de obra.
- Medios auxiliares: costes directos complementarios, calculados en forma porcentual como porcentaje de otros componentes, debido a que representan los costes directos que intervienen en la ejecución de la unidad de obra y que son de difícil cuantificación. Son diferentes para cada unidad de obra.
- Costes indirectos: aplicados como un porcentaje de la suma de los costes directos y medios auxiliares, igual para cada unidad de obra debido a que representan los costes de los factores necesarios para la ejecución de la obra que no se corresponden a ninguna unidad de obra en concreto.

---

En relación a la composición de los precios, el vigente Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre) establece que la composición y el cálculo de los precios de las distintas unidades de obra se base en la determinación de los costes directos e indirectos precisos para su ejecución, sin incorporar, en ningún caso, el importe del Impuesto sobre el valor añadido que pueda gravar las entregas de bienes o prestaciones de servicios realizados.

Considera costes directos:

- a) La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- c) Los equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- d) Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Deben incluirse como costes indirectos:

- a) Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorio, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos.
- b) Todos estos gastos, excepto aquéllos que se reflejen en el presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos, igual para todas las unidades de obra, que adoptará, en cada caso, el autor del proyecto a la vista de la naturaleza de la obra proyectada, de la importancia de su presupuesto y de su previsible plazo de ejecución.
- c) Las características técnicas de cada unidad de obra, en las que se incluyen todas las especificaciones necesarias para su correcta ejecución, se encuentran en el apartado de 'Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra.', junto a la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra.
- d) Si en la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra no figurase alguna operación necesaria para su correcta ejecución, se entiende que está incluida en el precio de la unidad de obra, por lo que no supondrá cargo adicional o aumento de precio de la unidad de obra contratada.

Se consideran gastos generales:

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la Administración, legalmente establecidos, se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración pública este porcentaje se establece entre un 13-17%).

Para mayor aclaración, se exponen algunas operaciones o trabajos, que se entiende que siempre forman parte del proceso de ejecución de las unidades de obra:

- El transporte y movimiento vertical y horizontal de los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones.
- Eliminación de restos, limpieza final y retirada de residuos a vertedero de obra.
- Transporte de escombros sobrantes a vertedero autorizado.
- Montaje, comprobación y puesta a punto.
- Las correspondientes legalizaciones y permisos en instalaciones.
- Maquinaria, andamiajes y medios auxiliares necesarios.
- Trabajos que se considerarán siempre incluidos y para no ser reiterativos no se especifican en cada una de las unidades de obra.

#### Presupuesto de Ejecución Material (PEM)

Se tendrá en cuenta el Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos en el Sector Público.

Es el resultado de la suma de los precios unitarios de las diferentes unidades de obra que la componen.

Se denomina presupuesto de ejecución material al resultado obtenido por la suma de los productos del número de cada unidad de obra por su precio unitario y de las partidas alzadas. Es decir, el coste de la obra sin incluir los gastos generales, el beneficio industrial y el impuesto sobre el valor añadido.

#### Precios contradictorios

Sólo se producirán precios contradictorios cuando el promotor, por medio del director de obra, decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El contratista siempre estará obligado a efectuar los cambios indicados.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el director de obra y el contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el contrato de obra o, en su defecto, antes de quince días hábiles desde que se le comunique fehacientemente al director de obra. Si subsiste la diferencia, se acudirá, en

primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto y, en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiese se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato de obra. Nunca se tomará para la valoración de los correspondientes precios contradictorios la fecha de la ejecución de la unidad de obra en cuestión.

#### Reclamación de aumento de precios

Si el contratista, antes de la firma del contrato de obra, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras.

#### Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios

En ningún caso podrá alegar el contratista los usos y costumbres locales respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obra ejecutadas. Se estará a lo previsto en el presupuesto y en el criterio de medición en obra recogido en el pliego.

#### De la revisión de los precios contratados

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montante superior al 3% del importe del presupuesto del Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3%.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el calendario de la oferta.

#### Acopio de materiales

El contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que el promotor ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el propietario, son de la exclusiva propiedad de éste, siendo el contratista responsable de su guarda y conservación.

#### 1.3.6. Obras por administración:

Se denominan "obras por administración" aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el promotor, bien por sí mismo, por un representante suyo o por mediación de un contratista.

Las obras por administración se clasifican en dos modalidades:

- a) Obras por administración directa.
- b) Obras por administración delegada o indirecta.

Según la modalidad de contratación, en el contrato de obra se regulará:

- Su liquidación.
- El abono al Contratista de las cuentas de administración delegada.
- Las normas para la adquisición de los materiales y aparatos.
- Responsabilidades del Contratista en la contratación por administración en general y, en particular, la debida al bajo rendimiento de los obreros.

#### 1.3.7. Valoración y abono de los trabajos:

##### Forma y plazos de abono de las obras

Se realizará por certificaciones de obra y se recogerán las condiciones en el contrato de obra establecido entre las partes que intervienen (promotor y contratista) que, en definitiva, es el que tiene validez.

Los pagos se efectuarán por la propiedad en los plazos previamente establecidos en el contrato de obra, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de la obra conformadas por el director de ejecución de la obra, en virtud de las cuáles se verifican aquéllos.

El director de ejecución de la obra realizará, en la forma y condiciones que establezca el criterio de medición en obra incorporado en las prescripciones en cuanto a la ejecución por unidad de obra, la medición de las unidades de obra ejecutadas durante el período de tiempo anterior, pudiendo el contratista presenciar la realización de tales mediciones.

Para las obras o partes de obra que, por sus dimensiones y características, hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas, el contratista está obligado a avisar al director de ejecución de la obra con la suficiente antelación, a fin de que éste pueda realizar las correspondientes mediciones y toma de datos, levantando los planos que las definan, cuya conformidad suscribirá el contratista.

A falta de aviso anticipado, cuya existencia corresponde probar al contratista, queda este obligado a aceptar las decisiones del promotor sobre el particular.

Según la modalidad elegida para la contratación de las obras y salvo que en el Pliego Particular de Condiciones Económicas, se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se efectuará de la siguiente manera:

1. Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de baja efectuada por el adjudicatario.
2. Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra, cuyo precio invariable se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas. Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el Proyecto, lo que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.
3. Tanto variable por unidad de obra, según las condiciones en que se realice y los materiales autorizados en la forma que el presente "Pliego General de Condiciones Económicas" determina. Se abonará al Contratista en idénticas condiciones al caso anterior.
4. Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el presente "Pliego General de Condiciones Económicas" determine.
5. Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el Contrato.

#### Relaciones valoradas y certificaciones

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en los "Pliegos de Condiciones Particulares" que rijan en la obra, formará con Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Director de obra.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal, o numeral correspondiente para cada unidad de obra, los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego General de Condiciones Económicas", respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitarán por el Director de obra los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez días a partir de la fecha de recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos o devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas.

Dentro de los diez días siguientes a su recibo, el Director de obra aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiera, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir al Propietario contra la resolución del Director de obra en la forma prevenida en los "Pliegos de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Director de obra la certificación de las ejecutadas.

De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido.

El material acopiado a pie de obra por indicación expresa y por escrito de Propietario, podrá certificarse hasta el noventa por ciento de su importe, a los precios que figuren en los documentos del Proyecto, sin afectarlos del tanto por ciento de la contrata.

Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al periodo a que se refieren y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. En el caso de que el Director que obra lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

#### Mejora de obras libremente ejecutadas

Cuando el contratista, incluso con la autorización del director de obra, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el proyecto o sustituyese una clase de fábrica por otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin solicitársela, cualquier otra modificación que sea beneficiosa a juicio de la dirección facultativa, no tendrá derecho más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

#### Abono de trabajos presupuestados con partida alzada

Salvo lo preceptuado en el “Pliego de Condiciones Particulares de Índole Económica” vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponderá entre los que a continuación se expresan:

- a) Si existiesen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonará previa medición y aplicación del precio establecido.
- b) Si existiesen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades la partida alzada, deducidos de los similares contratos.
- c) Si no existiesen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el Director de obra indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales

y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

#### Abono de trabajos especiales no contratados

Cuando fuese preciso efectuar cualquier tipo de trabajo de índole especial u ordinaria que, por no estar contratado, no sea de cuenta del contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por la propiedad por separado y en las condiciones que se estipulen en el contrato de obra.

#### Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía

Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

- a) Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo, y el Director de obra exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonado de acuerdo con lo establecido en los "Pliegos Particulares" o en su defecto en los Generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en el época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.
- b) Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por no haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el Propietario se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
- c) Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

#### 1.3.8. Indemnizaciones mutuas:

##### Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras

Si, por causas imputables al contratista, las obras sufrieran un retraso en su finalización con relación al plazo de ejecución previsto, el promotor podrá imponer al contratista, con cargo a la última certificación, las penalizaciones establecidas en el contrato, que nunca serán inferiores al perjuicio que pudiera causar el retraso de la obra.

##### Demora de los pagos por parte del Promotor



si el Propietario no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al que corresponde el plazo convenido, el Contratista tendrá además el derecho de percibir el abono de un 4,5% anual, en concepto de interés de demora, durante el espacio de tiempo del retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

Si aún transcurrieran dos meses a partir del término de dicho plazo de un mes sin realizarse dicho pago, tendrá derecho el Contratista a la resolución del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales copiados, siempre que éstos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra adjudicada o contratada.

No obstante, lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el Contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalados en el contrato.

#### 1.3.9. Varios:

##### Mejoras, aumentos y/o reducciones de obra

Sólo se admitirán mejoras de obra, en el caso que el director de obra haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como de los materiales y maquinaria previstos en el contrato.

Sólo se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, en el caso que el director de obra haya ordenado por escrito la ampliación de las contratadas como consecuencia de observar errores en las mediciones de proyecto.

En ambos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o maquinaria ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el director de obra introduzca innovaciones que supongan una reducción en los importes de las unidades de obra contratadas.

##### Unidades de obra defectuosas

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Director de obra, éste determinará el precio de partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

##### Seguro de las obras

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya, y a medida que ésta se vaya realizando.

El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, la devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no le hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Director de obra.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la proporción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en las pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

#### Conservación de la obra

El contratista está obligado a conservar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

#### Uso por el contratista de edificio o bienes del promotor

No podrá el contratista hacer uso de edificio o bienes del promotor durante la ejecución de las obras sin el consentimiento del mismo.

Al abandonar el contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como por resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que se estipule en el contrato de obra.

Se tendrán en cuenta las siguientes disposiciones:

- a) Pliego de Prescripciones Técnicas Generales del Ministerio de Obras Públicas.
- b) Normas Básicas y Generales de la Edificación.
- c) Ley de Contratos del Estado (D 923/1965).
- d) Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y normas MIBT complementarias.

- e) Reglamento de Seguridad en Máquinas (Real Decreto 1495/1986 de 26 de mayo).

#### Pago de arbitrios

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo del contratista, siempre que en el contrato de obra no se estipule lo contrario.

#### 1.3.10. Retenciones en concepto de garantía:

Del importe total de las certificaciones se descontará un porcentaje, que se retendrá en concepto de garantía. Este valor no deberá ser nunca menor del cinco por cien (5 %) y responderá de los trabajos mal ejecutados y de los perjuicios que puedan ocasionarle al promotor.

Esta retención en concepto de garantía quedará en poder del promotor durante el tiempo designado como "periodo de garantía", pudiendo ser dicha retención, "en metálico" o mediante un aval bancario que garantice el importe total de la retención.

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el director de obra, en representación del promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

La fianza retenida en concepto de garantía será devuelta al contratista en el plazo estipulado en el contrato, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra. El promotor podrá exigir que el contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas atribuibles a la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros o subcontratos.

#### 1.3.11. Plazos de ejecución: planning de obra:

En el contrato de obra deberán figurar los plazos de ejecución y entregas, tanto totales como parciales. Además, será conveniente adjuntar al respectivo contrato un planning de la ejecución de la obra donde figuren de forma gráfica y detallada la duración de las distintas partidas de obra que deberán conformar las partes contratantes.

#### 1.3.12. Liquidación económica de las obras:

Simultáneamente al libramiento de la última certificación, se procederá al otorgamiento del acta de liquidación económica de las obras, que deberán firmar el promotor y el contratista. En este acto se dará por terminada la obra y se entregarán, en su caso, las llaves, los correspondientes boletines debidamente cumplimentados de acuerdo a la

normativa vigente, así como los proyectos técnicos y permisos de las instalaciones contratadas.

Dicha acta de liquidación económica servirá de acta de recepción provisional de las obras, para lo cual será conformada por el promotor, el contratista, el director de obra y el director de ejecución de la obra, quedando desde dicho momento la conservación y custodia de las mismas a cargo del promotor.

La citada recepción de las obras, provisional y definitiva, queda regulada según se describe en las disposiciones generales del presente pliego.

#### 1.3.13. Liquidación final de la obra:

Entre el promotor y contratista, la liquidación de la obra deberá hacerse de acuerdo con las certificaciones conformadas por la dirección de obra. Si la liquidación se realizara sin el visto bueno de la dirección de obra, ésta sólo mediará, en caso de desavenencia o desacuerdo, en el recurso ante los tribunales.

## **2. Pliego de condiciones técnicas particulares.**

### **2.1. Capítulo I: Prescripciones sobre materiales.**

El objeto del presente capítulo es la de describir los diferentes materiales usados en la obra, establecer los procedimientos de instalación siguiendo los protocolos de seguridad.

#### 2.1.1. Pladur:

##### Condiciones de suministro.

El pladur deberá de cumplir las condiciones exigidas por el Código Técnico de la Edificación (C.T.E) dentro de este lo referente a la seguridad en caso de incendios (Documento Básico SI) y a la Protección Frente al Ruido (Documento Básico HR), las normas UNE-EN 520:2005+A1 “Productos de Placa de Yeso Laminado, UNE-EN 14195:2005 “Perfilería metálica para su uso en Sistemas de Placa de Yeso Laminado”, UNE 102040 IN “Montajes de los sistemas de tabiquería e Placa de Yeso Laminado con estructura metálica”, la normativa ATEDY “sección Placa de Yeso Laminado” y normativa EUROGYPSUM “Clasificación de los diferentes niveles de calidad en el acabado de superficies”.

##### Recepción y control

Previamente a efectuar el pedido del pladur se deben planificar una serie de tareas, con objeto de facilitar las operaciones de puesta en obra del hormigón:

- Preparar los accesos y viales por los que transitarán los equipos de transporte dentro de la obra.
- Preparar la recepción del pladur antes de que llegue el primer camión.
- Programar el vertido de forma que los descansos o los horarios de comida no afecten a la puesta en obra del hormigón, sobre todo en aquellos elementos que no deban presentar juntas frías. Esta programación debe comunicarse a la central de fabricación para adaptar el ritmo de suministro.

##### Inspecciones:

Cada carga de pladur fabricado en central, tanto si ésta pertenece o no a las instalaciones de obra, irá acompañada de una hoja de suministro que estará en todo momento a disposición de la dirección de obra, y en la que deberán figurar, como mínimo, los siguientes datos:

- Nombre de la central de fabricación de pladur.
- Número de serie de la hoja de suministro.
- Fecha de entrega.

- Nombre del peticionario y del responsable de la recepción.
- Especificación del hormigón.
- En el caso de que el hormigón se designe por propiedades:
  - Designación.
  - Tipo de ambiente.
  - Tipo, clase y marca del pladur.
  - Consistencia.
  - Tipo de aditivo, si lo hubiere, y en caso contrario indicación expresa de que no contiene.
  - Designación específica del lugar del suministro (nombre y lugar).

#### 2.1.2. Hormigón estructural:

##### Condiciones de suministro.

El hormigón se debe transportar utilizando procedimientos adecuados para conseguir que las masas lleguen al lugar de entrega en las condiciones estipuladas, sin experimentar variación sensible en las características que poseían recién amasadas.

Cuando el hormigón se amasa completamente en central y se transporta en amasadoras móviles, el volumen de hormigón transportado no deberá exceder del 80 % del volumen total del tambor. Cuando el hormigón se amasa, o se termina de amasar, en amasadora móvil, el volumen no excederá de los dos tercios del volumen total del tambor.

Los equipos de transporte deberán estar exentos de residuos de hormigón o mortero endurecido, para lo cual se limpiarán cuidadosamente antes de proceder a la carga de una nueva masa fresca de hormigón. Asimismo, no deberán presentar desperfectos o desgastes en las paletas o en su superficie interior que puedan afectar a la homogeneidad del hormigón.

El transporte podrá realizarse en amasadoras móviles, a la velocidad de agitación, o en equipos con o sin agitadores, siempre que tales equipos tengan superficies lisas y redondeadas y sean capaces de mantener la homogeneidad del hormigón durante el transporte y la descarga.

##### Recepción y control

Previamente a efectuar el pedido del hormigón se deben planificar una serie de tareas, con objeto de facilitar las operaciones de puesta en obra del hormigón:

- Preparar los accesos y viales por los que transitarán los equipos de transporte dentro de la obra.

- Preparar la recepción del hormigón antes de que llegue el primer camión.
- Programar el vertido de forma que los descansos o los horarios de comida no afecten a la puesta en obra del hormigón, sobre todo en aquellos elementos que no deban presentar juntas frías. Esta programación debe comunicarse a la central de fabricación para adaptar el ritmo de suministro.

#### Inspecciones:

Cada carga de hormigón fabricado en central, tanto si ésta pertenece o no a las instalaciones de obra, irá acompañada de una hoja de suministro que estará en todo momento a disposición de la dirección de obra, y en la que deberán figurar, como mínimo, los siguientes datos:

- Nombre de la central de fabricación de hormigón.
- Número de serie de la hoja de suministro.
- Fecha de entrega.
- Nombre del peticionario y del responsable de la recepción.
- Especificación del hormigón.
- En el caso de que el hormigón se designe por propiedades:
  - Designación.
  - Contenido de cemento en kilos por metro cúbico ( $\text{kg/m}^3$ ) de hormigón, con una tolerancia de  $\pm 15$  kg.
  - Relación agua/cemento del hormigón, con una tolerancia de  $\pm 0,02$ .
  - En el caso de que el hormigón se designe por dosificación:
    - Contenido de cemento por metro cúbico de hormigón.
    - Relación agua/cemento del hormigón, con una tolerancia de  $\pm 0,02$ .
    - Tipo de ambiente.
    - Tipo, clase y marca del cemento.
    - Consistencia.
    - Tamaño máximo del árido.
  - Tipo de aditivo, si lo hubiere, y en caso contrario indicación expresa de que no contiene.

- Procedencia y cantidad de adición (cenizas volantes o humo de sílice) si la hubiere y, en caso contrario, indicación expresa de que no contiene.
- Designación específica del lugar del suministro (nombre y lugar).
- Cantidad de hormigón que compone la carga, expresada en metros cúbicos de hormigón fresco.
- Identificación del camión hormigonera (o equipo de transporte) y de la persona que proceda a la descarga.
- Hora límite de uso para el camión.

#### Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08.

#### Conservación, almacenamiento y manipulación

En el vertido y colocación de las masas, incluso cuando estas operaciones se realicen de un modo continuo mediante conducciones apropiadas, se adoptarán las debidas precauciones para evitar la disgregación de la mezcla.

#### Recomendaciones para su uso en obra

El tiempo transcurrido entre la adición de agua de amasado al cemento y a los áridos y la colocación del hormigón, no debe ser mayor de hora y media. En tiempo caluroso, o bajo condiciones que contribuyan a un rápido fraguado del hormigón, el tiempo límite deberá ser inferior, a menos que se adopten medidas especiales que, sin perjudicar la calidad del hormigón, aumenten el tiempo de fraguado.

#### Hormigonado en tiempo frío:

- La temperatura de la masa de hormigón, en el momento de verterla en el molde encofrado, no será inferior a 5 °C.
- Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos (armaduras, moldes, etc.) cuya temperatura sea inferior a cero grados centígrados.
- En general, se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que, dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de cero grados centígrados.
- En los casos en que, por absoluta necesidad, se hormigone en tiempo de heladas, se adoptarán las medidas necesarias para garantizar que, durante el fraguado y primer endurecimiento del hormigón, no se producirán deterioros locales en los elementos correspondientes, ni mermas permanentes apreciables de las características resistentes del material.



#### Hormigonado en tiempo caluroso:

- Si la temperatura ambiente es superior a 40°C o hay un viento excesivo, se suspenderá el hormigonado, salvo que, previa autorización expresa de la dirección de obra, se adopten medidas especiales.

#### 2.1.3. Aceros para hormigón armado (aceros corrugados):

##### Condiciones de suministro

Los aceros se deben transportar protegidos adecuadamente contra la lluvia y la agresividad de la atmósfera ambiental.

##### Recepción y control

##### Inspecciones:

- Productos certificados: Para aquellos aceros que posean un distintivo reconocido o un CC-EHE-08, cada partida de acero acreditará que está en posesión del mismo, así como de un certificado específico de adherencia, e irá acompañada del oportuno certificado de garantía del fabricante, en el que se indiquen los valores límites de las siguientes características:
  - Características de adherencia.
  - Características mecánicas mínimas garantizadas por el fabricante.
  - Ausencia de grietas después del ensayo de doblado-desdoblado.
  - Llevar grabadas las marcas de identificación relativas al tipo de acero (geometría del corrugado), país de origen (el indicativo correspondiente a España y Portugal es el número 7) y marca del fabricante.
- Productos no certificados: En el caso de productos que no posean un distintivo reconocido o un CC-EHE-08, deberá ir acompañada del certificado específico de adherencia y de los resultados de los ensayos correspondientes a la composición química, características mecánicas y características geométricas, efectuados por un organismo capacitado para otorgar el CC-EHE-08, que justifiquen que el acero cumple las siguientes características:
  - Características de adherencia.
  - Características mecánicas mínimas garantizadas por el fabricante.
  - Ausencia de grietas después del ensayo de doblado-desdoblado.
  - Llevar grabadas las marcas de identificación relativas al tipo de acero (geometría del corrugado), país de origen (el indicativo correspondiente a España y Portugal es el número 7) y marca del fabricante.

##### Ensayos.

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08.

### Conservación, almacenamiento y manipulación

Durante el almacenamiento las armaduras se protegerán adecuadamente contra la lluvia y de la agresividad de la atmósfera ambiental. Hasta el momento de su empleo, se conservarán en obra, cuidadosamente clasificadas según sus tipos, calidades, diámetros y procedencias.

Antes de su utilización y especialmente después de un largo periodo de almacenamiento en obra, se examinará el estado de su superficie, con el fin de asegurarse de que no presenta alteraciones perjudiciales. Una ligera capa de óxido en la superficie de las barras no se considera perjudicial para su utilización. Sin embargo, no se admitirán pérdidas de peso por oxidación superficial, comprobadas después de una limpieza con cepillo de alambres hasta quitar el óxido adherido, que sean superiores al 1 % respecto al peso inicial de la muestra.

En el momento de su utilización, las armaduras pasivas deben estar exentas de sustancias extrañas en su superficie tales como grasa, aceite, pintura, polvo, tierra o cualquier otro material perjudicial para su buena conservación o su adherencia.

### Recomendaciones para su uso en obra

Para prevenir la corrosión, se deberá tener en cuenta todas las consideraciones relativas a los espesores de recubrimiento.

Con respecto a los materiales empleados, se prohíbe poner en contacto las armaduras con otros metales de muy diferente potencial galvánico.

Se prohíbe emplear materiales componentes (agua, áridos, aditivos y/o adiciones) que contengan iones despasivantes, como cloruros, sulfuros y sulfatos, en proporciones superiores a las establecidas.

#### 2.1.4. Mallas electrosoldadas:

##### Condiciones de suministro

Las mallas se deben transportar protegidas adecuadamente contra la lluvia y la agresividad de la atmósfera ambiental.

##### Recepción y control

Inspecciones:

Productos certificados

Para aquellos aceros que posean un distintivo reconocido o un CC-EHE-08, cada partida de acero acreditará que está en posesión del mismo, así como de un certificado específico de adherencia, e irá acompañada del oportuno certificado

de garantía del fabricante, en el que se indiquen los valores límites de las siguientes características:

- Características de adherencia.
- Características mecánicas mínimas garantizadas por el fabricante.
- Ausencia de grietas después del ensayo de doblado-desdoblado.
- Llevar grabadas las marcas de identificación relativas al tipo de acero (geometría del corrugado), país de origen (el indicativo correspondiente a España y Portugal es el número 7) y marca del fabricante.

#### Productos no certificados

En el caso de productos que no posean un distintivo reconocido o un CC-EHE-08, deberá ir acompañada del certificado específico de adherencia y de los resultados de los ensayos correspondientes a la composición química, características mecánicas y características geométricas, efectuados por un organismo capacitado para otorgar el CC-EHE-08, que justifiquen que el acero cumple las siguientes características:

- Características de adherencia.
- Características mecánicas mínimas garantizadas por el fabricante.
- Ausencia de grietas después del ensayo de doblado-desdoblado.
- Llevar grabadas las marcas de identificación relativas al tipo de acero (geometría del corrugado), país de origen (el indicativo correspondiente a España y Portugal es el número 7) y marca del fabricante.

#### Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08.

#### Conservación, almacenamiento y mantenimiento

Durante el almacenamiento las armaduras se protegerán adecuadamente contra la lluvia, y de la agresividad de la atmósfera ambiental. Hasta el momento de su empleo, se conservarán en obra, cuidadosamente clasificadas según sus tipos, calidades, diámetros y procedencias.

Antes de su utilización y especialmente después de un largo periodo de almacenamiento en obra, se examinará el estado de su superficie, con el fin de asegurarse de que no presenta alteraciones perjudiciales. Una ligera capa de óxido en la superficie de las

barras no se considera perjudicial para su utilización. Sin embargo, no se admitirán pérdidas de peso por oxidación superficial, comprobadas después de una limpieza con cepillo de alambres hasta quitar el óxido adherido, que sean superiores al 1 % respecto al peso inicial de la muestra.

En el momento de su utilización, las armaduras pasivas deben estar exentas de sustancias extrañas en su superficie tales como grasa, aceite, pintura, polvo, tierra o cualquier otro material perjudicial para su buena conservación o su adherencia.

#### Recomendaciones para su uso en obra

Para prevenir la corrosión, se deberá tener en cuenta todas las consideraciones relativas a los espesores de recubrimiento. Con respecto a los materiales empleados, se prohíbe poner en contacto las armaduras con otros metales de muy diferente potencial galvánico.

Se prohíbe emplear materiales componentes (agua, áridos, aditivos y/o adiciones) que contengan iones despasivantes, como cloruros, sulfuros y sulfatos, en proporciones superiores a las establecidas.

#### 2.1.5. Aceros en perfiles laminados para estructura metálica.

##### Condiciones de suministro

Los aceros se deben transportar de una manera segura, de forma que no se produzcan deformaciones permanentes y los daños superficiales sean mínimos. Los componentes deben estar protegidos contra posibles daños en los puntos de eslingado (por donde se sujetan para izarlos).

Los componentes prefabricados que se almacenan antes del transporte o del montaje deben estar apilados por encima del terreno y sin contacto directo con éste.

Debe evitarse cualquier acumulación de agua. Los componentes deben mantenerse limpios y colocados de forma que se eviten las deformaciones permanentes.

##### Recepción y control

Inspecciones:

Para los productos planos:

Salvo acuerdo en contrario, el estado de suministro de los productos planos de los tipos S235, S275 y S355 de grado JR queda a elección del fabricante.

Si en el pedido se solicita inspección y ensayo, se deberá indicar:

- Tipo de inspección y ensayos (específicos o no específicos).

- El tipo de documento de la inspección.
- Para los productos largos, salvo acuerdo en contrario, el estado de suministro de los productos largos de los tipos S235, S275 y S355 de grado JR queda a elección del fabricante.

Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

#### Conservación, almacenamiento y manipulación

Si los materiales han estado almacenados durante un largo periodo de tiempo, o de una manera tal que pudieran haber sufrido un deterioro importante, deberán ser comprobados antes de ser utilizados, para asegurarse de que siguen cumpliendo con la norma de producto correspondiente. Los productos de acero resistentes a la corrosión atmosférica pueden requerir un chorreo ligero antes de su empleo para proporcionarles una base uniforme para la exposición a la intemperie.

El material deberá almacenarse en condiciones que cumplan las instrucciones de su fabricante, cuando se disponga de éstas.

#### Recomendaciones para su uso en obra

El material no deberá emplearse si se ha superado la vida útil en almacén especificada por su fabricante.

#### 2.1.6. Morteros hechos en obra:

##### Condiciones de suministro

El conglomerante (cal o cemento) se debe suministrar:

En sacos de papel o plástico, adecuados para que su contenido no sufra alteración.

- O a granel, mediante instalaciones especiales de transporte y almacenamiento que garanticen su perfecta conservación.
- La arena se debe suministrar a granel, mediante instalaciones especiales de transporte y almacenamiento que garanticen su perfecta conservación.
- El agua se debe suministrar desde la red de agua potable.

##### Recepción y control

Inspecciones:

Si ciertos tipos de mortero necesitan equipamientos, procedimientos o tiempos de amasado especificados para el amasado en obra, se deben especificar por el fabricante.

El tiempo de amasado se mide a partir del momento en el que todos los componentes se han adicionado.

Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

#### Conservación, almacenamiento y manipulación

Los morteros deben estar perfectamente protegidos del agua y del viento, ya que, si se encuentran expuestos a la acción de este último, la mezcla verá reducido el número de finos que la componen, deteriorando sus características iniciales y por consiguiente no podrá ser utilizado. Es aconsejable almacenar los morteros secos en silos.

#### Recomendaciones de uso en obra

Para elegir el tipo de mortero apropiado se tendrá en cuenta determinadas propiedades, como la resistencia al hielo y el contenido de sales solubles en las condiciones de servicio en función del grado de exposición y del riesgo de saturación de agua.

En condiciones climatológicas adversas, como lluvia, helada o excesivo calor, se tomarán las medidas oportunas de protección.

El amasado de los morteros se realizará preferentemente con medios mecánicos. La mezcla debe ser batida hasta conseguir su uniformidad, con un tiempo mínimo de 1 minuto. Cuando el amasado se realice a mano, se hará sobre una plataforma impermeable y limpia, realizando como mínimo tres batidas.

El mortero se utilizará en las dos horas posteriores a su amasado. Si es necesario, durante este tiempo se le podrá agregar agua para compensar su pérdida.

Pasadas las dos horas, el mortero que no se haya empleado se desechará.

#### 2.1.7. Mortero para revoco o enlucido:

Condiciones de suministro

- El mortero se debe suministrar en sacos de 25 o 30 kg.
- Los sacos serán de doble hoja de papel con lámina intermedia de polietileno.

#### Recepción y control

Inspecciones:

Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.

Deberán figurar en el envase, en el albarán de suministro, en las fichas técnicas de los fabricantes, o bien, en cualquier documento que acompañe al producto, la designación o el código de designación de la identificación.

El fabricante (o su representante) debe demostrar la conformidad de su producto llevando a cabo los ensayos tipo iniciales y el control de la producción de la fábrica.

Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

#### Conservación, almacenamiento y manipulación

Se podrá conservar hasta 12 meses desde la fecha de fabricación con el embalaje cerrado y en local cubierto y seco.

#### Recomendaciones para el uso en obra

Se respetarán, para cada amasado, las proporciones de agua indicadas. Con el fin de evitar variaciones de color, es importante que todos los amasados se hagan con la misma cantidad de agua y de la misma forma.

Temperaturas de aplicación comprendidas entre 5 °C y 30 °C.

No se aplicará con insolación directa, viento fuerte o lluvia. La lluvia y las heladas pueden provocar la aparición de manchas y carbonataciones superficiales.

Es conveniente, una vez aplicado el mortero, humedecerlo durante las dos primeras semanas a partir de 24 horas después de su aplicación.

Al revestir áreas con diferentes soportes, se recomienda colocar malla.

#### 2.1.8. Conglomerantes (Cemento).

##### Condiciones de suministro

El cemento se suministra a granel o envasado.

El cemento a granel se debe transportar en vehículos, cubas o sistemas similares adecuados, con el hermetismo, seguridad y almacenamiento tales que garanticen la perfecta conservación del cemento, de forma que su contenido no sufra alteración, y que no alteren el medio ambiente.

El cemento envasado se debe transportar mediante palets o plataformas similares, para facilitar tanto su carga y descarga como su manipulación, y así permitir mejor trato de los envases.

El cemento no llegará a la obra u otras instalaciones de uso excesivamente caliente. Se recomienda que, si su manipulación se va a realizar por medios mecánicos, su temperatura no exceda de 70 °C, y si se va a realizar a mano, no exceda de 40 °C.

Cuando se prevea que puede presentarse el fenómeno de falso fraguado, deberá comprobarse, con anterioridad al empleo del cemento, que éste no presenta tendencia a experimentar dicho fenómeno.

### Recepción y control

Inspecciones:

Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.

A la entrega del cemento, ya sea el cemento expedido a granel o envasado, el suministrador aportará un albarán que incluirá, al menos, los siguientes datos:

- I. Número de referencia del pedido.
- II. Nombre y dirección del comprador y punto de destino del cemento.
- III. Identificación del fabricante y de la empresa suministradora.
- IV. Designación normalizada del cemento suministrado.
- V. Cantidad que se suministra.
- VI. En su caso, referencia a los datos del etiquetado correspondiente al marcado CE.
- VII. Fecha de suministro.
- VIII. Identificación del vehículo que lo transporta (matricula).

Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la Instrucción para la recepción de cementos (RC-08).

### Conservación, almacenamiento y manipulación

Los cementos a granel se almacenarán en silos estancos y se evitará, en particular, su contaminación con otros cementos de tipo o clase de resistencia distintos. Los silos deben estar protegidos de la humedad y tener un sistema o mecanismo de apertura para la carga en condiciones adecuadas desde los vehículos de transporte, sin riesgo de alteración del cemento.

En cementos envasados, el almacenamiento deberá realizarse sobre palets o plataforma similar, en locales cubiertos, ventilados y protegidos de las lluvias y de la exposición directa del sol. Se evitarán especialmente las ubicaciones en las que los envases puedan estar expuestos a la humedad, así como las manipulaciones durante su almacenamiento que puedan dañar el envase o la calidad del cemento.



Las instalaciones de almacenamiento, carga y descarga del cemento dispondrán de los dispositivos adecuados para minimizar las emisiones de polvo a la atmósfera.

Aún en el caso de que las condiciones de conservación sean buenas, el almacenamiento del cemento no debe ser muy prolongado, ya que puede meteorizarse. El almacenamiento máximo aconsejable es de tres meses, dos meses y un mes, respectivamente, para las clases resistentes 32,5, 42,5 y 52,5. Si el periodo de almacenamiento es superior, se comprobará que las características del cemento continúan siendo adecuadas. Para ello, dentro de los veinte días anteriores a su empleo, se realizarán los ensayos de determinación de principio y fin de fraguado y resistencia mecánica inicial a 7 días (si la clase es 32,5) o 2 días (para todas las demás clases) sobre una muestra representativa del cemento almacenado, sin excluir los terrones que hayan podido formarse.

#### Recomendaciones para su uso en obra

La elección de los distintos tipos de cemento se realizará en función de la aplicación o uso al que se destinen, las condiciones de puesta en obra y la clase de exposición ambiental del hormigón o mortero fabricado con ellos.

Las aplicaciones consideradas son la fabricación de hormigones y los morteros convencionales, quedando excluidos los morteros especiales y los monocapa.

El comportamiento de los cementos puede ser afectado por las condiciones de puesta en obra de los productos que los contienen, entre las que cabe destacar:

- Los factores climáticos: temperatura, humedad relativa del aire y velocidad del viento.
- Los procedimientos de ejecución del hormigón o mortero: colocado en obra, prefabricado, proyectado, etc.
- Las clases de exposición ambiental.
- Los cementos que vayan a utilizarse en presencia de sulfatos, deberán poseer la característica adicional de resistencia a sulfatos.
- Los cementos deberán tener la característica adicional de resistencia al agua de mar cuando vayan a emplearse en los ambientes marino sumergido o de zona de carrera de mareas.
- En los casos en los que se haya de emplear áridos susceptibles de producir reacciones álcali-árido, se utilizarán los cementos con un contenido de alcalinos inferior a 0,60 % en masa de cemento.
- Cuando se requiera la exigencia de blancura, se utilizarán los cementos blancos.
- Para fabricar un hormigón se recomienda utilizar el cemento de la menor clase de resistencia que sea posible y compatible con la resistencia mecánica del hormigón deseada.

---

### 2.1.9. Yesos y escayolas.

#### Condiciones de suministro

Los yesos y escayolas se deben suministrar a granel o ensacados, con medios adecuados para que no sufran alteración. En caso de utilizar sacos, éstos serán con cierre de tipo válvula

#### Recepción y control

Inspecciones:

En cada saco, o en el albarán si el producto se suministra a granel, deberán figurar los siguientes datos:

- I. Nombre del fabricante o marca comercial del producto.
- II. Designación del producto.
- III. Peso neto.

En el caso de que el producto tenga concedido un distintivo de calidad, éste figurará en el envase bajo las condiciones que se impongan en su concesión.

Para el control de recepción se establecerán partidas homogéneas procedentes de una misma unidad de transporte (camión, cisterna, vagón o similar) y que provengan de una misma fábrica. También se podrá considerar como partida el material homogéneo suministrado directamente desde una fábrica en un mismo día, aunque sea en distintas entregas.

A su llegada a destino o durante la toma de muestras la dirección facultativa comprobará que:

- I. El producto llega perfectamente envasado y los envases en buen estado.
- II. El producto es identificable con lo especificado anteriormente.
- III. El producto estará seco y exento de grumos.

Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

#### Conservación, almacenamiento y manipulación

Las muestras que deben conservarse en obra, se almacenarán en la misma, en un local seco, cubierto y cerrado durante un mínimo de sesenta días desde su recepción.

### 2.1.10. Baldosas cerámicas.

### Condiciones de suministro

Las baldosas se deben suministrar empaquetadas en cajas, de manera que no se alteren sus características.

### Recepción y control

Inspecciones:

Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.

Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

### Conservación, almacenamiento y manipulación

El almacenamiento se realizará en su embalaje, en lugares protegidos de impactos y de la intemperie.

### Recomendaciones para uso en obra

Colocación en capa gruesa: Es el sistema tradicional, por el que se coloca la cerámica directamente sobre el soporte. No se recomienda la colocación de baldosas cerámicas de formato superior a 35 x 35 cm, o superficie equivalente, mediante este sistema.

Colocación en capa fina: Es un sistema más reciente que la capa gruesa, por el que se coloca la cerámica sobre una capa previa de regularización del soporte, ya sean enfoscados en las paredes o bases de mortero en los suelos.

#### 2.1.11. Prefabricados de cemento.

### Condiciones de suministro.

Los bloques se deben suministrar empaquetados y sobre palets, de modo que se garantice su inmovilidad tanto longitudinal como transversal, procurando evitar daños a los mismos.

Los paquetes no deben ser totalmente herméticos, para permitir la transpiración de las piezas en contacto con la humedad ambiente.

En caso de utilizar cintas o eslingas de acero para la sujeción de los paquetes, éstos deben tener los cantos protegidos por medio de cantoneras metálicas o de madera, a fin de evitar daños en la superficie de los bloques.

### Recepción y control

Inspecciones:

---

Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.

Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

#### Conservación, almacenamiento y manipulación

Se deben apilar sobre superficies limpias, planas, horizontales y donde no se produzcan aportes de agua, ni se recepcionen otros materiales o se realicen otros trabajos de la obra que los puedan manchar o deteriorar.

Los bloques no deben estar en contacto con el terreno, ya que pueden absorber humedad, sales solubles, etc., provocando en la posterior puesta en obra la aparición de manchas y eflorescencias.

El traslado se debe realizar, siempre que se pueda, con medios mecánicos y su manipulación debe ser cuidadosa, evitando roces entre las piezas.

Cuando sea necesario, las piezas se deben cortar limpiamente con la maquinaria adecuada.

#### Recomendaciones para su uso en obra

Se aconseja que en el momento de la puesta en obra hayan transcurrido al menos 28 días desde la fecha de fabricación.

Se debe evitar el uso de bloques secos, que hayan permanecido largo tiempo al sol y se encuentren deshidratados, ya que se provocaría la deshidratación por absorción del mortero de juntas.

#### 2.1.12. Impermeabilizantes.

##### Condiciones de suministro

Los imprimadores se deben suministrar en envase hermético.

##### Recepción y control

Inspecciones:

Los imprimadores bituminosos, en su envase, deberán llevar marcado:

- La identificación del fabricante o marca comercial.
- La designación con arreglo a la norma correspondiente.
- Las incompatibilidades de uso e instrucciones de aplicación.

- El sello de calidad, en su caso.

Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

#### Conservación, almacenamiento y manipulación

El almacenamiento se realizará en envases cerrados herméticamente, protegidos de la humedad, de las heladas y de la radiación solar directa. El tiempo máximo de almacenamiento es de 6 meses.

No deberán sedimentarse durante el almacenamiento de forma que no pueda devolverse su condición primitiva por agitación moderada.

#### Recomendaciones para el uso en obra

Se suelen aplicar a temperatura ambiente. No podrán aplicarse con temperatura ambiente inferior a 5 °C.

La superficie a imprimir debe estar libre de partículas extrañas, restos no adheridos, polvo y grasa.

Las emulsiones tipo A y C se aplican directamente sobre las superficies, las de los tipos B y D, para su aplicación como imprimación de superficies, deben disolverse en agua hasta alcanzar la viscosidad exigida a los tipos A y C.

Las pinturas de imprimación de tipo I solo pueden aplicarse cuando la impermeabilización se realiza con productos asfálticos; las de tipo II solamente deben utilizarse cuando la impermeabilización se realiza con productos de alquitrán de hulla.

#### 2.1.13. Carpintería y cerrajería:

##### Condiciones de suministro

Las ventanas y balconeras deben ser suministradas con las protecciones necesarias para que lleguen a la obra en las condiciones exigidas y con el escuadrado previsto.

##### Recepción y control

Inspecciones:

Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.

Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

---

### Conservación, almacenamiento y manipulación

El almacenamiento se realizará en lugares protegidos de lluvias, focos de humedad e impactos.

No deben estar en contacto con el suelo.

#### 2.1.14. Puertas y portones:

##### Condiciones de suministro

Las puertas se deben suministrar protegidas, de manera que no se alteren sus características y se asegure su escuadría y planeidad.

##### Recepción y control

Inspecciones:

Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.

El fabricante deberá suministrar junto con la puerta todas las instrucciones para la instalación y montaje de los distintos elementos de la misma, comprendiendo todas las advertencias necesarias sobre los riesgos existentes o potenciales en el montaje de la puerta o sus elementos. También deberá aportar una lista completa de los elementos de la puerta que precisen un mantenimiento regular, con las instrucciones necesarias para un correcto mantenimiento, recambio, engrases, apriete, frecuencia de inspecciones, etc.

Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

### Conservación, almacenamiento y manipulación

El almacenamiento se realizará en lugares protegidos de lluvias, focos de humedad e impactos.

No deben estar en contacto con el suelo.

#### 2.1.15. Vidrios.

##### Condiciones de suministro

Los vidrios se deben transportar en grupos de 40 cm de espesor máximo y sobre material no duro.

Los vidrios se deben entregar con corchos intercalados, de forma que haya aireación entre ellos durante el transporte.

### Recepción y control

#### Inspecciones:

Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.

#### Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

### Conservación, almacenamiento y manipulación

El almacenamiento se realizará protegido de acciones mecánicas tales como golpes, rayaduras y sol directo y de acciones químicas como impresiones producidas por la humedad.

Se almacenarán en grupos de 25 cm de espesor máximo y con una pendiente del 6 % respecto a la vertical.

Se almacenarán las pilas de vidrio empezando por los vidrios de mayor dimensión y procurando poner siempre entre cada vidrio materiales tales como corchos, listones de madera o papel ondulado. El contacto de una arista con una cara del vidrio puede provocar rayas en la superficie. También es preciso procurar que todos los vidrios tengan la misma inclinación, para que apoyen de forma regular y no haya cargas puntuales.

Es conveniente tapar las pilas de vidrio para evitar la suciedad. La protección debe ser ventilada.

La manipulación de vidrios llenos de polvo puede provocar rayas en la superficie de los mismos.

### Recomendaciones para el uso en obra

Antes del acristalamiento, se recomienda eliminar los corchos de almacenaje y transporte, así como las etiquetas identificativas del pedido, ya que de no hacerlo el calentamiento podría ocasionar roturas térmicas.

## **2.2. Capítulo II: Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra.**

### 2.2.1. Desbroce y limpieza del terreno.

#### Normativa de aplicación.

---

Ejecución: NTE-ADE. Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Explanaciones.  
Criterios de medición del proyecto.

Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de proyecto.

### 2.2.2. Arqueta:

#### Características técnicas

Formación de arqueta de paso enterrada, de dimensiones interiores mínimas de 38 x 38 x 50 cm hasta 60 x 60 x 50 cm, construida con fábrica de ladrillo cerámico perforado, de 12 cm de espesor, recibido con mortero de cemento M-50 sobre solera de hormigón en masa HM- 30/B/20/I+Qb de 15 cm de espesor, formación de pendiente mínima del 2 %, con el mismo tipo de hormigón, enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con tapa prefabricada de hormigón armado con cierre hermético al paso de los olores moféticos. Incluso piezas de PVC para encuentros, cortadas longitudinalmente, realizando con ellas los correspondientes empalmes y asentándolas convenientemente con el hormigón en el fondo de la arqueta, conexiones de conducciones y remates. Completamente terminada, sin incluir la excavación ni el relleno del trasdós.

#### Normativa de aplicación

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón: Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Ejecución: CTE. DB HS Salubridad.

#### Criterio de medición en proyecto

Unidad proyectada, según documentación gráfica de proyecto.

#### Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra

Se comprobará que la ubicación de la arqueta corresponde con la de proyecto.

#### Fases de ejecución

1. Replanteo de la arqueta.
2. Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación.
3. Vertido y compactación del hormigón en formación de solera.



4. Formación de la obra de fábrica con ladrillos, previamente humedecidos, colocados con mortero.
5. Empalme y rejuntado de los colectores a la arqueta.
6. Relleno de hormigón para formación de pendientes y colocación de las piezas de PVC en el fondo de la arqueta.
7. Enfoscado y bruñido con mortero, redondeando los ángulos del fondo y de las paredes interiores de la arqueta
8. Realización del cierre hermético y colocación de la tapa y los accesorios.
9. Eliminación de restos, limpieza final y retirada de escombros a vertedero.

#### Condiciones de terminación

La arqueta quedará totalmente estanca.

#### Conservación y mantenimiento

Se protegerá frente a golpes y obturaciones.

Se taparán todas las arquetas para evitar accidentes.

#### Comprobación en obra de las mediciones efectuadas en proyecto y abono de las mismas

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de proyecto.

#### 2.2.3. Conexión con la red general de saneamiento:

##### Características técnicas:

Instalación y montaje de la conexión de la acometida del edificio a la red general de saneamiento del municipio a través de pozo de registro (sin incluir). Incluso comprobación del buen estado de la acometida existente, trabajos de conexión, rotura del pozo de registro desde el exterior con martillo compresor hasta su completa perforación, acoplamiento y recibido del tubo de acometida, empalme con junta flexible, repaso y bruñido con mortero de cemento en el interior del pozo, sellado, pruebas de estanqueidad, reposición de elementos en caso de roturas o de aquellos que se encuentren deteriorados en el tramo de acometida existente. Totalmente montada, conexas y probada. Sin incluir excavación.

##### Normativa de aplicación

Ejecución: CTE. DB HS Salubridad.

##### Criterio de medición en proyecto

---

Unidad proyectada, según documentación gráfica de proyecto.

Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra

Se comprobará que la ubicación de la conexión corresponde con la de proyecto.

Fases de ejecución

1. Replanteo y trazado de la conexión en el pozo de registro.
2. Rotura del pozo con compresor.
3. Colocación de la acometida.
4. Resolución de la conexión.

Condiciones de terminación

La conexión permanecerá cerrada hasta su puesta en servicio.

Comprobación en obra de las mediciones efectuadas en proyecto y abono de las mismas

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de proyecto.

2.2.4. Zapata de cimentación de hormigón armado:

Características técnicas:

Formación de zapata de cimentación de hormigón armado HA-25/P/40/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, con una cuantía aproximada de acero UNEEN 10080 B 500 S de 40 kg/m<sup>3</sup>.

Normativa de aplicación

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón: Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Ejecución: CTE. DB SE-C Seguridad estructural: Cimientos. NTE-CSZ. Cimentaciones superficiales: Zapatas.

Criterio de medición en proyecto

Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de proyecto.

Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra

Se comprobará la existencia de la capa de hormigón de limpieza, que presentará un plano de apoyo horizontal y una superficie limpia.

Se suspenderán los trabajos de hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40 °C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0 °C.

Dispondrá en obra de una serie de medios, en previsión de que se produzcan cambios bruscos de las condiciones ambientales durante el hormigonado o posterior periodo de fraguado, no pudiendo comenzarse el hormigonado de los diferentes elementos sin la autorización por escrito del director de ejecución de la obra.

#### Fases de ejecución

1. Replanteo y trazado de las zapatas y de los pilares u otros elementos estructurales que apoyen en las mismas.
2. Colocación de separadores y fijación de las armaduras.
3. Puesta en obra del hormigón.
4. Coronación y enrase de cimientos.
5. Curado del hormigón.

#### Condiciones de terminación

El conjunto será monolítico y transmitirá correctamente las cargas al terreno.

La superficie quedará sin imperfecciones.

#### Conservación y mantenimiento

No se depositarán sobrecargas en las proximidades de la cimentación.

Se vigilará la presencia de corrientes de agua para evitar el desmoronamiento bajo la cimentación y la presencia de aguas agresivas.

Se protegerá el hormigón fresco frente a lluvias, heladas y temperaturas elevadas.

#### Comprobación en obra de las mediciones efectuadas en proyecto y abono de las mismas

Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

#### Viga entre zapatas:

#### Características técnicas

---

Formación de viga para el atado de la cimentación, realizada con hormigón armado HA-25/P/40/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, con una cuantía aproximada de acero UNE-EN 10080 B 500 S de 40 kg/m<sup>3</sup>.

#### Normativa de aplicación

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón: Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Ejecución: CTE. DB SE-C Seguridad estructural: Cimientos.

#### Criterio de medición en proyecto

Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de proyecto.

#### Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra

Se comprobará la existencia de la capa de hormigón de limpieza, que presentará un plano de apoyo horizontal y una superficie limpia.

Se suspenderán los trabajos de hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40 °C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0 °C.

Dispondrá en obra de una serie de medios, en previsión de que se produzcan cambios bruscos de las condiciones ambientales durante el hormigonado o posterior periodo de fraguado, no pudiendo comenzarse el hormigonado de los diferentes elementos sin la autorización por escrito del director de ejecución de la obra.

#### Fases de ejecución

1. Colocación de la armadura con separadores homologados.
2. Puesta en obra del hormigón.
3. Coronamiento y enrase.
4. Curado del hormigón.

#### Condiciones de terminación

El conjunto será monolítico y transmitirá correctamente las cargas al terreno.

#### Conservación y mantenimiento

No se depositarán sobrecargas en las proximidades de la cimentación.

Se vigilará la presencia de corrientes de agua para evitar el desmoronamiento bajo la cimentación y la presencia de aguas agresivas.

Se protegerá el hormigón fresco frente a lluvias, heladas y temperaturas elevadas.

#### Comprobación en obra de las mediciones efectuadas en proyecto y abono de las mismas

Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

#### 2.2.5. Estructura metálica realizada con pórticos:

##### Características técnicas

Suministro y montaje de pórticos y correas de acero laminado UNE-EN 10025 S275JO, en perfiles laminados en caliente, de las series IPE y HEB, mediante uniones soldadas, para distancias entre apoyos de  $L < 10$  m, separación de 5-6,2 m entre pórticos y una altura de soportes de hasta 6 m. Trabajado y montado en taller, con preparación de superficies en grado SA21/2 según UNE-EN ISO 8501-1 y aplicación posterior de dos manos de imprimación con pintura de minio electrolítico con un espesor de 40 micras por mano. Incluso p/p de conexiones a cimentación, preparación de bordes, soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y reparación en obra de cuantos retoques y/o desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje, con el mismo grado de preparación de superficies e imprimación.

##### Normativa de aplicación

CTE. DB SE-A Seguridad estructural: Acero.

UNE-ENV 1090-1. Ejecución de estructuras de acero. Parte 1: Reglas generales y reglas para edificación.

NTE-EAF. Estructuras de acero: Forjados.

NTE-EAS. Estructuras de acero: Soportes.

NTE-EAV. Estructuras de acero: Vigas.

##### Criterio de medición en proyecto

Superficie medida por su intradós en verdadera magnitud, según documentación gráfica de proyecto.

##### Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra

No se realizarán trabajos de soldadura cuando la temperatura sea inferior a 0 °C.

Presentará para su aprobación, al director de ejecución de la obra, el programa de montaje de la estructura, basado en las indicaciones del proyecto, así como la

documentación que acredite que los soldadores que intervengan en su ejecución estén certificados por un organismo acreditado.

#### Fases de ejecución

1. Replanteo y marcado de los ejes.
2. Izado y presentación de los extremos del pórtico mediante grúa.
3. Aplomado.
4. Resolución de las uniones a la base de cimentación.
5. Reglaje de la pieza y ajuste definitivo de las uniones.
6. Comprobación final del aplomado.
7. Reparación de defectos superficiales.

#### Condiciones de terminación

El acabado superficial será el adecuado para el posterior tratamiento de protección.

La estructura será estable y transmitirá correctamente las cargas.

#### Conservación y mantenimiento

Se evitará la actuación sobre el elemento de acciones mecánicas no previstas en el cálculo

#### Comprobación en obra de las mediciones efectuadas en proyecto y abono de las mismas

Se medirá, en verdadera magnitud, por el intradós, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de proyecto.

#### 2.2.6. Placa de anclaje:

##### Características técnicas

Suministro y montaje de placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, de 100 x 100 mm y espesor 8 mm, con cuatro garrotas soldadas de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 12 mm de diámetro y 50 cm de longitud total. Trabajado y montado en taller. Incluso p/p de taladro central, preparación de bordes, soldaduras, cortes, pletinas, piezas especiales, despuntes y reparación en obra de cuantos retoques y/o desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje.

#### Normativa de aplicación

CTE. DB SE-A Seguridad estructural: Acero.

UNE-ENV 1090-1. Ejecución de estructuras de acero. Parte 1: Reglas generales y reglas para edificación.

NTE-EAS. Estructuras de acero: Soportes.

#### Criterio de medición en proyecto

Peso nominal medido según documentación gráfica de proyecto.

#### Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra

No se realizarán trabajos de soldadura cuando la temperatura sea inferior a 0 °C.

Presentará para su aprobación, al director de ejecución de la obra, el programa de montaje de la estructura, basado en las indicaciones del proyecto, así como la documentación que acredite que los soldadores que intervengan en su ejecución estén certificados por un organismo acreditado. documentación que acredite que los soldadores que intervengan en su ejecución estén certificados por un organismo acreditado.

#### Fases de ejecución

1. Replanteo y marcado de los ejes.
2. Colocación y fijación provisional.
3. Nivelación y aplomado.
4. Comprobación final del aplomado.
5. Reparación de defectos superficiales.

#### Condiciones de terminación

La posición de la placa será correcta y estará ligada con la cimentación.

El acabado superficial será el adecuado para el posterior tratamiento de protección.

#### Comprobación en obra de las mediciones efectuadas en proyecto y abono de las mismas

Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de proyecto.

#### 2.2.7. Muro de bloques de hormigón:

---

### Características técnicas

Formación de muro de bloques de hormigón de 30 cm de espesor medio, con una altura máxima de 2 m, colocados cara vista, recibidos con mortero de cemento BLII/ A-L de 42,5 R y arena de río, además de 330 kg de cemento por m<sup>3</sup>.

### Normativa de aplicación

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón: Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

### Criterio de medición en proyecto

Volumen medido sobre la sección teórica de cálculo, según documentación gráfica de proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 2 m<sup>2</sup>.

### Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra

Se comprobará la existencia de las armaduras de espera en el plano de apoyo del muro, que presentará una superficie horizontal y limpia.

Se suspenderán los trabajos de hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40 °C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0 °C.

Dispondrá en obra de una serie de medios, en previsión de que se produzcan cambios bruscos de las condiciones ambientales durante el hormigonado o posterior periodo de fraguado, no pudiendo comenzarse el hormigonado de los diferentes elementos sin la autorización por escrito del director de ejecución de la obra.

### Fases de ejecución

1. Comprobación de la situación de las armaduras de espera.
2. Colocación de elementos para paso de instalaciones.
3. Formación de juntas.
4. Puesta en obra del hormigón.
5. Curado del hormigón.
6. Limpieza de la superficie de coronación del muro.

### Condiciones de terminación



Se evitará la circulación de vehículos y la colocación de cargas en las proximidades del trasdós del muro, hasta que se ejecute la estructura del edificio.

#### Conservación y mantenimiento

Se evitará la actuación sobre el elemento de acciones mecánicas no previstas en el cálculo.

#### COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE LAS MISMAS

Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 2 m<sup>2</sup>.

#### 2.2.8. Hoja interior de fachada, de fábrica para revestir:

##### Características técnicas

Ejecución de hoja interior de cerramiento de fachada de 15 cm de espesor de fábrica, de bloque hueco resistente de hormigón gris, sin hidrófugo, 40 x 20 x 15 cm, para revestir, recibida con mortero de cemento M-7,5. Incluso p/p de enjarjes, mermas, roturas, formación de dinteles mediante piezas en "U" de hormigón en las que se colocará la armadura y el hormigón en obra, jambas y mochetas, cajeadado en el perímetro de los huecos para alojar los elementos de fijación de la carpintería exterior, juntas de dilatación, ejecución de encuentros y puntos singulares.

##### Normativa de aplicación

CTE. DB HE Ahorro de energía.

CTE. DB HS Salubridad.

NTE-FFB. Fachadas: Fábrica de bloques.

##### Criterio de medición en proyecto.

Superficie medida según documentación gráfica de proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 4 m<sup>2</sup>.

##### Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra

Se comprobará que se ha terminado la ejecución completa de la estructura, que el soporte ha fraguado totalmente, y que está seco y limpio de cualquier resto de obra.

##### Fases de ejecución

1. Replanteo, planta a planta.

2. Comprobación del nivel del forjado terminado y rectificación de irregularidades.
3. Marcado en los pilares de los niveles de referencia general de planta y de nivel de piso preciso para pavimento e instalaciones.
4. Asiento de la primera hilada sobre capa de mortero.
5. Colocación de miras.
6. Marcado de hiladas en las miras.
7. Tendido de hilos entre miras.
8. Colocación de plomos fijos en las aristas.
9. Colocación de las piezas por hiladas a nivel.
10. Realización de todos los trabajos necesarios para la resolución de los huecos.

#### Condiciones de terminación

La fábrica quedará monolítica, estable frente a esfuerzos horizontales, plana y aplomada.

Tendrá una composición uniforme en toda su altura y buen aspecto.

#### Conservación y mantenimiento

Se evitará la actuación sobre el elemento de acciones mecánicas no previstas en el cálculo.

#### Comprobación en obra de las mediciones efectuadas en proyecto y abono de las mismas.

Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 4 m<sup>2</sup>.

#### 2.2.9. Unidad de obra ptf010: partición de fábrica:

##### Características técnicas

Bloque aligerado de termoarcilla, 20 x 20 x 20 cm, recibida con mortero de cemento M-7,5 con colocación, cada tres hiladas (las 2 primeras y cada 60cm), de armadura de acero galvanizado, en forma de cercha Murfor® RND.4/Z-100, según EC- 6, i/p.p. de jambas, anclajes Murfor®Anc, dinteles.

##### Normativa de aplicación

CTE. DB HE Ahorro de energía.

CTE. DB HR Protección frente al ruido.

NTE-PTL. Particiones: Tabiques de ladrillo.

Criterio de medición en proyecto

Superficie medida según documentación gráfica de proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m<sup>2</sup>.

Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra

Superficie medida según documentación gráfica de proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m<sup>2</sup>.

Fases de ejecución

1. Se comprobará que se ha terminado la ejecución completa de la estructura, y que se dispone en obra de los cercos y precercos de puertas y armarios.
2. Replanteo y trazado en el forjado de los tabiques a realizar.
3. Colocación y aplomado de miras en las esquinas.
4. Colocación, aplomado y nivelación de cercos y precercos de puertas y armarios.
5. Recibido a la obra de los elementos de fijación de cercos y precercos.
6. Tendido de hilos entre miras.
7. Colocación de las piezas por hiladas a nivel.
8. Retirada de riostras y rastreles.
9. Repaso de juntas y limpieza.

Condiciones de terminación

La fábrica quedará monolítica, estable frente a esfuerzos horizontales, plana y aplomada.

Tendrá una composición uniforme en toda su altura y buen aspecto.

Conservación y mantenimiento

Se evitará la actuación sobre el elemento de acciones mecánicas no previstas en el cálculo.

Comprobación en obra de las mediciones efectuadas en proyecto y abono de las mismas

---

Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 2 m<sup>2</sup>.

#### 2.2.10. Red de toma de tierra para estructura:

##### Características técnicas

Suministro e instalación de red de toma de tierra para estructura metálica del edificio con cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm<sup>2</sup> de sección para la línea de toma de tierra del edificio, 4 pica para red de toma de tierra formadas por piezas de acero cobreado con baño electrolítico de 14,3 mm de diámetro y 2 m de longitud, enterrada a una profundidad mínima de 80 cm. Incluso punto de separación picacable, soldaduras aluminotérmicas, registro de comprobación y puente de prueba. Totalmente montada, conexionada y probada, sin incluir ayudas de albañilería.

##### Normativa de aplicación.

REBT. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

ITC-BT-18 y GUIA-BT-18. Instalaciones de puesta a tierra.

ITC-BT-26 y GUIA-BT-26. Instalaciones interiores en viviendas. Prescripciones generales de instalación.

##### Criterio de medición en proyecto

Unidad proyectada, según documentación gráfica de proyecto.

##### Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra

Se comprobará que su situación y recorrido se corresponden con los de proyecto, y que hay espacio suficiente para su instalación.

##### Fases de ejecución.

- Replanteo.
- Conexionado del electrodo y la línea de enlace.
- Montaje del punto de puesta a tierra.
- Trazado de la línea principal de tierra.
- Sujeción.
- Trazado de derivaciones de tierra.
- Conexionado de las derivaciones.
- Conexionado a masa de la red.

### Condiciones de terminación

Los contactos estarán debidamente protegidos para garantizar una continua y correcta conexión.

### Conservación y mantenimiento

Se protegerán todos los elementos frente a golpes, materiales agresivos, humedades y suciedad.

### Comprobación en obra de las mediciones efectuadas en proyecto y abono de las mismas

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de proyecto.

#### 2.2.11. Caja general de protección:

##### Características técnicas

Suministro e instalación en la caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 2.000 A, para protección de la línea general de alimentación. Normalizada por la empresa suministradora y preparada para acometida subterránea. Incluso elementos de fijación y conexión con la conducción enterrada de puesta a tierra. Totalmente montada, conexionada y probada.

##### Normativa de aplicación

REBT. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

ITC-BT-13 y GUIA-BT-13. Instalaciones de enlace. Cajas generales de protección.

##### Criterio de medición en proyecto

Unidad proyectada, según documentación gráfica de proyecto.

### Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra

Se comprobará que su situación se corresponde con la de proyecto y que la zona de ubicación está completamente terminada.

### Fases de ejecución

1. Replanteo de la situación de los conductos y anclajes de la caja.
2. Colocación de la puerta.

3. Conexionado.
4. Colocación de tubos y piezas especiales.

#### Condiciones de terminación

Se garantizará el acceso permanente desde la vía pública y las condiciones de seguridad.

#### Comprobación en obra de las mediciones efectuadas en proyecto y abono de las mismas

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de proyecto.

#### 2.2.12. Red de distribución interior de servicios generales:

##### Características técnicas

La instalación se dividirá en un cuadro general o principal situado en el armario del transformador del cual se distribuirá la corriente eléctrica hacia 4 cuadros secundarios que alimentan a la instalación.

Suministro e instalación de red eléctrica de distribución interior de servicios generales, compuesta de los siguientes elementos: cuadro de servicios generales formado por caja empotrable de material aislante con puerta opaca, para alojamiento del interruptor de control de potencia (ICP) en compartimento independiente y precintable y de los siguientes dispositivos: 1 interruptor general automático (IGA) de corte, 4 interruptores diferenciales de 365 A, 903 A, 25 A y 851,59 A respectivamente. Cada circuito incluye los siguientes elementos: tubo protector, elementos de fijación de las conducciones, cajas de derivación y regletas de conexión y cuantos accesorios sean necesarios para su correcta instalación. Totalmente montada, conexionada y probada, sin incluir ayudas de albañilería.

##### Normativa de aplicación

REBT. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

ITC-BT-10 y GUIA-BT-10. Previsión de cargas para suministros en baja tensión.

ITC-BT-17 y GUIA-BT-17. Instalaciones de enlace. Dispositivos generales e individuales de mando y protección. Interruptor de control de potencia.

##### Criterio de medición en proyecto

Unidad proyectada, según documentación gráfica de proyecto.

### Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra

Se comprobará que su situación y recorrido se corresponden con los de proyecto, y que hay espacio suficiente para su instalación.

Se comprobarán las separaciones mínimas de las conducciones con otras instalaciones.

### Fases de ejecución

Montaje de los componentes.

Colocación y fijación de conductos.

Conexionado de tubos y accesorios.

### Condiciones de terminación

Los registros serán accesibles desde zonas comunitarias.

### Conservación y mantenimiento

Se protegerá de la humedad y del contacto con materiales agresivos.

### Comprobación en obra de las mediciones efectuadas en proyecto y abono de las mismas

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de proyecto.

## **2.3. Capítulo III: De la instalación de la maquinaria.**

El objeto del presente capítulo es establecer las condiciones de instalación de las máquinas y equipos, establecer los procedimientos y requisitos que permiten una mayor seguridad en la utilización de las máquinas.

La instalación se hará de acuerdo con las especificaciones y directrices del administrador-suministrados u/o fabricante de la maquinaria o equipo conjuntamente con la supervisión del Director de obra, siendo responsabilidad de los contratistas la observación de todas las condiciones de montaje e instalación indicadas en el presente pliego.

Además de las condiciones de este pliego, los instaladores de cada equipo son los responsables del cumplimiento de la reglamentación vigente.

### 2.3.1. Especificaciones de los equipos.

El fabricante de las máquinas o elementos de máquinas a instalar será el responsable de que al salir de fábrica cumplan las condiciones necesarias para el empleo previsto así como el cumplimiento de las exigencias del Reglamento de Seguridad en Máquinas

y sus Instrucciones Técnicas complementarias. Dichas especificaciones se atestiguarán de las siguientes formas:

- a) Por auto certificación del fabricante.
- b) Mediante certificado extendido por una entidad colaboradora, o por un laboratorio o por ambos acreditados por el MINER, después de realizar un previo control técnico sobre la máquina o elemento de que se trate.
- c) Cuando procedan de algún Estado miembro de la Comunidad Económica Europea o de otros países con lo que existe acuerdo de reciprocidad en este sentido, los certificados a los que se refiera anterior podrán ser extendidos por Organismos de Control legalmente reconocidos en el país de origen, siempre que ofrezcan las garantías técnicas, profesionales y de independencia equivalentes exigidas por la legislación española.

Si se trata de máquinas, elementos de máquinas o sistemas de protección que, de acuerdo con la ITC correspondiente, quedan sometidas al requisito de homologación, la seguridad equivalente de las reglamentaciones de los demás Estados miembros de la Comunidad Económica Europa deberá ser acreditada conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 105/1988, de 12 de febrero. Cada máquina o elemento de máquina irá acompañado de las correspondientes instrucciones de montaje, uso y mantenimiento, así como de las medidas preventivas de accidentes.

### 2.3.2. Instaladores.

Sin perjuicio de las atribuciones específicas concedidas por el Estado a los Técnicos titulados, las instalaciones podrán ser realizadas por personas físicas o jurídicas que acrediten cumplir las condiciones requeridas en cada Instrucción Técnica Complementaria para ejercer como instaladores autorizados, en todo caso, estar inscritos en el Órgano Territorial competente de la Administración Pública, para lo cual cumplirá, como mínimo, los siguientes requisitos:

- a) Poseer los medios técnicos y humanos que se especifiquen en cada ITC.
- b) Tener cubierta la responsabilidad civil que pueda derivarse de su actuación mediante la correspondiente póliza de seguros.
- c) Responsabilizarse de que la ejecución de las instalaciones se efectúa de acuerdo con las normas reglamentarias de seguridad y que han sido efectuadas con resultado satisfactorio las pruebas y ensayos exigidos.

### 2.3.3. Usuarios.

Los usuarios de las máquinas están obligados a no utilizar más que aquellas que cumplan las especificaciones establecidas en el Reglamento de Seguridad en Máquinas, por lo que se exigirá la vendedor, importador o una justificación de que están debidamente homologadas o, en su caso, certificado de que cumplen las especificaciones exigidas por el citado reglamento y sus Instrucciones Técnicas Complementarias. Además, tendrán las siguientes obligaciones:



- a) Mantener el mantenimiento de las máquinas de que se trate, de tal forma que se conserven las condiciones de seguridad exigidas.
- b) Impedir su utilización cuando tenga conocimiento de que no ofrecen las debidas garantías de seguridad para las personas o los bienes.
- c) Responsabilizarse de que las revisiones e inspecciones reglamentarias se efectúan en los plazos fijados.

#### 2.3.4. Identificación de la maquina e instrucciones de uso.

Toda máquina, equipo o sistema de protección debe ir acompañado de unas instrucciones de uso extendidas por el fabricante o importador, en las cuales figurarán las especificaciones de manutención, instalación y utilización, así como las normas de seguridad y cualesquiera otras instrucciones que de forma específica sean exigidas en las correspondientes ITC.

Estas instrucciones incluirán los planos y esquemas necesarios para el mantenimiento y verificación técnica, estarán redactadas al menos en castellano, y se ajustarán a las normas UNE que les sean de aplicación.

Llevarán, además, una placa en la cual figurarán, como mínimo, los siguientes datos, escritos al menos en castellano:

- a) Nombre del fabricante.
- b) Año de fabricación y/o suministro.
- c) Tipo y número de fabricación.
- d) Potencia en KW.
- e) Contraseña de homologación, si procede.

Estas placas serán hechas de materiales duraderos y se fijarán sólidamente, procurándose que sus inscripciones sean fácilmente legibles una vez esté la máquina instalada.

#### 2.3.5. Instalación y puesta en servicio.

La puesta en funcionamiento se efectuará de acuerdo con lo previsto en el Real Decreto 2135/1981, no precisando otro requisito que la presentación ante el Órgano Territorial competente de la Administración Pública de un certificado expedido por técnico competente, en el que se ponga de manifiesto la adaptación de la obra al proyecto y cumplimiento de las condiciones técnicas y prescripciones establecidas por este Reglamento y sus ITC.

#### 2.3.6. Inspecciones y revisiones periódicas.

Las inspecciones de carácter general se llevarán a efecto por el Órgano Territorial competente de la Administración Pública, o si éste así lo establece, por una Entidad colaboradora en el campo de la Seguridad Industrial, pero en todo caso los certificados de inspección serán emitidos por el Órgano Territorial competente de la Administración

---

Pública, a la vista de las actas de revisión extendidas por dichas Entidades y después de la supervisión de las mismas.

### 2.3.7. Reglas generales de seguridad

#### Medidas Preventivas Generales

Las máquinas, elementos constitutivos de éstas o aparatos acoplados a ellas estarán diseñados y contruidos de forma que las personas no estén expuestas a sus peligros cuando su montaje, utilización y mantenimiento se efectúe conforme a las condiciones previstas por el fabricante.

Las diferentes partes de las máquinas, así como sus elementos constitutivos deben poder resistir a lo largo del tiempo los esfuerzos a que vayan a estar sometidos, así como cualquier otra influencia externa o interna que puedan presentarse en las condiciones normales de utilización prevista.

Cuando existan partes de la máquina cuya pérdida de sujeción pueda dar lugar a peligros, deberán tomarse precauciones adicionales para evitar que dichas partes puedan incidir sobre las personas.

#### Estabilidad de las Máquinas

Para evitar la pérdida de estabilidad de la máquina, especialmente durante su funcionamiento normal, se tomarán las medidas técnicas adecuadas, de acuerdo con las condiciones de instalación y de utilización previstas por el fabricante.

#### Partes Accesibles

En las partes accesibles de las máquinas no deberán existir aristas agudas o cortantes que puedan producir heridas.

#### Elementos Móviles

Los elementos móviles de las máquinas y de los aparatos utilizados para la transmisión de energía o movimiento deben concebirse, construirse, disponerse o protegerse de forma que prevengan todo peligro de contacto que puedan originar accidentes.

Siempre que sea factible, los elementos móviles de las máquinas o aparatos que ejecutan el trabajo y, en su caso, los materiales o piezas a trabajar, deben concebirse, construirse, disponer y/o mandarse de forma que no impliquen peligro para las personas.

Cuando la instalación esté constituida por un conjunto de máquinas o una máquina está formada por diversas partes que trabajan de forma interdependiente, y es necesario efectuar pruebas individuales del trabajo que efectúan dichas maquinas o algunas de sus partes, la protección general del conjunto se hará sin perjuicio de que cada máquina o parte de ella disponga de un sistema de protección adecuado.

### Máquinas Eléctricas

Las máquinas alimentadas con energía eléctrica deberán proyectarse, construirse, equiparse, mantenerse y, en caso contrario, dotarse de adecuados sistemas de protección de forma que se prevengan los peligros de origen eléctrico.

### Ruidos y Vibraciones

Las máquinas deberán diseñarse, construirse, montarse, protegerse y, en caso necesario, mantenerse para amortiguar los ruidos y las vibraciones producidas a fin de no ocasionar daños para la salud de las personas. En cualquier caso, se evitará la emisión por las mismas de ruidos de nivel superior a los límites establecidos por la normativa vigente en cada momento.

### Puesto de Mando de las Máquinas

Los puestos de mando de las máquinas deben ser fácilmente accesibles para los trabajadores, y estar situados fuera de toda zona donde puedan existir peligros para los mismos. Desde dicha zona y estando en posición de accionar los mandos, el trabajador debe tener la mayor visibilidad posible de la máquina, en especial de sus partes peligrosas.

### Puesta en marcha de las Máquinas

La puesta en marcha de la máquina sólo será posible cuando estén garantizadas las condiciones de seguridad para las personas y para la propia máquina. Los órganos de puesta en marcha deben ser fácilmente accesibles para los trabajadores, estar situados lejos de zonas de peligro y protegidos de forma que se eviten accionamientos involuntarios.

Si una máquina se para aunque sea momentáneamente por un fallo en su alimentación de energía y su puesta en marcha inesperada pueda suponer un peligro, no podrá ponerse en marcha automáticamente al ser restablecida la alimentación de energía.

Si la parada de una máquina se produce por la actuación de un sistema de protección, la nueva puesta en marcha sólo será posible después de restablecidas las condiciones de seguridad y previo accionamiento del órgano que ordena la puesta en marcha.

Las máquinas o conjunto de ellas en que desde el puesto de mando no pueden verse su totalidad y puedan suponer peligro para las personas en su puesta en marcha, se dotarán de alarma adecuada que sea fácilmente perceptible por las personas. Dicha alarma actuando en tiempo adecuado procederá a la puesta en marcha de la máquina y se conectará de forma automática al pulsar los órganos de puesta en marcha.

### Desconexión de la Máquina

En toda máquina debe existir un dispositivo manual que permita al final de su utilización su puesta en condiciones de la mayor seguridad (máquina parada). Este dispositivo debe asegurar en una sola maniobra la interrupción de todas las funciones de la máquina, salvo que la anulación de alguna de ellas pueda dar lugar a peligro para las

---

personas, o daños a la máquina. En este caso, tal función podrá ser mantenida o bien diferida su desconexión hasta que no exista peligro.

#### Parada de Emergencia

Toda máquina que pueda necesitar ser parada lo más rápidamente posible, con el fin de evitar o minimizar los posibles daños, deberá estar dotada de un sistema de paro de emergencia.

En todo caso, la parada de emergencia no supondrá nuevos riesgos para las personas.

#### Mantenimiento, Ajuste, Regulación, Engrase, Alimentación u Otras Operaciones a Efectuar en las Máquinas

Las máquinas deberán estar diseñadas para que las operaciones de verificación, reglaje, regulación, engrase o limpieza se puedan efectuar sin peligro para el personal, en lo posible desde lugares fácilmente accesibles y sin necesidad de eliminar los sistemas de protección.

En caso de que dichas operaciones u otras, tengan que efectuarse con la máquina o los elementos peligrosos en marcha y anulados los sistemas de protección, al anular el sistema de protección se deberá cumplir:

- a) La máquina sólo podrá funcionar a velocidad muy reducida, golpe a golpe, o esfuerzo reducido.
- b) El mando de la puesta en marcha será sensitivo. Siempre que sea posible, dicho mando deberá disponerse de forma que permita al operario ver los movimientos mandados.

En cualquier caso, deberán darse, al menos en castellano, las instrucciones precisas para las operaciones de reglaje, ajuste, verificación o mantenimiento se pueden efectuar con seguridad. Esta prescripción es particularmente importante en el caso de existir peligros de difícil detección o cuando después de la interrupción de la energía existan movimientos debidos a la inercia.

#### Transporte

Se darán las instrucciones y se dotará de los medios adecuados para que el transporte y la manutención se puedan efectuar con el menor peligro posible. A estos efectos, en máquinas estacionarias:

- a) Se indicará el peso de las máquinas o partes desmontables de éstas que tengan peso superior a 500 kg.
- b) Se indicará la posición de transporte que garantice la estabilidad de la máquina y se sujetará de forma apropiada.

- c) Aquellas máquinas o partes de difícil amarre se dotarán de puntos de sujeción de resistencia apropiada; en todos los casos se indicará, al menos en castellano, la forma de efectuarse el amarre correctamente.

Cuando en algún caso, debidamente justificado no puedan incluirse alguna o algunas de las protecciones a que se refieren los artículos anteriores, el fabricante deberá indicar al menos en castellano qué medidas adicionales deben tomarse “in situ” a fin de que la máquina, una vez instalada cuente con todas las protecciones.

#### 2.3.8. Características de la maquinaria.

Todos y cada uno de los equipos instalados tendrá las características de capacidad, potencia, consumos de energía y dimensiones indicadas en la documentación del proyecto, y en virtud de las cuales han sido escogidos y se han dimensionado el resto de las instalaciones de la industria.

Los fabricantes y/o suministradores de los equipos y máquinas a instalar se comprometerán a garantizar las especificaciones exigidas a los mismos en el proyecto, especificaciones que se corresponden con los datos proporcionados por el fabricante en su información comercial y catálogos.

No se admitirá la instalación de equipos distintos de los especificados en la memoria del proyecto, salvo por causas de fuerza mayor o imprevisto.

Soria, Junio de 2019

Fdo. Mario Bruna Garcia

# **Documento 4:**

## **Mediciones**

## INDICE MEDICIONES

|    |                             |    |
|----|-----------------------------|----|
| 01 | Movimiento de tierras ..... | 2  |
| 02 | Cimentaciones.....          | 2  |
| 03 | Estructuras .....           | 3  |
| 04 | Albaliñeria.....            | 4  |
| 05 | Cubierta.....               | 5  |
| 06 | Instalaciones.....          | 6  |
| 07 | Maquinaria.....             | 18 |
| 08 | Gestión de residuos.....    | 21 |
| 09 | Seguridad y salud.....      | 21 |
| 10 | Cerrajería .....            | 26 |

| <b>01 Movimiento de tierras</b> |                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |      |              |               |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|--------------|---------------|
| <b>E02AM010</b>                 | <b>m2 Desbroce y limpieza de terreno a máquina</b>      | Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares. 10cm.                                                                                                                                |       |      |              |               |
| <b>E02EM030</b>                 | <b>m3 Excavación vaciado a máquina terreno compacto</b> | Excavación en zanjas, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.                                                                                             |       |      |              | 6,367.00      |
|                                 | Zapatas 1                                               | 10                                                                                                                                                                                                                                                                           | 3.50  | 2.40 | 1.05         | 88.20         |
|                                 | Zapatas 2                                               | 2                                                                                                                                                                                                                                                                            | 3.00  | 3.00 | 0.85         | 15.30         |
|                                 | Zapatas 3                                               | 3                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1.50  | 1.50 | 0.70         | 4.73          |
|                                 | Zapatas 4                                               | 2                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2.10  | 3.10 | 1.05         | 13.67         |
|                                 | Zapatas 5                                               | 2                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2.10  | 3.10 | 1.20         | 15.62         |
|                                 | Zapatas 6                                               | 2                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1.95  | 2.85 | 1.05         | 11.67         |
|                                 | Zapata 7                                                | 2                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2.10  | 2.10 | 1.00         | 8.82          |
|                                 | Zapata 8                                                | 2                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1.80  | 2.60 | 1.00         | 9.36          |
|                                 | Zapata 9                                                | 1                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1.15  | 1.15 | 0.50         | 0.66          |
|                                 | Vigas atado                                             | 1                                                                                                                                                                                                                                                                            | 93.80 | 0.40 | 0.50         | 18.76         |
|                                 |                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |      | <b>Total</b> | <b>186.79</b> |
| <b>02 Cimentaciones</b>         |                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |      |              |               |
| <b>E04CM040</b>                 | <b>m3 Horm.limpieza hm-20/p/20/i v.man</b>              | Hormigón en masa HM-20 N/mm <sup>2</sup> ., consistencia plástica, T <sub>máx.</sub> 20 mm., para ambiente normal, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación.                                 |       |      |              |               |
| <b>E04SA020</b>                 | <b>m2 Soler.ha-25, 15cm.arma.#15x15x6</b>               | Solera de hormigón de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25 N/mm <sup>2</sup> ., T <sub>máx.</sub> 20 mm., elaborado en obra, i/vertido, colocación y armado con mallazo 15x15x6, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según NTE-RSS y EHE.         |       |      |              | 20.29         |
| <b>E04CA060</b>                 | <b>m3 H.arm. ha-25/p/20/i v. grúa</b>                   | Hormigón armado HA-25 N/mm <sup>2</sup> ., T <sub>máx.</sub> 20 mm., para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg./m <sup>3</sup> .), vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE-CSZ y EHE. |       |      |              | 1,250.00      |
|                                 | Zapatas 1                                               | 10                                                                                                                                                                                                                                                                           | 3.50  | 2.40 | 1.05         | 88.20         |



|             |   |       |      |       |        |
|-------------|---|-------|------|-------|--------|
| Zapatas 2   | 2 | 3.00  | 3.00 | 0.85  | 15.30  |
| Zapatas 3   | 3 | 1.50  | 1.50 | 0.70  | 4.73   |
| Zapatas 4   | 2 | 2.10  | 3.10 | 1.05  | 13.67  |
| Zapatas 5   | 2 | 2.10  | 3.10 | 1.20  | 15.62  |
| Zapatas 6   | 2 | 1.95  | 2.85 | 1.05  | 11.67  |
| Zapata 7    | 2 | 2.10  | 2.10 | 1.00  | 8.82   |
| Zapata 8    | 2 | 1.80  | 2.60 | 1.00  | 9.36   |
| Zapata 9    | 1 | 1.15  | 1.15 | 0.50  | 0.66   |
| Vigas atado | 1 | 93.80 | 0.40 | 0.50  | 18.76  |
|             |   |       |      | Total | 186.79 |

**E04SE020**      **m2 Encachado piedra 40/80 e=20cm**  
 Encachado de piedra caliza 40/80 de 20 cm. de espesor en sub-base de solera, i/extendido y compactado con pisón.

1,250.00

**03 Estructuras**

**E05AAL010**      **kg ACERO S275 JR ESTR. SOLDADA**

Acero laminado S275 JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, totalmente montado y colocado. Según DB-SE-A.

77,752.32

**C08AC030**      **m CORREA CHAPA PERFORADA TIPO "Z"**

Correa realizada en chapa conformada en frío tipo Z. Incluso parte proporcional de despuntes y piezas especiales. Totalmente colocada y montada. Realizada s/CTE e instrucción EHE-08.

1,900.00

| 04 Albalñeria |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| E06BHB030     | <p>m2 FÁB.BLOQ.HORM.BLAN.40x20x20 C/V</p> <p>Fábrica de bloques huecos de hormigón blanco de 40x20x20 cm. colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento blanco BL-II 42,5 R y arena de río 1/4, mortero M-10/BL, relleno de hormigón HA-25/P/20/I y armaduras según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2. Según DB-SE-F y RC-08.</p>                                                                                                                                                                                                        |          |
| E06DBY030     | <p>m2 TABIQUE YESO 60x25x10cm.+MURFOR</p> <p>Tabicón con bloques de yeso de 60x25x10 cm. lisos para revestir, recibido con mortero de cemento y arena de río 1:4, con colocación, cada 4 hiladas, de armadura de acero galvanizado en caliente, en forma de cercha y recubierta de zinc, Murfor RND. EFS/Z-40, según EC6. I/p.p. de tratamiento de huecos, paso de instalaciones, tornillería, pastas de agarre y juntas, cintas para juntas, anclajes para suelo y techo. Relleno de la junta inferior. Enrasado y alisado con cola de las juntas. Eliminación de restos y limpieza final. P.p. de andamiajes y medios auxiliares. Totalmente terminado y listo para imprimir y pintar o decorar. E06DBL010 TABIQUE LAD.H/S C/CEMENTO DIVIS. m2 14.38 0</p> | 1,125.00 |
| C10S040       | <p>m2 FALSO TECHO ESCAY.DESMON.60x60cm</p> <p>Falso techo desmontable de placas de escayola, aligeradas con panel fisurado de 60x60cm., suspendido de perfilería vista, comprendiendo perfiles primarios, secundarios y angulares de remate fijados al techo. Incluso parte proporcional de accesorios de fijación. Totalmente acabado.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 149.00   |
| C10R010       | <p>m² ENFOSCADO CS III - W0 CÁMARAS</p> <p>Enfoscado a buena vista sin maestrear, aplicado con llana, con mortero de cemento CEM II/A-P 32.5 R y arena de río CS III - W0 en interior de cámaras de aire de 20 mm. de espesor. Incluso parte proporcional de andamiaje. Medido deduciendo huecos.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 128.00   |
| C10R180       | <p>m² ENLUCIDO PARAMENTOS VERTICALES</p> <p>Enlucido de paramentos verticales, mediante pasta de yeso. Incluso parte proporcional de realización de juntas estructurales, encuentros con rodapiés y carpinterías, colocación y retirada de andamios y medios auxiliares. Totalmente acabado.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 128.00   |
| C31C070       | <p>m² PINTURA PLÁSTICA BLANCA MATE</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 128.00   |

Pintura plástica lisa mate blanca, en paramentos interiores horizontales y verticales, dos manos. Incluso lijado, mano de imprimación, plastecido, lijado y acabado.

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |        |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| C14C030 | <p>m<sup>2</sup> AZULEJO BLANCO 20x20cm. MATE</p> <p>Suministro y colocación de azulejo de dimensiones 20x20 cm., color blanco mate, de 1ª calidad, recibido sobre soporte de revoco maestreado con cemento cola. Incluso parte proporcional de enlechado de juntas y limpieza.</p> | 128.00 |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|

|                |                             |              |
|----------------|-----------------------------|--------------|
| <b>05</b>      | <b>Cubierta</b>             | <b>84.00</b> |
| <b>C09N230</b> | <b>m2 CUMBRERA DE CHAPA</b> |              |

Formación de cumbrera de chapa galvanizada sándwich, exterior similar a una chapa trapezoidal pero con un alma de poliuretano de 15mm y chapa blanca inferior para darle mejor acabado estético y una mayor durabilidad.

Panel sandwich autoportante de 5 grecas con tornillería vista compuesto por dos láminas de acero prelacado con núcleo interior aislante de poliuretano de alta densidad.

El solapo entre placas será superior a 150 mm. y dispondrá de junta de sellado. El desarrollo no será menor de 500 mm. La fijación se realizará mediante gancho y tornillo autorroscante. Incluso parte proporcional de replanteo de placas, solapes, cortes, remates, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, andamios, medidas de seguridad, etc. Totalmente acabada.

|            |   |       |       |        |
|------------|---|-------|-------|--------|
| Superficie | 2 | 50.00 |       | 100.00 |
|            |   |       | Total | 100.00 |

| <b>06 Instalaciones</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>6.1. Eléctrica</b>   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |
| C20A020                 | <p>ud ARQUETA REGIST.ALUMBR.40x40x60cm.</p> <p>Formación de arqueta registrable para alumbrado, de dimensiones 40x40x60 cm., conformada por solera de 15 cm. de hormigón HM-20N/mm<sup>2</sup> y desagüe central, con muros aparejados de 12 cm. de espesor de ladrillo macizo de resistencia R-100 Kg/m<sup>2</sup>, con juntas de mortero M-5 de 1 cm. de espesor. Enfoscado interiormente con mortero, bruñido y con ángulos redondeados. Con tapa de registro cuadrada para acera de dimensiones 40x40 cm. y una resistencia al peso de 12.5 Tn. Totalmente instalada.</p>                                                                                      |      |
| C20A160                 | <p>m CIRCUITO ELÉCTRICO ENTERRADO 4x16mm<sup>2</sup> Cu</p> <p>Circuito eléctrico enterrado, instalado con cable de cobre del tipo XLPE, aislado para resistir una tensión nominal de 1.000 V., con una sección de 3 conductores mas neutro de 16 mm<sup>2</sup> de sección nominal mínima en fases y 16 mm<sup>2</sup> para el conductor de neutro, para su colocación en tubo de PVC existente. Se tenderán por el tubo, los conductores de fase, neutro y protección, hasta los distintos puntos de suministro. Incluso parte proporcional de empalmes, conexiones, piezas especiales, cinta aislante vulcanizada y pequeño material. Totalmente acabado.</p>    | 1.00 |
| C20F010                 | <p>ud ARQUETA DE CONEXIÓN 40x50x25cm.</p> <p>Arqueta de conexión toma de tierra, de dimensiones 40x50x25 cm., conformada por solera de hormigón HM-20N/mm<sup>2</sup>, con muros aparejados de 12 cm. de espesor, de ladrillo macizo de resistencia R-100 Kg/m<sup>2</sup> y juntas de mortero M-5 de 1 cm. de espesor. Enfoscado interiormente con mortero, bruñido y con ángulos redondeados. Cerco de perfil laminado L-50-5 mm., al que se soldarán las armaduras de las tapas de hormigón de HA-25N/mm<sup>2</sup> y la armadura formada por redondos de ø8mm. de acero AE-42, formando retícula cada 10 cm. Colocación del embarrado. Totalmente acabada.</p> | 7.00 |
| C20F020                 | <p>m CONDUCCIÓN A TIERRA ENTERRADA 35mm<sup>2</sup></p> <p>Conducción de línea de puesta a tierra enterrada, instalada con conductor de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> de sección nominal s/UNE 21.022. El cable se instalará en contacto con el terreno y a una profundidad no menor de 80 cm. a partir de la última solera transitable. Sus uniones se realizarán con soldadura aluminotérmica. Las estructuras metálicas y armaduras de muros o soportes de hormigón se soldarán mediante cable conductor a las uniones enterradas. Incluso parte proporcional de cable y uniones, soldaduras aluminotérmicas y conexiones. Totalmente</p>                   | 1.00 |

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |        |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
|                   | instalada.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |
| <b>C20F050</b>    | <p>ud <b>PICA TOMA A TIERRA L=2m ø16mm.</b><br/>                 Suministro e instalación de pica de puesta a tierra, conformada por pica de acero de carbono, dureza Brunell, recubierto de cobre de ø16 mm. y una longitud de 2.000 mm. La unión al cable se realizará mediante soldadura aluminotérmica o grapa doble, para un mejor contacto por presión sobre el conductor. Incluso parte proporcional de conexiones e hincado. Totalmente instalada.</p>                                     | 7.00   |
| <b>08ECC00102</b> | <p>m <b>CIRCUITO MONOFÁSICO 3x1,5 mm2 EMPOTRADO</b><br/>                 Circuito monofásico, instalado con cable de cobre de tres conductores H07V-K de 1,5 mm<sup>2</sup> de sección nominal mínima, empotrado y aislado con tubo de PVC flexible de 13 mm de diámetro, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería; construido según REBT. Medida la longitud ejecutada desde la caja de mando y protección REBT hasta la caja de registro del ultimo recinto suministrado.</p> | 2.00   |
| <b>08ECC00103</b> | <p>m <b>CIRCUITO MONOFÁSICO 3x2,5 mm2 EMPOTRADO</b><br/>                 Circuito monofásico, instalado con cable de cobre de tres conductores H07V-K de 2,5 mm<sup>2</sup> de sección nominal, empotrado y aislado con tubo de PVC flexible de 13 mm de diámetro, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería; construido según REBT. Medida la longitud ejecutada desde la caja de mando y protección REBT hasta la caja de registro del ultimo recinto suministrado.</p>        | 54.00  |
| <b>E12ECT070</b>  | <p>m. <b>CIRCUITO TRIF. COND. Cu 25 mm2.</b><br/>                 Circuito de potencia para una intensidad máxima de 50 A. o una potencia de 26 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 25 mm<sup>2</sup>. de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 36 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje. Según REBT.</p>                                                                                                          | 100.00 |
| <b>E12ECT050</b>  | <p>m. <b>CIRCUITO TRIF. COND. Cu 10 mm2.</b><br/>                 Circuito de potencia para una intensidad máxima de 30 A. o una potencia</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 18.00  |

---

de 16 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 10 mm<sup>2</sup>. de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 29 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.Según REBT.

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>E12ECT030</b> | <b>m. CIRCUITO TRIF. COND. Cu 4 mm<sup>2</sup>.</b><br>Circuito de potencia para una intensidad máxima de 20 A. o una potencia de 10 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 4 mm <sup>2</sup> . de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 21 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.Según REBT.    | 67.00 |
| <b>E12ECT020</b> | <b>m. CIRCUITO TRIF. COND. Cu 2,5 mm<sup>2</sup>.</b><br>Circuito de potencia para una intensidad máxima de 15 A. o una potencia de 8 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 2,5 mm <sup>2</sup> . de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 16 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.Según REBT. | 38.00 |

240.00

|            |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |
|------------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 08ECK00030 | m  | <b>CONDUCTOR Cu RZ1-K(AS) 0.6/1 KV 1X70 mm2</b><br>Conductor eléctrico, instalado con cable, de un conductor RZ1-K(AS) de 70 mm2 de sección nominal y 0,6/1kV de tensión nominal, con aislamiento y cubierta de polietileno reticulado (XLPE), bajo tubo o en bandeja, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería. Según normas UNE, REBT y de la compañía suministradora. Medida la longitud ejecutada   |       |
| 08ECK00060 | m  | <b>CONDUCTOR Cu RZ1-K(AS) 0.6/1 KV 1X185 mm2</b><br>Conductor eléctrico, instalado con cable, de un conductor RZ1-K(AS) de 185 mm2 de sección nominal y 0,6/1kV de tensión nominal, con aislamiento y cubierta de polietileno reticulado (XLPE), bajo tubo o en bandeja, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería. Según normas UNE, REBT y de la compañía suministradora. Medida la longitud ejecutada | 39.00 |
| 08ECK00065 | m  | <b>CONDUCTOR Cu RZ1-K(AS) 0.6/1 KV 1X240 mm2</b><br>Conductor eléctrico, instalado con cable, de un conductor RZ1-K(AS) de 240 mm2 de sección nominal y 0,6/1kV de tensión nominal, con aislamiento y cubierta de polietileno reticulado (XLPE), bajo tubo o en bandeja, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería. Según normas UNE, REBT y de la compañía suministradora. Medida la longitud ejecutada | 42.00 |
| E12EMOB090 | ud | <b>BASE SUP. IP447 32 A. 3P+T.T.</b><br>Base de enchufe tipo industrial, para montaje superficial, 3P+T.T., 16 A. 230 V., con protección IP447, totalmente instalada.Según REBT.                                                                                                                                                                                                                                           | 57.00 |
| E12EMOB030 | ud | <b>BASE ENCHUFE NORMAL</b><br>Base de enchufe normal realizada con tubo PVC corrugado de D=13/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm2 de Cu., y aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase y neutro), incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, base de enchufe normal 10 A.(II), totalmente instalada.Según REBT.                                                                         | 8.00  |
| 08ECW00510 | m  | <b>BANDEJA DE REJILLA 400x100 mm</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 14.00 |

---

Bandeja de rejilla de dimensiones 400x100 mm, electrocincada Clase 3 según UNE-EN 61537 para ambientes interiores sin contaminantes, fijada a forjado mediante sistema de cuelgue de longitud variable y soporte en omega. Incluso p.p. de piezas especiales y conexiones. Construido según REBT. Medida la longitud ejecutada

08EIM00675 u **INTERRUP. AUTO. MAGNETOTÉRMICO TETRAPOLAR 85kA DE 630A** 230.00  
Interruptor automático magnetotérmico tetrapolar de 630 A con poder de corte 8-85kA para varios tipos de curvas de corte. Con indicador de corte en maneta y posibilidad de acople de auxiliares y doble aislamiento clase 2. Según normas UNE, REBT y de la compañía suministradora. Medida la unidad ejecutada

1.00



|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 08EIM00670 | <p><b>u INTERRUPT. AUTO. MAGNETOTÉRMICO TETRAPOLAR 85kA DE 3.200A</b><br/>                 Interruptor automático magnetotérmico tetrapolar de 40 A con poder de corte 35000 A para varios tipos de curvas de corte. Con indicador de corte en maneta y posibilidad de acople de auxiliares, tensión de aislamiento de 500V en CA y doble aislamiento clase 2. Según normas UNE, REBT y de la compañía suministradora. Medida la unidad ejecutada</p> | 1.00 |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|

**6.3. Iluminación**

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |      |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| E12EIAB030 | <p><b>ud FOCO LED 47W</b><br/>                 Foco base con lámpara halógena de 47 W. para conexión directa o con adaptador para carril, con protección IP20 clase I, cuerpo metálico lacado, con articulación giratoria, lámpara halógena 50 W. 12 V. y transformador. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado. Según REBT.</p> | 5.00 |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |       |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| E12EIAB070 | <p><b>ud LAMPARA LED 218W.</b><br/>                 Lámpara LED especial para gran iluminación de 218 W. 220 V., para conexión directa o con adaptador para carril, con protección IP65/IK07, cuerpo en aluminio con articulación giratoria. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.</p> | 35.00 |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| E12EIAE030 | <p><b>ud LUMINARIA ESTANCA 46,6 W.</b><br/>                 Luminaria estanca, en material plástico de 46,6 W. con protección IP65 clase I, cuerpo de poliéster reforzado con fibra de vidrio, difusor de policarbonato de 2mm. de espesor, con abatimiento lateral, equipo eléctrico formado por reactancias, condensador, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes estándar y bornas de conexión. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado. Según REBT.</p> | 26.00 |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|

|           |                                                                                                                                                                                                                                          |      |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| E12EIM040 | <p><b>ud BLQ.AUTO.EMERGENCIA 200 lm.</b><br/>                 Luminaria de emergencia autónoma de 200 lúmenes, teledomable, autonomía superior a 1 hora, equipada con batería Ni.Cd estanca de alta temperatura. Según REBT y DB-SI.</p> | 9.00 |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|

**6.2. Fontanería**

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| C23B150 | <p>ud <b>PLATO RINCÓN MALTA 750x750 ANG.</b><br/> Suministro e instalación de plato de ducha de porcelana vitrificada para rincón, de dimensiones 750x750 mm., modelo Malta, en color a elegir. La unión entre paramentos y aparato irá sellada. Totalmente instalado.</p>                                                                                                            |      |
| C23B200 | <p>ud <b>GRIFERÍA BAÑO-DUCHA BRAVA</b><br/> Grifería para baño-ducha, monobloque, del tipo Brava, en color cromado, con desagüe sifón, rebosadero, soporte de rótula para ducha, tapón, cadenilla, ducha teléfono con rociador y tubo flexible de ½" y 1,70 m. de longitud. Incluso parte proporcional de conexión a las redes de abastecimiento y desagüe. Totalmente instalada.</p> | 6.00 |
| C23C030 | <p>ud <b>LAVABO NEO-SELENE 1 SENO</b><br/> Suministro y colocación de lavabo de porcelana vitrificada, serie Neo-Selene, para empotrar, de dimensiones 510x395 mm, en colores normales no especiales. La unión entre el alicatado y el lavabo irá sellada. Totalmente acabado e instalado.</p>                                                                                        | 6.00 |
| C23C130 | <p>ud <b>GRIFERÍA LAVABO BRAVA MONOBLOQUE</b><br/> Grifería para lavabo, monobloque, del tipo Brava, en color cromado, con desagüe sifón, tapón, cadenilla, cubreagujeros, llaves de escuadra y ramalillos cromados. Incluso parte proporcional de conexión a las redes de abastecimiento y desagüe. Totalmente instalada.</p>                                                        | 6.00 |
| C23D040 | <p>ud <b>INOD.VICTORIA TANQUE ALTO P/FLUXOR</b><br/> Suministro e instalación de inodoro de porcelana vitrificada blanca, modelo Victoria. Con taza para fluxor, asiento y tapa lacados. Incluso parte proporcional de instalación y fijaciones. Totalmente instalado.</p>                                                                                                            | 4.00 |
| C23G050 | <p>ud <b>FREGADERO ACERO VERSIÓN M 2 SENOS</b><br/> Suministro y colocación de fregadero de sobremueble de acero</p>                                                                                                                                                                                                                                                                  | 4.00 |

inoxidable amagnético, con dos senos, rebosadero integral, cubetas de 405.mm. de ancho, insonorizadas, del tipo Version "M", de dimensiones 800x600.mm. La unión entre la encimera y el fregadero irá sellada por un cordón de silicona de primera calidad. Totalmente instalado.

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| C23G110   | <p>ud GRIFERÍA FREGADERO BRAVA MONOBL.<br/>Grifería para fregadero, monobloque, del tipo Brava, en color cromado, con desagüe sifón de PVC, tapón, cadenilla, cubreagujeros, llaves de escuadra y ramalillos cromados. Incluso parte proporcional de conexión a las redes de abastecimiento y desagüe. Totalmente instalada.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                | 1.00 |
| C22C020   | <p>ud CONTADOR 1½" 40mm.<br/>Suministro e instalación de contador de agua de 1½", conexionado a la acometida y a la red de distribución interior. Incluso instalación de dos llaves de corte de esfera de 40 mm., grifo de purga y válvula de retención. Totalmente instalado.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1.00 |
| C22N090   | <p>ud INST.BAÑO COMP.AGUA F/C C/DES.PVC<br/>Instalación de fontanería para un baño dotado de lavabo, inodoro y duchas, realizada con tuberías de polietileno reticulado Wirsbo-PEX para las redes de agua fría y caliente, utilizando el sistema Wirsbo Quick &amp; Easy de derivaciones por tes, con tuberías de PVC serie B para la red de desagüe con los diámetros necesarios para cada punto de servicio y sifones individuales para los aparatos. Incluso parte proporcional de bajante de PVC de 110 mm. y manguetón de enlace para el inodoro, terminada y sin aparatos sanitarios.</p> | 1.00 |
|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2.00 |
| C22AAP180 | <p>ud ACOMETIDA DN200 mm. 4,5" POLIETILENO<br/>Acometida a la red general municipal de agua DN200 mm., hasta una longitud máxima de 8 m., realizada con tubo de polietileno</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      |

de 11,43 cm. de diámetro nominal de alta densidad, con collarín de toma de P.P., derivación a 3", codo de latón, enlace recto de polietileno y llave de esfera latón roscar de 3". Incluso parte proporcional de piezas especiales y accesorios. Terminada y funcionando, s/CTE-HS-4. Medida la unidad terminada.

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |       |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>C22ATC240</b> | <b>m TUBERÍA EMPOTRADA COBRE ø34x36 CALORIF.9mm.</b><br>Suministro e instalación de tubería empotrada y calorifugada de tubo redondo de cobre, estirado en frío, sin soldadura, calorifugado, de ø34 mm., con un espesor de pared de 2 mm., soldado por capilaridad. Las uniones de tubos y piezas especiales se realizarán mediante manguitos o juntas de enchufe, con soldadura por capilaridad. El aislamiento se realizará mediante coquilla flexible de espuma elastomérica, para un diámetro exterior de tubo de 28 mm., del tipo Armaflex, modelo F-35, de espesor de pared 9 mm. La coquilla se dispondrá teniendo especial cuidado en la eliminación de puentes térmicos. Incluso parte proporcional de piezas especiales, materiales de soldadura, pequeñas piezas del mismo material, pruebas de estanqueidad, formación de juntas y encuentros, corte de las coquillas, cinta de fijación y colocación. Totalmente instalada. | 6.18  |
| <b>C22ATE040</b> | <b>m TUBO POLIETILENO RETICULADO 90mm.</b><br>Tubería Wirsbo-PEX de polietileno reticulado por el método Engel (Peróxido), según Norma UNE 53.381, de 40 mm. de diámetro, colocada en instalaciones interiores de viviendas y locales comerciales para agua fría. Con parte proporcional de accesorios de polisulfona. Instalada y funcionando según normativa vigente y sin protección superficial.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 10.00 |

10.00

| <b>6.4. Saneamiento</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |        |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| C22E070                 | <p>ud BOTE SIFÓNICO PVC C/SUMIDERO ø110mm.</p> <p>Bote sifónico para encastrar, de PVC, de ø110 mm., con tapa de acero inoxidable colocada al mismo nivel del pavimento. Incluso parte proporcional de piezas especiales, emboquillado de los diferentes desagües, uniones, pequeño material, etc. Totalmente instalado.</p>                                                                                                                                                      |        |
| C07AA090                | <p>ud ARQUETA SIFÓNICA REGIST. 63x63cm.</p> <p>Arqueta sifónica registrable, de 63x63 cm. de medidas interiores y altura variable, compuesta por solera de hormigón HM-20N/mm<sup>2</sup>, fábrica de ladrillo perforado a 1/2 asta, enfoscado interiormente con mortero de cemento. Incluso parte proporcional de cerco de perfil laminado en L-50, tapa de hormigón armado, sifón formado por un codo de PVC, medios auxiliares para su ejecución, etc. Completa y acabada.</p> | 4.00   |
| C22E100                 | <p>m BAJANTE DE PVC SERIE C. ø110mm.</p> <p>Bajante de PVC serie C, de ø110 mm., con sistema de unión por enchufe, con junta labiada colocada con abrazaderas metálicas. Incluso parte proporcional de piezas especiales de PVC. Totalmente instalada y funcionando.</p>                                                                                                                                                                                                          | 1.00   |
| E12SJP040               | <p>m. BAJANTE DE PVC SERIE F. 200 mm.</p> <p>Bajante de PVC serie F de pluviales, de 200 mm. de diámetro, con sistema de unión por enchufe con junta labiada, colocada con abrazaderas metálicas, totalmente instalada, incluso con p.p. de piezas especiales de PVC, funcionando. Según DB-HS 5.</p>                                                                                                                                                                             | 10.00  |
| E03CPC030               | <p>m. TUBERÍA COLGADA PVC D=200 mm.</p> <p>Canalón colgado de PVC liso de saneamiento de pluviales, de unión en copa lisa pegada, de 200 mm. de diámetro interior, colocada colgada mediante abrazaderas metálicas, incluso con p.p. de piezas especiales en desvíos y con p.p. de medios auxiliares y de ayudas de albañilería, cumpliendo normas de colocación y diseños recogidas en el DB-HS5.</p>                                                                            | 56.00  |
|                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 100.00 |
| C07CP040                | <p>m TUBERÍA ENTERRADA PVC ø200mm. S/ARENA</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |        |

---

Tubería enterrada de PVC rígido, de unión por junta elástica, de  $\varnothing 200$  mm., colocada en zanjas sobre cama de arena de 10 cm. de espesor. Con posterior tapado de tubería, con material granular compactado, y relleno de zanja con tierras procedentes de la propia excavación. Incluso parte proporcional uniones, pequeño material y piezas especiales. Completa y colocada.

100.00

| <b>6.5. Contra incendios</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |      |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| C28F0580                     | <p>ud EXTINTOR POLVO 6 Kg. EFIC. 113B-21A</p> <p>Suministro y colocación de extintor de polvo polivalente, con carga de 6 Kg., con una eficacia de 113B-21A. Totalmente instalado.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      |
| C28F0670                     | <p>ud BOCA INCEN.EQUIPO IPF-43 20m.45mm.</p> <p>Suministro e instalación de boca de incendio equipada IPF-43, de dimensiones 20x45 cm., conformada por armario metálico con puerta de vidrio, manguera racorada extensible de 20 m. de longitud, con racor de <math>\varnothing 45</math> mm., devanadera, lanza chorro cromada de <math>\varnothing 45</math> mm. modelo americano, así como soporte, manómetro, serigrafía con el rótulo "Rómpase en caso de incendio", vidrio estirado de 3mm. de espesor con escotaduras triangulares en ángulos opuestos. Totalmente instalada. Incluso parte proporcional de uniones a conducción, pequeño material y ayudas de albañilería.</p> | 7.00 |
| C28F0890                     | <p>ud GRUPO PRESIÓN 24m<sup>3</sup>/h 65 m.c.a</p> <p>Suministro e instalación de grupo de presión contra incendios para 24 m<sup>3</sup>/h a 65 m.c.a., según normas UNE y CEPREVEN, compuesto por electrobomba principal de 15 CV., electrobomba de 2 CV. para mantener la presión en la red, tobera de aspiración con válvulas de seccionamiento, tobera de impulsión con válvulas de corte y retención, válvula de seguridad, acumulador hidroneumático de 25 Lt., bancada metálica de conjunto, etc. Incluso parte proporcional de conexiones, líneas de alimentación, pequeño material, medios auxiliares, etc. Totalmente terminado e instalado.</p>                            | 2.00 |
| C28F0870                     | <p>ud DEPÓSITO RESERVA PVC 14.40 m<sup>3</sup> SUPERF.</p> <p>Suministro e instalación de depósito reserva de agua contra incendios, de 14.400 L. de capacidad, para instalar en superficie, construido en poliéster de alta resistencia. Incluso parte proporcional de conexiones a la red, pequeño material, medios auxiliares, etc. Totalmente instalado.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1.00 |
| C28F0910                     | <p>ud SEÑAL ALUMINIO ANODIZADO 210/297mm.</p> <p>Suministro e instalación de señalización de equipos contra incendios, señales de riesgo, peligro, prohibición, uso obligatorio, evacuación, etc., en aluminio anodizado, de dimensiones 210x297 mm. Totalmente instalada.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1.00 |

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| C28F0270  | ud <b>CENTRAL DETECCIÓN INCENDIOS 7 ZONAS</b><br>Suministro e instalación de central de detección de incendios para 6 zonas, homologada. Incluso parte proporcional de líneas de alimentación, conexiones, medios auxiliares, etc. Completa e instalada.                                                                                                                                                                      | 16.00 |
| C22ATE040 | m <b>TUBO POLIETILENO RETICULADO 90mm.</b><br>Tubería Wirsbo-PEX de polietileno reticulado por el método Engel (Peróxido), según Norma UNE 53.381, de 40 mm. de diámetro, colocada en instalaciones interiores de viviendas y locales comerciales para agua fría. Con parte proporcional de accesorios de polisulfona. Instalada y funcionando según normativa vigente y sin protección superficial.                          | 1.00  |
| <b>07</b> | <b>Maquinaria</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 56.00 |
| 7.1.      | u <b>Astilladora 260kW</b><br>Astilladora de molinos de dimensiones 3x1,5x2 m con capacidad de 9 t/h. Potencia de 260kW.                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |
| 7.2.      | u <b>Secadero y caldera.</b><br>Secadero de cilindro rotativo tipo tromel. Sistema apagachispas, Air lock de alimentación, fan de aspiración, sistema de control eléctrico de motores de entrada y ciclones. Longitud del tambor 8m, diámetro del tambor 1,2m y potencia de 7,5kW.<br>Caldera de policomcombustible (Consumo 20-30 kg/h residuos de madera). Temperatura de trabajo 1000 °C y 600.000 kJ de poder calorífico. | 1.00  |
| 7.3.      | u <b>Refinado 110kW</b><br>Molino de martillos que refina astillas y viruta convirtiéndolas en "harina" fina de madera. Potencia 110kW, dimensiones 2,8x1,642x2,1m, peso 5.300kg y capacidad de 7 t/h                                                                                                                                                                                                                         | 1.00  |
| 7.4.      | u <b>Pelletizadora de 220kW</b><br>Pelletizadora centrífuga de 220kW. Rendimiento de 5 t/h,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1.00  |



dimensiones 3,8x1,68x3,4 y 20t de peso.

- |      |                                                                                                                                                                                                |      |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 7.5. | <b>u Refrigerador de pellets</b><br>Refrigerador de pellets de 13kW. Aire frío contracorriente.<br>Capacidad 12 t/h, dimensiones 2,1x1,97x2,87m.                                               | 1.00 |
| 7.6. | <b>u Ensacadora</b><br>Ensacadora en sacos de 15kg con accesorio para llenado de BigBag. Capacidad de 8-20kg/bolsa, dimensiones 2,85x0,78x2,75m, peso de 390 kg y velocidad de 1-13 min/bolsa. | 1.00 |
| 7.7. | <b>u Cinta transportadora</b><br>Cinta transportadora de 0,8m de ancho. Potencia 1,5kW, longitud entre tambores de 8m y velocidad de 2,5-120 m/min.                                            | 1.00 |
| 7.8. | <b>u Tornillo sin fin 3,5kW</b><br>Tornillo sin fin de 3´5kW. Anchura de 0,8m, 150kg/m de peso y motorización horizontal o vertical.                                                           | 1.00 |

1.00

|       |                                                                                                                                                                                             |      |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 7.9.  | <p><b>u Tolva 65m3</b><br/> Tolva de 65m3 de acero galvanizado de 4x4x6,68m. Tubo de llenado de 4"</p>                                                                                      |      |
| 7.10. | <p><b>u Tolva 46m3</b><br/> Tolva de 46m3 de acero galvanizado de 4x4x5,68m. Tubo de llenado de 4"</p>                                                                                      | 1.00 |
| 7.11. | <p><b>Colector de polvo</b><br/> Colector de polvo de mangas 5kW. Capacidad eólica de 3.992 m3/h, 2,6x1,15x3,17m y 11,2m2 de area de la tela.</p>                                           | 1.00 |
| 7.12. | <p><b>Pala cargadora</b><br/> Pala cargadora 105kW y 4,4l. Peso de funcionamiento 15.950kg, sistema hidraulico de 220l y velocidad de desplazamiento de 37 km/h. Segunda mano.</p>          | 1.00 |
| 7.13. | <p><b>Carretilla elevadora</b><br/> Carretilla elevadora con capacidad de carga de 1600kg. Altura de elevación 3,3 m, bateria de 43.531 A, dimensiones 1,06x3,87x2,99m y 48 V.</p>          | 1.00 |
| 7.14. | <p><b>Silos</b><br/> Silos con rompe. De acero galvanizado y equipados con: Indicador de nivel, alimentador, descargador de fondo, control de humedad y temperatura y escalera lateral.</p> | 1.00 |

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |        |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <b>08</b> | <b>Gestión de residuos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |        |
| 8.1.      | Gestión de residuos de construcción y demolición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |        |
|           | Gestión de los residuos de las tareas de construcción y demolición del proyecto. Ampliación en el Anexo 18- Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1.00   |
| <b>09</b> | <b>Seguridad y salud</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |        |
| 9.1.      | <b>Protecciones colectivas</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |        |
| C37C480   | ud CUADRO GENERAL OBRA P <sub>máx</sub> =130 KW.<br>Suministro e instalación de cuadro general de mando y protección de obra para una potencia máxima de 130 kW. Compuesto por armario metálico con revestimiento de poliéster, de 100x80 cm., índice de protección IP 559, con cerradura, interruptor automático magnetotérmico de 4x250 A, diferencial de sensibilidad 0,3 A, un interruptor automático magnetotérmico de 4x160 A y 8 interruptores automáticos magnetotérmicos de 4x25 A, incluyendo cableado, rótulos de identificación de circuitos, bornas de salida y parte proporcional de conexión a tierra, para una resistencia no superior a 80 Ohmios. Totalmente terminado. | 1.00   |
| C37C310   | ud VALLA CONT.PEATONES AUT.2,5m.H=1m.<br>Suministro de valla metálica autoportante de 2,50 m. de longitud y 1 m. de altura, para la contención de peatones, compuesta por tubo metálico con sus propias patas soporte. Incluso colocación y desmontaje.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 5.00   |
| C37C120   | m BARANDILLA FORJ.PUNTALES-TABLÓN<br>Suministro, colocación y posterior retirada de barandilla de protección de perímetros de forjados. Compuesta por puntales metálicos telescópicos separados 2,50 m., fijados por apriete al forjado, pasamanos formado por tablón de 20x5 cm., rodapié y travesaño intermedio de 15x5 cm. Totalmente terminado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 150.00 |
| C37C430   | ud TOMA DE TIERRA R80 Oh.R=150 Oh/m<br>Suministro e instalación de toma de tierra para una resistencia superior a 80 Ohmios y una resistividad R=150 Oh/m. formada por arqueta de ladrillo macizo de 38x38x30 cm., tapa de hormigón armado, tubo de PVC de ø75 mm., electrodo de acero cobrizado de 14,3 mm. y 200 cm. de profundidad, hincado en el terreno, línea de t.t. de cobre desnudo de 35 mm <sup>2</sup> , con abrazadera a la pica. Incluso parte proporcional de excavación,                                                                                                                                                                                                  |        |

---

conexiones, medios auxiliares, etc. Totalmente terminada.

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| C37C500 | ud EXTINTOR POLVO ABC 6 Kg. PR.INC.<br>Suministro de extintor de polvo químico ABC polivalente, de eficacia 21A/113B, de 6 Kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor.                                                                                                                                         | 1.00 |
| C37S030 | ud PANEL COMPLETO PVC 700x1.000 mm.<br>Panel completo serigrafiado sobre planchas de PVC blanco de 0,6 mm. de espesor nominal, tamaño 700x1.000 mm. Válido para incluir hasta 15 símbolos de señales, incluso textos "Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra" (amortizable en cuatro usos). Incluso colocación y desmontaje, s/R.D. 485/97. | 1.00 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1.00 |

| <b>9.2. Instalaciones personales</b>  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| C37B040                               | mes ALQUILER MÓDULO ASEO 9,40 m <sup>2</sup><br>Suministro en alquiler mensual de módulo prefabricado para aseos en obra de 4x2,35 m. Compuesto de puerta peatonal y ventana corredera de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado. Con estructura metálica y chapa de acero galvanizado con aislamiento térmico de 4 cm. de espesor. Dotado de termo eléctrico de 50 Lt., dos placas turcas, dos placas de ducha y lavabo de tres grifos. Incluso la instalación eléctrica protegida y la correspondiente instalación de fontanería y desagües. Totalmente instalado. | 5.00  |
| <b>9.3. Servicios de protección</b>   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |
| C37B300                               | ud BOTIQUÍN DE URGENCIA<br>Suministro de botiquín de urgencia para obra, con el contenido mínimo obligatorio.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |
| C37B310                               | ud REPOSICIÓN BOTIQUÍN<br>Suministro para la reposición mínima obligatoria, del material de botiquín de urgencia.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1.00  |
|                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1.00  |
| <b>9.4. Protecciones individuales</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |
| C37D022                               | ud CASCO PROTECTOR OÍDOS<br>Suministro de casco con atalaje provisto de 6 puntos de anclaje, con protector de oídos acoplable. Certificado CE.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |       |
| C37D030                               | ud PANTALLA SOLDADURA OXIACETILÉNICA<br>Suministro de pantalla de seguridad para soldadura oxiacetilénica, abatible con fijación en cabeza. Homologada.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 10.00 |
| C37D050                               | ud GAFAS CONTRA IMPACTOS<br>Suministro de gafas protectoras contra impactos, incoloras. Homologadas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 5.00  |
|                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 10.00 |
| C37D080                               | ud MASCARILLA ANTIPOLVO P1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|         | Suministro de mascarilla antipolvo de seguridad, con detección mediante filtro mecánico. Homologada.                                                                                                                                                                                                                                               |       |
| C37D090 | ud <b>RECAMBIO MASCARILLA ANTIPOLVO</b><br>Suministro de recambio para mascarilla antipolvo de seguridad, con detección mediante filtro mecánico. Homologada.                                                                                                                                                                                      | 10.00 |
| C37D340 | ud <b>JUEGO DE GUANTES SERRAJE/LONA</b><br>Suministro de par de guantes, de serraje y lona, para carga y descarga.                                                                                                                                                                                                                                 | 20.00 |
| C37D150 | ud <b>DISPOSITIVO ANTICAÍDAS TRAB.VERT.</b><br>Suministro de dispositivo anticaídas recomendado para trabajos en la vertical. Con cierre y apertura de doble seguridad, deslizamiento y bloqueos automáticos, equipado con una cuerda de nylon de 20 m., mosquetón para amarre del cinturón y elementos metálicos de acero inoxidable. Homologado. | 10.00 |
| C37D300 | ud <b>BOTAS DE AGUA ALTAS</b><br>Suministro de par de botas altas para agua, dotadas de suela antideslizante.                                                                                                                                                                                                                                      | 10.00 |
| C37D320 | ud <b>BOTAS SEGURIDAD PUNTERA + PLANT.</b><br>Suministro de par de botas de seguridad, dotadas de puntera reforzada, plantilla antiobjetos punzantes y suela antideslizante.                                                                                                                                                                       | 10.00 |
| C37D360 | ud <b>PAR GUANTES PARA SOLDADOR</b><br>Suministro de par de guantes para soldador.                                                                                                                                                                                                                                                                 | 10.00 |
| C37D380 | ud <b>MANDIL DE CUERO PARA SOLDAR</b><br>Suministro de mandil de cuero para soldar.                                                                                                                                                                                                                                                                | 5.00  |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 5.00  |
| C37D420 | ud <b>CHALECO DE OBRAS REFLECTANTE</b><br>Chaleco de obras con bandas reflectantes. Certificado CE. Según                                                                                                                                                                                                                                          |       |

R.D. 773/97.

10.00

| <b>10 Cerrajería</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>C15R020</b>       | <b>m<sup>2</sup> PUERTA CIEGA LISA 4cm.</b><br>Suministro y montaje de puerta de paso ciega maciza lisa, de tablero aglomerado chapeado, preparada para barnizar, realizada con hoja prefabricada lisa en pino de 4 cm. de espesor. Con precerco de pino de dimensiones 110x44 mm., y galce de 110x20 mm., con molduras y tapajuntas en pino Melis de 90x15 mm., canteada por dos cantos, con herrajes de colgar y seguridad y cierre con pomo o manilla en latón 1ª calidad, entalladuras para fijación de herrajes y tapajuntas. Totalmente acabada.                                  |       |
| <b>C18D010</b>       | <b>m<sup>2</sup> PUERTA SECCIONAL GALVAN. AISLAR</b><br>Puerta basculante seccional, fabricada con paneles horizontales de doble chapa galvanizada y prelacada. Con aislante intermedio de poliuretano inyectado y burletes perimetrales de goma para dar estanqueidad, equilibradas mediante muelles de torsión de acero galvanizado, cerco de angular provisto de garras para recibir a la fábrica. Incluso guías, cierre y cerradura. Totalmente instalada.                                                                                                                          | 6.00  |
| <b>C18D030</b>       | <b>m<sup>2</sup> PUERTA BASCULANTE C/MUELLES</b><br>Puerta basculante de una hoja, equilibrada con muelles de torsión de acero galvanizado alojados en la parte superior de la puerta, formada por estructura de perfil tubular laminado en frío, con tratamiento especial antioxidante y empanelada por una cara con chapa plegada de 0,6 mm. de espesor, galvanizada y prelacada. Con cerco de angular provisto de garras para recibir a la fábrica. Incluso guías, cable, muelles, cierre y cerradura. Totalmente instalada.                                                         | 25.00 |
| <b>C15R040</b>       | <b>m<sup>2</sup> PUERTA VIDRIO MOLD. 4cm. P.MELIS</b><br>Suministro y montaje de puerta de paso vidriera maciza moldurada, de tablero aglomerado chapeado, preparada para barnizar, realizada con hoja prefabricada vidriera lisa en pino Melis de 4 cm. de espesor. Con precerco de pino de dimensiones 110x44 mm., y galce de 110x20 mm., con molduras y tapajuntas en pino Melis de 90x15 mm., canteada por dos cantos, con herrajes de colgar y seguridad y cierre con pomo o manilla en latón 1ª calidad, entalladuras para fijación de herrajes y tapajuntas. Totalmente acabada. | 9.00  |
| <b>C16AP020</b>      | <b>ud PUERTA BALC.ALUM.AN.2H 1,60x2,10m.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2.50  |



Puerta balconera de dos hojas de aluminio anodizado de 15 micras de espesor, de 1,60x2,10 m., compuesta por perfiles de 70x40 mm. de sección en marco y hojas y 1,5 mm. de espesor de pared. Con premarco de aluminio especial, tapajuntas en los marcos, guías para persianas, herrajes de colgar y seguridad, junquillos para la colocación de vidrio de cámara y tornillos de fijación. Incluso parte proporcional de sellado perimetral con silicona neutra y medios auxiliares para su colocación. Completa y colocada.

1.00

---

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |      |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| C16BE040 | <p>ud VEN.PRAC.AL.LAC.BLAN.2H 2x1,45</p> <p>Ventana practicable de dos hojas de aluminio lacado blanco, de 2x1,45m., compuesta por perfiles de 70x40 mm. de sección en marco y hojas y 1,5 mm. de espesor de pared. Con premarco de aluminio especial, tapajuntas en los marcos, guías para persianas, herrajes de colgar y seguridad, junquillos para la colocación de vidrio de cámara y tornillos de fijación. Incluso parte proporcional de sellado perimetral con silicona neutra y medios auxiliares para su colocación. Completa y colocada.</p>                                                                                                                                                                                |      |
| C16BE030 | <p>ud VEN. PRAC. S/2300 AL. LAC .BLAN. 1H 1,4x1,40 FN3</p> <p>Ventana practicable de una hoja de aluminio lacado blanco SERIE ABISAGRADA 2300 de la casa FN3 PERFECT LOCK o similar. De dimensiones de 1,4x1,40 m., seccion de marco 40mm. y 48mm. de hoja. Maximo aislamiento acustico 39dB, transmitancia desde 1,8w/m<sup>2</sup>k. Con premarco de aluminio, tapajuntas en los marcos, cajón decoblockl 185 y lama de aluminio con guía de 65mm, incluso parte proporcional de herrajes de colgar y seguridad, junquillos para la colocación de vidrio de cámara 4/16/4 y tornillos de fijación. Con parte proporcional de sellado perimetral con silicona neutra y medios auxiliares para su colocación. Completa y colocada.</p> | 1.00 |

2.00

**Documento 5:**  
**Presupuesto**

## **INDICE PRESUPUESTO**

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| 1. Cuadro de precios 1. Simples. ....      | 2  |
| 2. Cuadro de precios 2. Descompuestos..... | 21 |
| 3. Presupuesto a parcial.....              | 63 |
| 4. Resumen del presupuesto.....            | 95 |

## 1. Cuadro de precios 1. Simples.

| <b>01 Movimiento de tierras</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                             |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| <b>E02AM010</b>                 | <b>m2 Desbroce y limpieza de terreno a máquina</b>                                                                                                                                                                                                                           | <b>0.47</b>                                 |
|                                 | Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares. 10cm.                                                                                                                                |                                             |
|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                              | CERO con CUARENTA Y SIETE                   |
| <b>E02EM030</b>                 | <b>m3 Excavación vaciado a máquina terreno compacto</b>                                                                                                                                                                                                                      | <b>12.67</b>                                |
|                                 | Excavación en zanjas, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.                                                                                             |                                             |
|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                              | DOCE con SESENTA Y SIETE                    |
| <b>02 Cimentaciones</b>         |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                             |
| <b>E04CM040</b>                 | <b>m3 Horm.limpieza hm-20/p/20/i v.man</b>                                                                                                                                                                                                                                   | <b>90.92</b>                                |
|                                 | Hormigón en masa HM-20 N/mm <sup>2</sup> ., consistencia plástica, T <sub>máx.</sub> 20 mm., para ambiente normal, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación.                                 |                                             |
|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                              | NOVENTA con NOVENTA Y DOS                   |
| <b>E04SA020</b>                 | <b>m2 Soler.ha-25, 15cm.arma.#15x15x6</b>                                                                                                                                                                                                                                    | <b>16.54</b>                                |
|                                 | Solera de hormigón de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25 N/mm <sup>2</sup> ., T <sub>máx.</sub> 20 mm., elaborado en obra, i/vertido, colocación y armado con mallazo 15x15x6, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según NTE-RSS y EHE.         |                                             |
|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                              | DIECISÉIS con CINCUENTA Y CUATRO            |
| <b>E04CA060</b>                 | <b>m3 H.arm. ha-25/p/20/i v. grúa</b>                                                                                                                                                                                                                                        | <b>134.52</b>                               |
|                                 | Hormigón armado HA-25 N/mm <sup>2</sup> ., T <sub>máx.</sub> 20 mm., para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg./m <sup>3</sup> .), vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE-CSZ y EHE. |                                             |
|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                              | CIENTO TREINTA Y CUATRO con CINCUENTA Y DOS |
| <b>E04SE020</b>                 | <b>m2 Encachado piedra 40/80 e=20cm</b>                                                                                                                                                                                                                                      | <b>7.19</b>                                 |
|                                 | Encachado de piedra caliza 40/80 de 20 cm. de espesor en sub-base de solera, i/extendido y compactado con pisón.                                                                                                                                                             |                                             |
|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                              | SIETE con DIECINUEVE CÉNTIMOS               |

| <b>03 Estructuras</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                     |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>E05AAL010</b>      | <b>kg ACERO S275 JR ESTR. SOLDADA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>1.86</b>                         |
|                       | Acero laminado S275 JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, totalmente montado y colocado. Según DB-SE-A.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                     |
|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | UNO con OCHENTA Y SEIS              |
| <b>C08AC030</b>       | <b>m CORREA CHAPA PERFORADA TIPO "Z"</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>14.98</b>                        |
|                       | Correa realizada en chapa conformada en frío tipo Z. Incluso parte proporcional de despuntes y piezas especiales. Totalmente colocada y montada. Realizada s/CTE e instrucción EHE-08.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                     |
|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | CATORCE con NOVENTA Y OCHO          |
| <b>04 Albañilería</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                     |
| <b>E06BHB030</b>      | <b>m2 FÁB.BLOQ.HORM.BLAN.40x20x20 C/V</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>39.97</b>                        |
|                       | Fábrica de bloques huecos de hormigón blanco de 40x20x20 cm. colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento blanco BL-II 42,5 R y arena de río 1/4, mortero M-10/BL, relleno de hormigón HA-25/P/20/I y armaduras según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2. Según DB-SE-F y RC-08.                                                                                                                                                                            |                                     |
|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | TREINTA Y NUEVE con NOVENTA Y SIETE |
| <b>E06DBY030</b>      | <b>m2 TABIQUE YESO 60x25x10cm.+MURFOR</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>7.79</b>                         |
|                       | Tabicón con bloques de yeso de 60x25x10 cm. lisos para revestir, recibido con mortero de cemento y arena de río 1:4, con colocación, cada 4 hiladas, de armadura de acero galvanizado en caliente, en forma de cercha y recubierta de zinc, Murfor RND. EFS/Z-40, según EC6. I/p.p. de tratamiento de huecos, paso de instalaciones, tornillería, pastas de agarre y juntas, cintas para juntas, anclajes para suelo y techo. Relleno de la junta inferior. Enrasado y alisado con cola de las juntas. Eliminación de restos y limpieza final. P.p. de andamiajes y medios auxiliares. Totalmente terminado y listo para imprimir y pintar o decorar. E06DBL010 TABIQUE LAD.H/S |                                     |
|                       | C/CEMENTO DIVIS. m2 14.38 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                     |
|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | SIETE con SETENTA Y NUEVE           |
| <b>C10S040</b>        | <b>m2 FALSO TECHO ESCAY.DESMON.60x60cm</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>20.61</b>                        |
|                       | Falso techo desmontable de placas de escayola, aligeradas con panel fisurado de 60x60cm., suspendido de perfilería vista, comprendiendo perfiles primarios, secundarios y angulares de remate fijados al techo. Incluso parte proporcional de accesorios de fijación. Totalmente acabado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                     |
|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | VEINTE con SESENTA Y UNO            |

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                             |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| <b>C10R010</b> | <b>m<sup>2</sup> ENFOSCADO CS III - W0 CÁMARAS</b><br>Enfoscado a buena vista sin maestrear, aplicado con llana, con mortero de cemento CEM II/A-P 32.5 R y arena de río CS III - W0 en interior de cámaras de aire de 20 mm. de espesor. Incluso parte proporcional de andamiaje. Medido deduciendo huecos. | <b>6.04</b>                 |
|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | SEIS con CUATRO             |
| <b>C10R180</b> | <b>m<sup>2</sup> ENLUCIDO PARAMENTOS VERTICALES</b><br>Enlucido de paramentos verticales, mediante pasta de yeso. Incluso parte proporcional de realización de juntas estructurales, encuentros con rodapiés y carpinterías, colocación y retirada de andamios y medios auxiliares. Totalmente acabado.      | <b>2.86</b>                 |
|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | DOS con OCHENTA Y SEIS      |
| <b>C31C070</b> | <b>m<sup>2</sup> PINTURA PLÁSTICA BLANCA MATE</b><br>Pintura plástica lisa mate blanca, en paramentos interiores horizontales y verticales, dos manos. Incluso lijado, mano de imprimación, plastecido, lijado y acabado.                                                                                    | <b>6.46</b>                 |
|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | SEIS con CUARENTA Y SEIS    |
| <b>C14C030</b> | <b>m<sup>2</sup> AZULEJO BLANCO 20x20cm. MATE</b><br>Suministro y colocación de azulejo de dimensiones 20x20 cm., color blanco mate, de 1ª calidad, recibido sobre soporte de revoco maestreado con cemento cola. Incluso parte proporcional de enlechado de juntas y limpieza.                              | <b>21.36</b>                |
|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | VEINTIÚN con TREINTA Y SEIS |

|           |                 |
|-----------|-----------------|
| <b>05</b> | <b>Cubierta</b> |
|-----------|-----------------|

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |              |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>C09N230</b> | <b>m2 CUMBRERA DE CHAPA</b><br>Formación de cumbrera de chapa galvanizada sándwich, exterior similar a una chapa trapezoidal pero con un alma de poliuretano de 15mm y chapa blanca inferior para darle mejor acabado estético y una mayor durabilidad. Panel sándwich autoportante de 5 greclas con tornillería vista compuesto por dos láminas de acero prelacado con núcleo interior aislante de poliuretano de alta densidad. El solapo entre placas será superior a 150 mm. y dispondrá de junta de sellado. El desarrollo no será menor de 500 mm. La fijación se realizará mediante gancho y tornillo autorroscante. Incluso parte proporcional de replanteo de placas, solapes, cortes, remates, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, andamios, medidas de seguridad, etc. Totalmente acabada. | <b>24.00</b> |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|

VEINTICUATRO

| <b>06 Instalaciones</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                    |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| <b>6.1. Eléctrica</b>   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                    |
| <b>C20A020</b>          | <p><b>ud ARQUETA REGIST.ALUMBR.40x40x60cm.</b></p> <p>Formación de arqueta registrable para alumbrado, de dimensiones 40x40x60 cm., conformada por solera de 15 cm. de hormigón HM-20N/mm<sup>2</sup> y desagüe central, con muros aparejados de 12 cm. de espesor de ladrillo macizo de resistencia R-100 Kg/m<sup>2</sup>, con juntas de mortero M-5 de 1 cm. de espesor. Enfoscado interiormente con mortero, bruñido y con ángulos redondeados. Con tapa de registro cuadrada para acera de dimensiones 40x40 cm. y una resistencia al peso de 12.5 Tn. Totalmente instalada.</p>                                                                                      | <b>182.50</b>                      |
|                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | CIENTO OCHENTA Y DOS con CINCUENTA |
| <b>C20A160</b>          | <p><b>m CIRCUITO ELÉCTRICO ENTERRADO 4x16mm<sup>2</sup> Cu</b></p> <p>Circuito eléctrico enterrado, instalado con cable de cobre del tipo XLPE, aislado para resistir una tensión nominal de 1.000 V., con una sección de 3 conductores mas neutro de 16 mm<sup>2</sup> de sección nominal mínima en fases y 16 mm<sup>2</sup> para el conductor de neutro, para su colocación en tubo de PVC existente. Se tenderán por el tubo, los conductores de fase, neutro y protección, hasta los distintos puntos de suministro. Incluso parte proporcional de empalmes, conexiones, piezas especiales, cinta aislante vulcanizada y pequeño material. Totalmente acabado.</p>    | <b>6.35</b>                        |
|                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | SEIS con TREINTA Y CINCO           |
| <b>C20F010</b>          | <p><b>ud ARQUETA DE CONEXIÓN 40x50x25cm.</b></p> <p>Arqueta de conexión toma de tierra, de dimensiones 40x50x25 cm., conformada por solera de hormigón HM-20N/mm<sup>2</sup>, con muros aparejados de 12 cm. de espesor, de ladrillo macizo de resistencia R-100 Kg/m<sup>2</sup> y juntas de mortero M-5 de 1 cm. de espesor. Enfoscado interiormente con mortero, bruñido y con ángulos redondeados. Cerco de perfil laminado L-50-5 mm., al que se soldarán las armaduras de las tapas de hormigón de HA-25N/mm<sup>2</sup> y la armadura formada por redondos de ø8mm. de acero AE-42, formando retícula cada 10 cm. Colocación del embarrado. Totalmente acabada.</p> | <b>167.08</b>                      |
|                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | CIENTO SESENTA Y SIETE con OCHO    |



|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>C20F020</b>    | <b>m CONDUCCIÓN A TIERRA ENTERRADA 35mm<sup>2</sup></b><br>Conducción de línea de puesta a tierra enterrada, instalada con conductor de cobre desnudo de 35 mm <sup>2</sup> de sección nominal s/UNE 21.022. El cable se instalará en contacto con el terreno y a una profundidad no menor de 80 cm. a partir de la última solera transitable. Sus uniones se realizarán con soldadura aluminotérmica. Las estructuras metálicas y armaduras de muros o soportes de hormigón se soldarán mediante cable conductor a las uniones enterradas. Incluso parte proporcional de cable y uniones, soldaduras aluminotérmicas y conexiones. Totalmente instalada. | <b>6.36</b>                   |
|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | SEIS con TREINTA Y SEIS       |
| <b>C20F050</b>    | <b>ud PICA TOMA A TIERRA L=2m ø16mm.</b><br>Suministro e instalación de pica de puesta a tierra, conformada por pica de acero de carbono, dureza Brunell, recubierto de cobre de ø16 mm. y una longitud de 2.000 mm. La unión al cable se realizará mediante soldadura aluminotérmica o grapa doble, para un mejor contacto por presión sobre el conductor. Incluso parte proporcional de conexiones e hincado. Totalmente instalada.                                                                                                                                                                                                                     | <b>20.02</b>                  |
|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | VEINTE con DOS                |
| <b>08ECC00102</b> | <b>m CIRCUITO MONOFÁSICO 3x1,5 mm<sup>2</sup> EMPOTRADO</b><br>Circuito monofásico, instalado con cable de cobre de tres conductores H07V-K de 1,5 mm <sup>2</sup> de sección nominal mínima, empotrado y aislado con tubo de PVC flexible de 13 mm de diámetro, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería; construido según REBT. Medida la longitud ejecutada desde la caja de mando y protección REBT hasta la caja de registro del ultimo recinto suministrado.                                                                                                                                                                     | <b>3.76</b>                   |
|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | TRES con SETENTA Y SEIS       |
| <b>08ECC00103</b> | <b>m CIRCUITO MONOFÁSICO 3x2,5 mm<sup>2</sup> EMPOTRADO</b><br>Circuito monofásico, instalado con cable de cobre de tres conductores H07V-K de 2,5 mm <sup>2</sup> de sección nominal, empotrado y aislado con tubo de PVC flexible de 13 mm de diámetro, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería; construido según REBT. Medida la longitud ejecutada desde la caja de mando y protección REBT hasta la caja de registro del ultimo recinto suministrado.                                                                                                                                                                            | <b>4.52</b>                   |
|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | CUATRO con CINCUENTA Y DOS    |
| <b>E12ECT070</b>  | <b>m. CIRCUITO TRIF. COND. Cu 25 mm<sup>2</sup>.</b><br>Circuito de potencia para una intensidad máxima de 50 A. o una potencia de 26 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 25 mm <sup>2</sup> . de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 36 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje. Según REBT.                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>17.42</b>                  |
|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | DIECISIETE con CUARENTA Y DOS |
| <b>E12ECT050</b>  | <b>m. CIRCUITO TRIF. COND. Cu 10 mm<sup>2</sup>.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>13.15</b>                  |

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              |                                      |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------------------------|
|                   | Circuito de potencia para una intensidad máxima de 30 A. o una potencia de 16 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 10 mm <sup>2</sup> . de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 29 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje. Según REBT.                                                                                                                               |              | TRECE con QUINCE                     |
| <b>E12ECT030</b>  | <b>m. CIRCUITO TRIF. COND. Cu 4 mm<sup>2</sup>.</b><br>Circuito de potencia para una intensidad máxima de 20 A. o una potencia de 10 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 4 mm <sup>2</sup> . de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 21 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje. Según REBT.                                                                         | <b>9.42</b>  | NUEVE con CUARENTA Y DOS             |
| <b>E12ECT020</b>  | <b>m. CIRCUITO TRIF. COND. Cu 2,5 mm<sup>2</sup>.</b><br>Circuito de potencia para una intensidad máxima de 15 A. o una potencia de 8 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 2,5 mm <sup>2</sup> . de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 16 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje. Según REBT.                                                                      | <b>8.49</b>  | OCHO con CUARENTA Y NUEVE            |
| <b>08ECK00030</b> | <b>m CONDUCTOR Cu RZ1-K(AS) 0.6/1 KV 1X70 mm<sup>2</sup></b><br>Conductor eléctrico, instalado con cable, de un conductor RZ1-K(AS) de 70 mm <sup>2</sup> de sección nominal y 0,6/1kV de tensión nominal, con aislamiento y cubierta de polietileno reticulado (XLPE), bajo tubo o en bandeja, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería. Según normas UNE, REBT y de la compañía suministradora. Medida la longitud ejecutada   | <b>14.34</b> | CATORCE con TREINTA Y CUATRO         |
| <b>08ECK00060</b> | <b>m CONDUCTOR Cu RZ1-K(AS) 0.6/1 KV 1X185 mm<sup>2</sup></b><br>Conductor eléctrico, instalado con cable, de un conductor RZ1-K(AS) de 185 mm <sup>2</sup> de sección nominal y 0,6/1kV de tensión nominal, con aislamiento y cubierta de polietileno reticulado (XLPE), bajo tubo o en bandeja, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería. Según normas UNE, REBT y de la compañía suministradora. Medida la longitud ejecutada | <b>46.53</b> | CUARENTA Y SEIS con CINCUENTA Y TRES |
| <b>08ECK00065</b> | <b>m CONDUCTOR Cu RZ1-K(AS) 0.6/1 KV 1X240 mm<sup>2</sup></b><br>Conductor eléctrico, instalado con cable, de un conductor RZ1-K(AS) de 240 mm <sup>2</sup> de sección nominal y 0,6/1kV de tensión nominal, con aislamiento y cubierta de polietileno reticulado (XLPE), bajo tubo o en bandeja, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería. Según normas UNE, REBT y de la compañía suministradora. Medida la longitud ejecutada | <b>60.48</b> | SESENTA con CUARENTA Y OCHO          |
| <b>E12EMOB090</b> | <b>ud BASE SUP. IP447 32 A. 3P+T.T.</b><br>Base de enchufe tipo industrial, para montaje superficial, 3P+T.T., 16 A.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>79.84</b> |                                      |

230 V., con protección IP447, totalmente instalada. Según REBT.

SETENTA Y NUEVE con OCHENTA Y CUATRO

**E12EMOB030 ud BASE ENCHUFE NORMAL 18.64**

Base de enchufe normal realizada con tubo PVC corrugado de D=13/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm<sup>2</sup> de Cu., y aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase y neutro), incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, base de enchufe normal 10 A.(II), totalmente instalada. Según REBT.

DIECIOCHO con SESENTA Y CUATRO

**08ECW00510 m BANDEJA DE REJILLA 400x100 mm 25.65**

Bandeja de rejilla de dimensiones 400x100 mm, electrocincada Clase 3 según UNE-EN 61537 para ambientes interiores sin contaminantes, fijada a forjado mediante sistema de cuelgue de longitud variable y soporte en omega. Incluso p.p. de piezas especiales y conexiones. Construido según REBT. Medida la longitud ejecutada

VEINTICINCO con SESENTA Y CINCO

**08EIM00675 u INTERRUPT. AUTO. MAGNETOTÉRMICO TETRAPOLAR 85kA DE 630A 463.37**

Interruptor automático magnetotérmico tetrapolar de 630 A con poder de corte 8-85kA para varios tipos de curvas de corte. Con indicador de corte en maneta y posibilidad de acople de auxiliares y doble aislamiento clase 2. Según normas UNE, REBT y de la compañía suministradora. Medida la unidad ejecutada

CUATROCIENTOS SESENTA Y TRES con TREINTA Y SIETE

**08EIM00670 u INTERRUPT. AUTO. MAGNETOTÉRMICO TETRAPOLAR 85kA DE 3.200A 2,021.77**

Interruptor automático magnetotérmico tetrapolar de 40 A con poder de corte 35000 A para varios tipos de curvas de corte. Con indicador de corte en maneta y posibilidad de acople de auxiliares, tensión de aislamiento de 500V en CA y doble aislamiento clase 2. Según normas UNE, REBT y de la compañía suministradora. Medida la unidad ejecutada

DOS MIL VEINTIÚN con SETENTA Y SIETE

### **6.3. Iluminación**

**E12EIAB030 ud FOCO LED 47W 305.62**

Foco base con lámpara halógena de 47 W. para conexión directa o con adaptador para carril, con protección IP20 clase I, cuerpo metálico lacado, con articulación giratoria, lámpara halógena 50 W. 12 V. y transformador. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado. Según REBT.

TRESCIENTOS CINCO con SESENTA Y DOS

**E12EIAB070 ud LAMPARA LED 218W. 760.62**

Lampara LED especial para gran iluminación de 218 W. 220 V., para conexión directa o con adaptador para carril, con protección

IP65/IK07, cuerpo en aluminio con articulación giratoria. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.

SETECIENTOS SESENTA con SESENTA Y DOS

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                           |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| <b>E12EIAE030</b> | <b>ud LUMINARIA ESTANCA 46,6 W.</b><br>Luminaria estanca, en material plástico de 46,6 W. con protección IP65 clase I, cuerpo de poliéster reforzado con fibra de vidrio, difusor de policarbonato de 2mm. de espesor, con abatimiento lateral, equipo eléctrico formado por reactancias, condensador, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes estándar y bornas de conexión. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado. Según REBT. | <b>191.00</b>             |
|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | CIENTO NOVENTA Y UNO      |
| <b>E12EIM040</b>  | <b>ud BLQ.AUTO.EMERGENCIA 200 lm.</b><br>Luminaria de emergencia autónoma de 200 lúmenes, telemandable, autonomía superior a 1 hora, equipada con batería Ni.Cd estanca de alta temperatura. Según REBT y DB-SI.                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>100.34</b>             |
|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | CIEN con TREINTA Y CUATRO |

## **6.2. Fontanería**

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                       |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>C23B150</b> | <b>ud PLATO RINCÓN MALTA 750x750 ANG.</b><br>Suministro e instalación de plato de ducha de porcelana vitrificada para rincón, de dimensiones 750x750 mm., modelo Malta, en color a elegir. La unión entre paramentos y aparato irá sellada. Totalmente instalado.                                                                                                            | <b>137.26</b>                         |
|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | CIENTO TREINTA Y SIETE con VEINTISÉIS |
| <b>C23B200</b> | <b>ud GRIFERÍA BAÑO-DUCHA BRAVA</b><br>Grifería para baño-ducha, monobloque, del tipo Brava, en color cromado, con desagüe sifón, rebosadero, soporte de rótula para ducha, tapón, cadenilla, ducha teléfono con rociador y tubo flexible de ½" y 1,70 m. de longitud. Incluso parte proporcional de conexión a las redes de abastecimiento y desagüe. Totalmente instalada. | <b>81.52</b>                          |
|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | OCHENTA Y UN con CINCUENTA Y DOS      |
| <b>C23C030</b> | <b>ud LAVABO NEO-SELENE 1 SENO</b><br>Suministro y colocación de lavabo de porcelana vitrificada, serie Neo-Selene, para empotrar, de dimensiones 510x395 mm, en colores normales no especiales. La unión entre el alicatado y el lavabo irá sellada. Totalmente acabado e instalado.                                                                                        | <b>87.56</b>                          |
|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | OCHENTA Y SIETE con CINCUENTA Y SEIS  |
| <b>C23C130</b> | <b>ud GRIFERÍA LAVABO BRAVA MONOBLOQUE</b><br>Grifería para lavabo, monobloque, del tipo Brava, en color cromado, con desagüe sifón, tapón, cadenilla, cubre agujeros, llaves de escuadra y ramalillos cromados. Incluso parte proporcional de conexión a las redes de abastecimiento y desagüe. Totalmente instalada.                                                       | <b>91.07</b>                          |
|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | NOVENTA Y UN con SIETE                |
| <b>C23D040</b> | <b>ud INOD.VICTORIA TANQUE ALTO P/FLUXOR</b><br>Suministro e instalación de inodoro de porcelana vitrificada blanca, modelo Victoria. Con taza para fluxor, asiento y tapa lacados. Incluso parte proporcional de instalación y fijaciones.                                                                                                                                  | <b>94.62</b>                          |

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                 |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------|
|                  | Totalmente instalado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |                                                 |
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | NOVENTA Y CUATRO con SESENTA Y DOS              |
| <b>C23G050</b>   | <b>ud FREGADERO ACERO VERSIÓN M 2 SENOS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  | <b>154.44</b>                                   |
|                  | Suministro y colocación de fregadero de sobre muebles de acero inoxidable amagnético, con dos senos, rebosadero integral, cubetas de 405.mm. de ancho, insonorizadas, del tipo Versión "M", de dimensiones 800x600.mm. La unión entre la encimera y el fregadero irá sellada por un cordón de silicona de primera calidad. Totalmente instalado.                                                                                                                                                                                            |  |                                                 |
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | CIENTO CINCUENTA Y CUATRO con CUARENTA Y CUATRO |
| <b>C23G110</b>   | <b>ud GRIFERÍA FREGADERO BRAVA MONOBL.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | <b>97.43</b>                                    |
|                  | Grifería para fregadero, monobloque, del tipo Brava, en color cromado, con desagüe sifón de PVC, tapón, cadenilla, cubre agujeros, llaves de escuadra y ramalillos cromados. Incluso parte proporcional de conexión a las redes de abastecimiento y desagüe. Totalmente instalada.                                                                                                                                                                                                                                                          |  |                                                 |
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | NOVENTA Y SIETE con CUARENTA Y TRES             |
| <b>C22C020</b>   | <b>ud CONTADOR 1½" 40mm.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  | <b>672.35</b>                                   |
|                  | Suministro e instalación de contador de agua de 1½", conexas a la acometida y a la red de distribución interior. Incluso instalación de dos llaves de corte de esfera de 40 mm., grifo de purga y válvula de retención. Totalmente instalado.                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                 |
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | SEISCIENTOS SETENTA Y DOS con TREINTA Y CINCO   |
| <b>C22N090</b>   | <b>ud INST.BAÑO COMP.AGUA F/C C/DES.PVC</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  | <b>220.80</b>                                   |
|                  | Instalación de fontanería para un baño dotado de lavabo, inodoro y duchas, realizada con tuberías de polietileno reticulado Wirsbo-PEX para las redes de agua fría y caliente, utilizando el sistema Wirsbo Quick & Easy de derivaciones por tes, con tuberías de PVC serie B para la red de desagüe con los diámetros necesarios para cada punto de servicio y sifones individuales para los aparatos. Incluso parte proporcional de bajante de PVC de 110 mm. y manguetón de enlace para el inodoro, terminada y sin aparatos sanitarios. |  |                                                 |
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | DOSCIENTOS VEINTE con OCHENTA                   |
| <b>C22AAP180</b> | <b>ud ACOMETIDA DN200 mm. 4,5" POLIETILENO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | <b>498.91</b>                                   |
|                  | Acometida a la red general municipal de agua DN200 mm., hasta una longitud máxima de 8 m., realizada con tubo de polietileno de 11,43 cm. de diámetro nominal de alta densidad, con collarín de toma de P.P., derivación a 3", codo                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |                                                 |

de latón, enlace recto de polietileno y llave de esfera latón roscar de 3". Incluso parte proporcional de piezas especiales y accesorios. Terminada y funcionando, s/CTE-HS-4. Medida la unidad terminada.

CUATROCIENTOS NOVENTA Y OCHO con NOVENTA Y UNO

**C22ATC240** m **TUBERÍA EMPOTRADA COBRE ø34x36 CALORIF.9mm.** **19.52**

Suministro e instalación de tubería empotrada y calorífuga de tubo redondo de cobre, estirado en frío, sin soldadura, calorífuga, de ø34 mm., con un espesor de pared de 2 mm., soldado por capilaridad. Las uniones de tubos y piezas especiales se realizarán mediante manguitos o juntas de enchufe, con soldadura por capilaridad. El aislamiento se realizará mediante coquilla flexible de espuma elastomérica, para un diámetro exterior de tubo de 28 mm., del tipo Armaflex, modelo F-35, de espesor de pared 9 mm. La coquilla se dispondrá teniendo especial cuidado en la eliminación de puentes térmicos. Incluso parte proporcional de piezas especiales, materiales de soldadura, pequeñas piezas del mismo material, pruebas de estanqueidad, formación de juntas y encuentros, corte de las coquillas, cinta de fijación y colocación. Totalmente instalada.

DIECINUEVE con CINCUENTA Y DOS

**C22ATE040** m **TUBO POLIETILENO RETICULADO 90mm.** **13.63**

Tubería Wirsbo-PEX de polietileno reticulado por el método Engel (Peróxido), según Norma UNE 53.381, de 40 mm. de diámetro, colocada en instalaciones interiores de viviendas y locales comerciales para agua fría. Con parte proporcional de accesorios de polisulfona. Instalada y funcionando según normativa vigente y sin protección superficial.

TRECE con SESENTA Y TRES

#### **6.4. Saneamiento**

**C22E070** ud **BOTE SIFÓNICO PVC C/SUMIDERO ø110mm.** **26.50**

Bote sifónico para encastrar, de PVC, de ø110 mm., con tapa de acero inoxidable colocada al mismo nivel del pavimento. Incluso parte proporcional de piezas especiales, emboquillado de los diferentes desagües, uniones, pequeño material, etc. Totalmente instalado.

VEINTISÉIS con CINCUENTA

**C07AA090** ud **ARQUETA SIFÓNICA REGIST. 63x63cm.** **154.81**

Arqueta sifónica registrable, de 63x63 cm. de medidas interiores y altura variable, compuesta por solera de hormigón HM-20N/mm<sup>2</sup>, fábrica de ladrillo perforado a ½ asta, enfoscado interiormente con mortero de cemento. Incluso parte proporcional de cerco de perfil laminado en

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |               |                                            |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------------|
|                  | L-50, tapa de hormigón armado, sifón formado por un codo de PVC, medios auxiliares para su ejecución, etc. Completa y acabada.                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |               | CIENTO CINCUENTA Y CUATRO con OCHENTA Y UN |
| <b>C22E100</b>   | <b>m BAJANTE DE PVC SERIE C. ø110mm.</b><br>Bajante de PVC serie C, de ø110 mm., con sistema de unión por enchufe, con junta labiada colocada con abrazaderas metálicas. Incluso parte proporcional de piezas especiales de PVC. Totalmente instalada y funcionando.                                                                                                                                                            | <b>10.65</b>  | DIEZ con SESENTA Y CINCO                   |
| <b>E12SJP040</b> | <b>m. BAJANTE DE PVC SERIE F. 200 mm.</b><br>Bajante de PVC serie F de pluviales, de 200 mm. de diámetro, con sistema de unión por enchufe con junta labiada, colocada con abrazaderas metálicas, totalmente instalada, incluso con p.p. de piezas especiales de PVC, funcionando. Según DB-HS 5.                                                                                                                               | <b>14.63</b>  | CATORCE con SESENTA Y TRES                 |
| <b>E03CPC030</b> | <b>m. TUBERÍA COLGADA PVC D=200 mm.</b><br>Canalón colgado de PVC liso de saneamiento de pluviales, de unión en copa lisa pegada, de 200 mm. de diámetro interior, colocada colgada mediante abrazaderas metálicas, incluso con p.p. de piezas especiales en desvíos y con p.p. de medios auxiliares y de ayudas de albañilería, cumpliendo normas de colocación y diseños recogidas en el DB-HS5.                              | <b>22.78</b>  | VEINTIDÓS con SETENTA Y OCHO               |
| <b>C07CP040</b>  | <b>m TUBERÍA ENTERRADA PVC ø200mm. S/ARENA</b><br>Tubería enterrada de PVC rígido, de unión por junta elástica, de ø200 mm., colocada en zanjas sobre cama de arena de 10 cm. de espesor. Con posterior tapado de tubería, con material granular compactado, y relleno de zanja con tierras procedentes de la propia excavación. Incluso parte proporcional uniones, pequeño material y piezas especiales. Completa y colocada. | <b>25.70</b>  | VEINTICINCO con SETENTA                    |
| <b>6.5.</b>      | <b>Contra incendios</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |               |                                            |
| <b>C28F0580</b>  | <b>ud EXTINTOR POLVO 6 Kg. EFIC. 113B-21A</b><br>Suministro y colocación de extintor de polvo polivalente, con carga de 6 Kg., con una eficacia de 113B-21A. Totalmente instalado.                                                                                                                                                                                                                                              | <b>49.57</b>  | CUARENTA Y NUEVE con CINCUENTA Y SIETE     |
| <b>C28F0670</b>  | <b>ud BOCA INCEN.EQUIPO IPF-43 20m.45mm.</b><br>Suministro e instalación de boca de incendio equipada IPF-43, de dimensiones 20x45 cm., conformada por armario metálico con puerta de vidrio, manguera racorada extensible de 20 m. de longitud, con racor de ø45 mm., devanadera, lanza chorro cromada de ø45 mm. modelo americano, así como soporte, manómetro, serigrafía con el rótulo "Rómpase                             | <b>237.49</b> |                                            |

en caso de incendio", vidrio estirado de 3mm. de espesor con escotaduras triangulares en ángulos opuestos. Totalmente instalada. Incluso parte proporcional de uniones a conducción, pequeño material y ayudas de albañilería.

DOSCIENTOS TREINTA Y SIETE con CUARENTA Y NUEVE

**C28F0890** ud **GRUPO PRESIÓN 24m³/h 65 m.c.a** **5,154.80**

Suministro e instalación de grupo de presión contra incendios para 24 m³/h a 65 m.c.a., según normas UNE y CEPREVEN, compuesto por electrobomba principal de 15 CV., electrobomba de 2 CV. para mantener la presión en la red, tobera de aspiración con válvulas de seccionamiento, tobera de impulsión con válvulas de corte y retención, válvula de seguridad, acumulador hidroneumático de 25 Lt., bancada metálica de conjunto, etc. Incluso parte proporcional de conexiones, líneas de alimentación, pequeño material, medios auxiliares, etc. Totalmente terminado e instalado.

CINCO MIL CIENTO CINCUENTA Y CUATRO con OCHENTA

**C28F0870** ud **DEPÓSITO RESERVA PVC 14.40 m³ SUPERF.** **3,901.50**

Suministro e instalación de depósito reserva de agua contra incendios, de 14.400 L. de capacidad, para instalar en superficie, construido en poliéster de alta resistencia. Incluso parte proporcional de conexiones a la red, pequeño material, medios auxiliares, etc. Totalmente instalado.

TRES MIL NOVECIENTOS UN con CINCUENTA

**C28F0910** ud **SEÑAL ALUMINIO ANODIZADO 210/297mm.** **18.49**

Suministro e instalación de señalización de equipos contra incendios, señales de riesgo, peligro, prohibición, uso obligatorio, evacuación, etc., en aluminio anodizado, de dimensiones 210x297 mm. Totalmente instalada.

DIECIOCHO con CUARENTA Y NUEVE

**C28F0270** ud **CENTRAL DETECCIÓN INCENDIOS 7 ZONAS** **466.90**

Suministro e instalación de central de detección de incendios para 6 zonas, homologada. Incluso parte proporcional de líneas de alimentación, conexiones, medios auxiliares, etc. Completa e instalada.

CUATROCIENTOS SESENTA Y SEIS con NOVENTA

**C22ATE040** m **TUBO POLIETILENO RETICULADO 90mm.** **13.63**

Tubería Wirsbo-PEX de polietileno reticulado por el método Engel (Peróxido), según Norma UNE 53.381, de 40 mm. de diámetro, colocada en instalaciones interiores de viviendas y locales comerciales para agua fría. Con parte proporcional de accesorios de polisulfona. Instalada y funcionando según normativa vigente y sin protección superficial.

TRECE con SESENTA Y TRES



| <b>07 Maquinaria</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                           |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 7.1.                 | <b>u Astilladora 260kW</b><br>Astilladora de molinos de dimensiones 3x1,5x2 m con capacidad de 9 t/h. Potencia de 260kW.                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>195,000.00</b><br><br>CIENTO NOVENTA Y CINCO MIL       |
| 7.2.                 | <b>u Secadero y caldera.</b><br>Secadero de cilindro rotativo tipo trómel. Sistema apagachispas, Air lock de alimentación, fan de aspiración, sistema de control eléctrico de motores de entrada y ciclones. Longitud del tambor 8m, diámetro del tambor 1,2m y potencia de 7,5kW.<br>Caldera de policomcombustible (Consumo 20-30 kg/h residuos de madera). Temperatura de trabajo 1000 °C y 600.000 kJ de poder calorífico. | <b>28,800.00</b><br><br>VEINTIOCHO MIL OCHOCIENTOS        |
| 7.3.                 | <b>u Refinado 110kW</b><br>Molino de martillos que refina astillas y viruta convirtiéndolas en "harina" fina de madera. Potencia 110kW, dimensiones 2,8x1,642x2,1m, peso 5.300kg y capacidad de 7 t/h.                                                                                                                                                                                                                        | <b>197,000.00</b><br><br>CIENTO NOVENTA Y SIETE MIL       |
| 7.4.                 | <b>u Pelletizadora de 220kW</b><br>Pelletizadora centrífuga de 220kW. Rendimiento de 5 t/h, dimensiones 3,8x1,68x3,4 y 20t de peso.                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>240,000.00</b><br><br>DOSCIENTOS CUARENTA MIL          |
| 7.5.                 | <b>u Refrigerador de pellets</b><br>Refrigerador de pellets de 13kW. Aire frío contracorriente. Capacidad 12 t/h, dimensiones 2,1x1,97x2,87m.                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>15,000.00</b><br><br>QUINCE MIL                        |
| 7.6.                 | <b>u Ensacadora</b><br>Ensacadora en sacos de 15kg con accesorio para llenado de BigBag. Capacidad de 8-20kg/bolsa, dimensiones 2,85x0,78x2,75m, peso de 390 kg y velocidad de 1-13 min/bolsa.                                                                                                                                                                                                                                | <b>9,000.00</b><br><br>NUEVE MIL                          |
| 7.7.                 | <b>u Cinta transportadora</b><br>Cinta transportadora de 0,8m de ancho. Potencia 1,5kW, longitud entre tambores de 8m y velocidad de 2,5-120 m/min.                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>19,920.00</b><br><br>DIECINUEVE MIL NOVECIENTOS VEINTE |
| 7.8.                 | <b>u Tornillo sin fin 3,5kW</b><br>Tornillo sin fin de 3'5kW. Anchura de 0,8m, 150kg/m de peso y motorización horizontal o vertical.                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>25,200.00</b><br><br>VEINTICINCO MIL DOSCIENTOS        |
| 7.9.                 | <b>u Tolva 65m3</b><br>Tolva de 65m3 de acero galvanizado de 4x4x6,68m. Tubo de llenado de 4"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>6,000.00</b><br><br>SEIS MIL                           |

|       |                                                                                                                                                                                    |                           |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| 7.10. | <b>u Tolva 46m3</b><br>Tolva de 46m3 de acero galvanizado de 4x4x5,68m. Tubo de llenado de 4"                                                                                      | <b>4,100.00</b>           |
|       |                                                                                                                                                                                    | CUATRO MIL CIEN           |
| 7.11. | <b>Colector de polvo</b><br>Colector de polvo de mangas 5kW. Capacidad eólica de 3.992 m3/h, 2,6x1,15x3,17m y 11,2m2 de área de la tela.                                           | <b>20,000.00</b>          |
|       |                                                                                                                                                                                    | VEINTE MIL                |
| 7.12. | <b>Pala cargadora</b><br>Pala cargadora 105kW y 4,4l. Peso de funcionamiento 15.950kg, sistema hidráulico de 220l y velocidad de desplazamiento de 37 km/h. Segunda mano.          | <b>17,000.00</b>          |
|       |                                                                                                                                                                                    | DIECISIETE MIL            |
| 7.13. | <b>Carretilla elevadora</b><br>Carretilla elevadora con capacidad de carga de 1600kg. Altura de elevación 3,3 m, batería de 43.531 A, dimensiones 1,06x3,87x2,99m y 48 V.          | <b>23,500.00</b>          |
|       |                                                                                                                                                                                    | VEINTITRÉS MIL QUINIENTOS |
| 7.14. | <b>Silos</b><br>Silos con rompe. De acero galvanizado y equipados con: Indicador de nivel, alimentador, descargador de fondo, control de humedad y temperatura y escalera lateral. | <b>33,100.00</b>          |
|       |                                                                                                                                                                                    | TREINTA Y TRES MIL CIEN   |
| 7.15. | <b>Descortezadora</b><br>Descortezadora de rodillos paralelos<br>Descorteza diámetros de 5 a 80 cm con una potencia de 11x 2 Kw<br>Eficiencia de hasta el 99%.                     | <b>150,000.00</b>         |
|       |                                                                                                                                                                                    | CIENTO CINCUENTA MIL      |

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                 |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>08</b> | <b>Gestión de residuos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                 |
| 8.1.      | <b>Gestión de residuos de construcción y demolición</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>6,188.96</b> |
|           | Gestión de los residuos de las tareas de construcción y demolición del proyecto. Ampliación en el Anexo 18- Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                 |
|           | SEIS MIL CIENTO OCHENTA Y OCHO con NOVENTA Y SEIS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                 |
| <b>09</b> | <b>Seguridad y salud</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                 |
| 9.1.      | <b>Protecciones colectivas</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |
| C37C480   | ud <b>CUADRO GENERAL OBRA P<sub>máx</sub>=130 KW.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>640.58</b>   |
|           | Suministro e instalación de cuadro general de mando y protección de obra para una potencia máxima de 130 kW. Compuesto por armario metálico con revestimiento de poliéster, de 100x80 cm., índice de protección IP 559, con cerradura, interruptor automático magnetotérmico de 4x250 A, diferencial de sensibilidad 0,3 A, un interruptor automático magnetotérmico de 4x160 A y 8 interruptores automáticos magnetotérmicos de 4x25 A, incluyendo cableado, rótulos de identificación de circuitos, bornas de salida y parte proporcional de conexión a tierra, para una resistencia no superior a 80 Ohmios. Totalmente terminado. |                 |
|           | SEISCIENTOS CUARENTA con CINCUENTA Y OCHO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                 |
| C37C310   | ud <b>VALLA CONT.PEATONES AUT.2,5m.H=1m.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>14.61</b>    |
|           | Suministro de valla metálica autoportante de 2,50 m. de longitud y 1 m. de altura, para la contención de peatones, compuesta por tubo metálico con sus propias patas soporte. Incluso colocación y desmontaje.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |
|           | CATORCE con SESENTA Y UN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                 |
| C37C120   | m <b>BARANDILLA FORJ.PUNTALES-TABLÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>7.32</b>     |
|           | Suministro, colocación y posterior retirada de barandilla de protección de perímetros de forjados. Compuesta por puntales metálicos telescópicos separados 2,50 m., fijados por apriete al forjado, pasamanos formado por tablón de 20x5 cm., rodapié y travesaño intermedio de 15x5 cm. Totalmente terminado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |
|           | SIETE con TREINTA Y DOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                 |
| C37C430   | ud <b>TOMA DE TIERRA R80 Oh.R=150 Oh/m</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>261.47</b>   |
|           | Suministro e instalación de toma de tierra para una resistencia superior a 80 Ohmios y una resistividad R=150 Oh/m. formada por arqueta de ladrillo macizo de 38x38x30 cm., tapa de hormigón armado, tubo de PVC de ø75 mm., electrodo de acero cobrizado de 14,3 mm. y 200 cm. de profundidad, hincado en el terreno, línea de t.t. de cobre desnudo de 35 mm <sup>2</sup> , con abrazadera a la pica. Incluso parte proporcional de excavación, conexiones, medios auxiliares, etc. Totalmente terminada.                                                                                                                           |                 |
|           | DOSCIENTOS SESENTA Y UN con CUARENTA Y SIETE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                 |
| C37C500   | ud <b>EXTINTOR POLVO ABC 6 Kg. PR.INC.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>48.61</b>    |

Suministro de extintor de polvo químico ABC polivalente, de eficacia 21A/113B, de 6 Kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor.

CUARENTA Y OCHO con SESENTA Y UN

**C37S030** ud **PANEL COMPLETO PVC 700x1.000 mm.** **3.54**  
 Panel completo serigrafiado sobre planchas de PVC blanco de 0,6 mm. de espesor nominal, tamaño 700x1.000 mm. Válido para incluir hasta 15 símbolos de señales, incluso textos "Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra" (amortizable en cuatro usos). Incluso colocación y desmontaje, s/R.D. 485/97.

TRES con CINCUENTA Y CUATRO

## 9.2. Instalaciones personales

**C37B040** mes **ALQUILER MÓDULO ASEO 9,40 m<sup>2</sup>** **140.92**  
 Suministro en alquiler mensual de módulo prefabricado para aseos en obra de 4x2,35 m. Compuesto de puerta peatonal y ventana corredera de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado. Con estructura metálica y chapa de acero galvanizado con aislamiento térmico de 4 cm. de espesor. Dotado de termo eléctrico de 50 Lt., dos placas turcas, dos placas de ducha y lavabo de tres grifos. Incluso la instalación eléctrica protegida y la correspondiente instalación de fontanería y desagües. Totalmente instalado.

CIENTO CUARENTA con NOVENTA Y DOS

## 9.3. Servicios de protección

**C37B300** ud **BOTIQUÍN DE URGENCIA** **49.48**  
 Suministro de botiquín de urgencia para obra, con el contenido mínimo obligatorio.

CUARENTA Y NUEVE con CUARENTA Y OCHO

**C37B310** ud **REPOSICIÓN BOTIQUÍN** **16.28**  
 Suministro para la reposición mínima obligatoria, del material de botiquín de urgencia.

DIECISÉIS con VEINTIOCHO

## 9.4. Protecciones individuales

**C37D022** ud **CASCO PROTECTOR OÍDOS** **17.65**  
 Suministro de casco con atalaje provisto de 6 puntos de anclaje, con protector de oídos acoplable. Certificado CE.

DIECISIETE con SESENTA Y CINCO

**C37D030** ud **PANTALLA SOLDADURA OXIACETILÉNICA** **2.47**  
 Suministro de pantalla de seguridad para soldadura oxiacetilénica, abatible con fijación en cabeza. Homologada.

DOS con CUARENTA Y SIETE

**C37D050** ud **GAFAS CONTRA IMPACTOS** **2.42**  
 Suministro de gafas protectoras contra impactos, incoloras. Homologadas.

DOS con CUARENTA Y DOS

**C37D080** ud **MASCARILLA ANTIPOLVO P1** **0.46**

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                          |                                      |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|
|                | Suministro de mascarilla antipolvo de seguridad, con detección mediante filtro mecánico. Homologada.                                                                                                                                                                                                                                               | CERO con CUARENTA Y SEIS |                                      |
| <b>C37D090</b> | <b>ud RECAMBIO MASCARILLA ANTIPOLVO</b><br>Suministro de recambio para mascarilla antipolvo de seguridad, con detección mediante filtro mecánico. Homologada.                                                                                                                                                                                      | <b>1.00</b>              | <b>UNO</b>                           |
| <b>C37D340</b> | <b>ud JUEGO DE GUANTES SERRAJE/LONA</b><br>Suministro de par de guantes, de seraje y lona, para carga y descarga.                                                                                                                                                                                                                                  | <b>1.37</b>              | <b>UN con TREINTA Y SIETE</b>        |
| <b>C37D150</b> | <b>ud DISPOSITIVO ANTICAÍDAS TRAB.VERT.</b><br>Suministro de dispositivo anticaídas recomendado para trabajos en la vertical. Con cierre y apertura de doble seguridad, deslizamiento y bloqueos automáticos, equipado con una cuerda de nylon de 20 m., mosquetón para amarre del cinturón y elementos metálicos de acero inoxidable. Homologado. | <b>15.54</b>             | <b>QUINCE con CINCUENTA Y CUATRO</b> |
| <b>C37D300</b> | <b>ud BOTAS DE AGUA ALTAS</b><br>Suministro de par de botas altas para agua, dotadas de suela antideslizante.                                                                                                                                                                                                                                      | <b>6.85</b>              | <b>SEIS con OCHENTA Y CINCO</b>      |
| <b>C37D320</b> | <b>ud BOTAS SEGURIDAD PUNTERA + PLANT.</b><br>Suministro de par de botas de seguridad, dotadas de puntera reforzada, plantilla anti objetos punzantes y suela antideslizante.                                                                                                                                                                      | <b>6.33</b>              | <b>SEIS con TREINTA Y TRES</b>       |
| <b>C37D360</b> | <b>ud PAR GUANTES PARA SOLDADOR</b><br>Suministro de par de guantes para soldador.                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>0.88</b>              | <b>CERO con OCHENTA Y OCHO</b>       |
| <b>C37D380</b> | <b>ud MANDIL DE CUERO PARA SOLDAR</b><br>Suministro de mandil de cuero para soldar.                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>2.92</b>              | <b>DOS con NOVENTA Y DOS</b>         |
| <b>C37D420</b> | <b>ud CHALECO DE OBRAS REFLECTANTE</b><br>Chaleco de obras con bandas reflectantes. Certificado CE. Según R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                             | <b>2.76</b>              | <b>DOS con SETENTA Y SEIS</b>        |
| <b>10</b>      | <b>Cerrajería</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                          |                                      |
| <b>C15R020</b> | <b>m<sup>2</sup> PUERTA CIEGA LISA 4cm.</b><br>Suministro y montaje de puerta de paso ciega maciza lisa, de                                                                                                                                                                                                                                        | <b>133.41</b>            |                                      |

tablero aglomerado chapeado, preparada para barnizar, realizada con hoja prefabricada lisa en pino de 4 cm. de espesor. Con precerco de pino de dimensiones 110x44 mm., y galce de 110x20 mm., con molduras y tapajuntas en pino Melis de 90x15 mm., canteada por dos cantos, con herrajes de colgar y seguridad y cierre con pomo o manilla en latón 1ª calidad, entalladuras para fijación de herrajes y tapajuntas. Totalmente acabada.

CIENTO TREINTA Y TRES con CUARENTA Y UN

**C18D010**      **m<sup>2</sup> PUERTA SECCIONAL GALVAN. AISLAR**      **251.55**

Puerta basculante seccional, fabricada con paneles horizontales de doble chapa galvanizada y prelacada. Con aislante intermedio de poliuretano inyectado y burletes perimetrales de goma para dar estanqueidad, equilibradas mediante muelles de torsión de acero galvanizado, cerco de angular provisto de garras para recibir a la fábrica. Incluso guías, cierre y cerradura. Totalmente instalada.

DOSCIENTOS CINCUENTA Y UN con CINCUENTA Y CINCO

**C18D030**      **m<sup>2</sup> PUERTA BASCULANTE C/MUELLES**      **70.85**

Puerta basculante de una hoja, equilibrada con muelles de torsión de acero galvanizado alojados en la parte superior de la puerta, formada por estructura de perfil tubular laminado en frío, con tratamiento especial antioxidante y empanelada por una cara con chapa plegada de 0,6 mm. de espesor, galvanizada y prelacada. Con cerco de angular provisto de garras para recibir a la fábrica. Incluso guías, cable, muelles, cierre y cerradura. Totalmente instalada.

SETENTA con OCHENTA Y CINCO

**C15R040**      **m<sup>2</sup> PUERTA VIDRIO MOLD. 4cm. P.MELIS**      **210.61**

Suministro y montaje de puerta de paso vidriera maciza moldurada, de tablero aglomerado chapeado, preparada para barnizar, realizada con hoja prefabricada vidriera lisa en pino Melis de 4 cm. de espesor. Con precerco de pino de dimensiones 110x44 mm., y galce de 110x20 mm., con molduras y tapajuntas en pino Melis de 90x15 mm., canteada por dos cantos, con herrajes de colgar y seguridad y cierre con pomo o manilla en latón 1ª calidad, entalladuras para fijación de herrajes y tapajuntas. Totalmente acabada.

DOSCIENTOS DIEZ con SESENTA Y UNO

**C16AP020**      **ud PUERTA BALC.ALUM.AN.2H 1,60x2,10m.**      **676.15**

Puerta balconera de dos hojas de aluminio anodizado de 15 micras de espesor, de 1,60x2,10 m., compuesta por perfiles de 70x40 mm. de sección en marco y hojas y 1,5 mm. de espesor

de pared. Con premarco de aluminio especial, tapajuntas en los marcos, guías para persianas, herrajes de colgar y seguridad, junquillos para la colocación de vidrio de cámara y tornillos de fijación. Incluso parte proporcional de sellado perimetral con silicona neutra y medios auxiliares para su colocación. Completa y colocada.

SEISCIENTOS SETENTA Y SEIS con QUINCE

**C16BE040**      **ud**    **VEN.PRAC.AL.LAC.BLAN.2H 2x1,45**      **411.00**

Ventana practicable de dos hojas de aluminio lacado blanco, de 2x1,45m., compuesta por perfiles de 70x40 mm. de sección en marco y hojas y 1,5 mm. de espesor de pared. Con premarco de aluminio especial, tapajuntas en los marcos, guías para persianas, herrajes de colgar y seguridad, junquillos para la colocación de vidrio de cámara y tornillos de fijación. Incluso parte proporcional de sellado perimetral con silicona neutra y medios auxiliares para su colocación. Completa y colocada.

CUATROCIENTOS ONCE

**C16BE030**      **ud**    **VEN. PRAC. S/2300 AL. LAC .BLAN. 1H 1,4x1,40 FN3**      **215.08**

Ventana practicable de una hoja de aluminio lacado blanco SERIE ABISAGRADA 2300 de la casa FN3 PERFECT LOCK o similar. De dimensiones de 1,4x1,40 m., sección de marco 40mm. y 48mm. de hoja. Máximo aislamiento acústico 39dB, transmitancia desde 1,8w/m<sup>2</sup>k. Con premarco de aluminio, tapajuntas en los marcos, cajón decoblockl 185 y lama de aluminio con guía de 65mm, incluso parte proporcional de herrajes de colgar y seguridad, junquillos para la colocación de vidrio de cámara 4/16/4 y tornillos de fijación. Con parte proporcional de sellado perimetral con silicona neutra y medios auxiliares para su colocación. Completa y colocada.

DOSCIENTOS QUINCE con OCHO

## 2. Cuadro de precios 2. Descompuestos.

|                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                    |                            |              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------|
| <b>01</b>                                                                                             | <b>Movimiento de tierras</b>                                                                                                                                                                                       |                            |              |
| <b>E02AM010</b>                                                                                       | <b>m2 Desbroce y limpieza de terreno a máquina</b>                                                                                                                                                                 |                            |              |
|                                                                                                       | Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares. 10cm.                                                                      |                            |              |
| O010A070                                                                                              | Peón ordinario<br>0.09                                                                                                                                                                                             | 0.005 h                    | 17.34        |
| M05PN010                                                                                              | Pala cargadora neumáticos 85 cv/1,2m3<br>0.38                                                                                                                                                                      | 0.010 h.                   | 38.00        |
|                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                    | <b>TOTAL PARTIDA</b>       |              |
|                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                    | .....                      | <b>0.47</b>  |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS |                                                                                                                                                                                                                    |                            |              |
| <b>E02EM030</b>                                                                                       | <b>Excavación vaciado a máquina terreno compacto</b>                                                                                                                                                               | <b>m3</b>                  |              |
|                                                                                                       | Excavación en zanjas, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.                                   |                            |              |
| O010A070                                                                                              | Peón ordinario<br>2.17                                                                                                                                                                                             | 0.125 h                    | 17.34        |
| M05EN030                                                                                              | Excav.hidráulica neumáticos 100 cv<br>10.50                                                                                                                                                                        | 0.250 h.                   | 42.00        |
|                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                    | <b>TOTAL PARTIDA</b>       |              |
|                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                    | .....                      | <b>12.67</b> |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS  |                                                                                                                                                                                                                    |                            |              |
| <b>02</b>                                                                                             | <b>Cimentaciones</b>                                                                                                                                                                                               |                            |              |
| <b>E04CM040</b>                                                                                       | <b>Horm.limpieza hm-20/p/20/i v.man</b>                                                                                                                                                                            | <b>m3</b>                  |              |
|                                                                                                       | Hormigón en masa HM-20 N/mm2., consistencia plástica, Tmáx.20 mm., para ambiente normal, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación. |                            |              |
| O010A070                                                                                              | Peón ordinario<br>10.40                                                                                                                                                                                            | 0.600 h                    | 17.34        |
| P01HM010                                                                                              | Hormigón hm-20/p/20/i central<br>80.52                                                                                                                                                                             | 1.150 m3                   | 70.02        |
|                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                    | <b>TOTAL PARTIDA</b> ..... | <b>90.92</b> |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS |                                                                                                                                                                                                                    |                            |              |
| <b>E04SA020</b>                                                                                       | <b>Soler.ha-25, 15cm.arma.#15x15x6</b>                                                                                                                                                                             | <b>m2</b>                  |              |
|                                                                                                       | Solera de hormigón de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25 N/mm2., Tmáx.20 mm., elaborado en obra, i/vertido, colocación y armado con mallazo 15x15x6, p.p. de                                          |                            |              |



juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según NTE-RSS y EHE.

|          |                                          |          |       |
|----------|------------------------------------------|----------|-------|
| E04SE090 | Hormigón ha-25/p/20/i en solera<br>14.40 | 0.150 m3 | 95.99 |
| E04AM060 | Malla 15x15 cm. d=6 mm.<br>2.14          | 1.000 m2 | 2.14  |

**TOTAL PARTIDA.....16.54**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISÉIS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

|                 |                                                                                                                                                                                                                                       |           |        |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------|
| <b>E04CA060</b> | <b>H.arm. ha-25/p/20/i v. grúa</b>                                                                                                                                                                                                    | <b>m3</b> |        |
|                 | Hormigón armado HA-25 N/mm2., Tmáx.20 mm., para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg./m3.), vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE-CSZ y EHE. |           |        |
| E04CA010        | H.arm. ha-25/p/20/i v.manual<br>129.73                                                                                                                                                                                                | 1.000 m3  | 129.73 |
| M02GT120        | Grúa torre auto montante 20 t.m.<br>4.79                                                                                                                                                                                              | 0.200 h.  | 23.93  |

**TOTAL PARTIDA.....134.52**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TREINTA Y CUATRO con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS

|                 |                                                                                                                  |           |       |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|
| <b>E04SE020</b> | <b>Encachado piedra 40/80 e=20cm</b>                                                                             | <b>m2</b> |       |
|                 | Encachado de piedra caliza 40/80 de 20 cm. de espesor en sub-base de solera, i/extendido y compactado con pisón. |           |       |
| O01OA070        | Peón ordinario<br>3.47                                                                                           | 0.200 h   | 17.34 |
| P01AG130        | Grava 40/80 mm.<br>3.72                                                                                          | 0.220 m3  | 16.89 |

**TOTAL PARTIDA.....7.19**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE con DIECINUEVE CÉNTIMOS

| <b>03 Estructuras</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |       |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|
| <b>E05AAL010</b>      | <b>ACERO S275 JR ESTR. SOLDADA</b>                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>kg</b> |       |
|                       | Acero laminado S275 JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, totalmente montado y colocado. Según DB-SE-A. |           |       |
| O01BC041              | Oficial 1ª Cerrajero<br>0.16                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0.010 h.  | 15.75 |
| O01BC042              | Ayudante-Cerrajero<br>0.30                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0.020 h.  | 15.06 |
| P03AL160              | Acero laminado S 275 JR<br>1.20                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1.050 kg  | 1.14  |
| P24OU050              | Minio electrolítico<br>0.11                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0.010 kg  | 11.34 |
| %5                    | Material Auxiliar<br>0.09                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0.018 %   | 5.00  |

**TOTAL PARTIDA.....1.86**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS

|                 |                                                                                                                                                                                        |          |       |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------|
| <b>C08AC030</b> | <b>CORREA CHAPA PERFORADA TIPO "Z"</b>                                                                                                                                                 | <b>m</b> |       |
|                 | Correa realizada en chapa conformada en frío tipo Z. Incluso parte proporcional de despuntes y piezas especiales. Totalmente colocada y montada. Realizada s/CTE e instrucción EHE-08. |          |       |
| O01B320         | Oficial 1ª cerrajero<br>3.44                                                                                                                                                           | 0.200 H  | 17.20 |
| O01B330         | Ayudante cerrajero<br>0.83                                                                                                                                                             | 0.050 H  | 16.50 |
| P38V050         | Correa "Z" chapa 15cm. de altura<br>10.71                                                                                                                                              | 1.050 ml | 10.20 |
| CI              | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                                                                                                                           | 0.150 %  | 0.00  |

**TOTAL PARTIDA.....14.98**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CATORCE con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS

| <b>04 Albañilería</b>                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                            |              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------|
| <b>E06BHB030</b>                                                                                                | <b>FÁB.BLOQ.HORM.BLAN.40x20x20 C/V</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>m2</b>                  |              |
|                                                                                                                 | Fábrica de bloques huecos de hormigón blanco de 40x20x20 cm. colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento blanco BL-II 42,5 R y arena de río 1/4, mortero M-10/BL, relleno de hormigón HA-25/P/20/I y armaduras según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2. Según DB-SE-F y RC-08.                                                                                                                                                                    |                            |              |
| O01A030                                                                                                         | Oficial 1ª<br>13.35                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0.780 H                    | 17.12        |
| O01A050                                                                                                         | Ayudante<br>5.09                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0.390 h.                   | 13.06        |
| P01BB050                                                                                                        | Bloque horm.blanco liso 40x20x20<br>14.17                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 13.000 ud                  | 1.09         |
| A01MB030                                                                                                        | MORTERO CEMENTO BLANCO M-10/BL<br>2.99                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0.024 m3                   | 124.51       |
| A01RP040                                                                                                        | HORMIG. HA-25/P/20/I CENTRAL<br>1.22                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0.020 m3                   | 60.92        |
| P03AC090                                                                                                        | Acero corrugado B 400 S/SD<br>3.15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2.300 kg                   | 1.37         |
|                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>TOTAL PARTIDA .....</b> | <b>39.97</b> |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y NUEVE con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                            |              |
| <b>E06DBY030</b>                                                                                                | <b>TABIQUE YESO 60x25x10cm.+MURFOR</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>m2</b>                  |              |
|                                                                                                                 | Tabicón con bloques de yeso de 60x25x10 cm. lisos para revestir, recibido con mortero de cemento y arena de río 1:4, con colocación, cada 4 hiladas, de armadura de acero galvanizado en caliente, en forma de cercha y recubierta de zinc, Murfor RND. EFS/Z-40, según EC6. I/p.p. de tratamiento de huecos, paso de instalaciones, tornillería, pastas de agarre y juntas, cintas para juntas, anclajes para suelo y techo. Relleno de la junta inferior. Enrasado y alisado con cola de las juntas. Eliminación de restos y limpieza final. P.p. de andamiajes y medios auxiliares. Totalmente terminado y listo para imprimir y pintar o decorar. E06DBL010 TABIQUE |                            |              |
|                                                                                                                 | LAD.H/S C/CEMENTO DIVIS.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | m2                         | 14.38 0      |
| O01A030                                                                                                         | Oficial 1ª<br>3.77                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0.220 H                    | 17.12        |
| O01A070                                                                                                         | Peón ordinario<br>3.48                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0.220 H                    | 15.80        |
| P01DA060                                                                                                        | Mort. cola blanco altas prestac.<br>0.54                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1.200 kg                   | 0.45         |
|                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>TOTAL PARTIDA .....</b> | <b>7.79</b>  |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                            |              |
| <b>C10S040</b>                                                                                                  | <b>FALSO TECHO ESCAY.DESMON.60x60cm</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>m2</b>                  |              |
|                                                                                                                 | Falso techo desmontable de placas de escayola, aligeradas con panel fisurado de 60x60cm., suspendido de perfilera vista, comprendiendo perfiles primarios, secundarios y angulares de remate fijados al techo. Incluso parte proporcional de accesorios de fijación. Totalmente acabado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                            |              |

|         |                                          |                      |       |
|---------|------------------------------------------|----------------------|-------|
| O01A030 | Oficial 1 <sup>a</sup><br>3.42           | 0.200 H              | 17.12 |
| O01A050 | Ayudante<br>2.61                         | 0.200 h.             | 13.06 |
| P02E190 | Placa escayola fisurada 60x60cm.<br>6.61 | 1.100 m <sup>2</sup> | 6.01  |
| P02E130 | Perfilería vista blanca<br>7.39          | 3.500 ml             | 2.11  |
| P02P150 | Perfil angular remates<br>0.58           | 0.600 ml             | 0.97  |
| CI      | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00             | 0.206 %              | 0.00  |

**TOTAL PARTIDA .....20.61**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTE con SESENTA Y UN CÉNTIMOS

|                |                                                                                                                                                                                                                                                        |                      |       |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------|
| <b>C10R010</b> | <b>ENFOSCADO CS III - W0 CÁMARAS</b>                                                                                                                                                                                                                   | <b>m<sup>2</sup></b> |       |
|                | Enfoscado a buena vista sin maestrear, aplicado con llana, con mortero de cemento CEM II/A-P 32.5 R y arena de río CS III - W0 en interior de cámaras de aire de 20 mm. de espesor. Incluso parte proporcional de andamiaje. Medido deduciendo huecos. |                      |       |
| O01A030        | Oficial 1 <sup>a</sup><br>3.25                                                                                                                                                                                                                         | 0.190 H              | 17.12 |
| O01A050        | Ayudante<br>1.24                                                                                                                                                                                                                                       | 0.095 h.             | 13.06 |
| C02MS060       | MORTERO SECO REVOCAR C/SÍLICE CS III - W0<br>1.52                                                                                                                                                                                                      | 0.020 m <sup>3</sup> | 75.98 |
| C%0100200      | Mermas y pequeño material<br>0.03                                                                                                                                                                                                                      | 0.015 %              | 2.00  |
| CI             | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                                                                                                                                                                                           | 0.060 %              | 0.00  |

**TOTAL PARTIDA .....6.04**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS con CUATRO CÉNTIMOS

|                |                                                                                                                                                                                                                                                  |                      |        |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------|
| <b>C10R180</b> | <b>ENLUCIDO PARAMENTOS VERTICALES</b>                                                                                                                                                                                                            | <b>m<sup>2</sup></b> |        |
|                | Enlucido de paramentos verticales, mediante pasta de yeso. Incluso parte proporcional de realización de juntas estructurales, encuentros con rodapiés y carpinterías, colocación y retirada de andamios y medios auxiliares. Totalmente acabado. |                      |        |
| O01A030        | Oficial 1 <sup>a</sup><br>1.71                                                                                                                                                                                                                   | 0.100 H              | 17.12  |
| O01A070        | Peón ordinario<br>0.79                                                                                                                                                                                                                           | 0.050 H              | 15.80  |
| C02P030        | PASTA DE YESO BLANCO<br>0.35                                                                                                                                                                                                                     | 0.003 m <sup>3</sup> | 118.17 |
| C%0100200      | Mermas y pequeño material<br>0.01                                                                                                                                                                                                                | 0.004 %              | 2.00   |
| CI             | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                                                                                                                                                                                     | 0.029 %              | 0.00   |

**TOTAL PARTIDA .....2.86**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS

|                |                                                                                                                                                                      |                      |       |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------|
| <b>C31C070</b> | <b>PINTURA PLÁSTICA BLANCA MATE</b>                                                                                                                                  | <b>m<sup>2</sup></b> |       |
|                | Pintura plástica lisa mate blanca, en paramentos interiores horizontales y verticales, dos manos. Incluso lijado, mano de imprimación, plastecido, lijado y acabado. |                      |       |
| O01A030        | Oficial 1 <sup>a</sup><br>1.54                                                                                                                                       | 0.090 H              | 17.12 |
| O01A050        | Ayudante<br>0.59                                                                                                                                                     | 0.045 h.             | 13.06 |
| P34V010        | Acuaplast<br>0.03                                                                                                                                                    | 0.020 Kg             | 1.67  |
| P34P310        | Pintura plástica mate lavable<br>4.30                                                                                                                                | 0.620 Kg             | 6.94  |
| CI             | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                                                                                                         | 0.065 %              | 0.00  |

**TOTAL PARTIDA .....6.46**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS

|                |                                                                                                                                                                                                                            |                      |                      |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|
| <b>C14C030</b> | <b>AZULEJO BLANCO 20x20cm. MATE</b>                                                                                                                                                                                        |                      | <b>m<sup>2</sup></b> |
|                | Suministro y colocación de azulejo de dimensiones 20x20 cm., color blanco mate, de 1ª calidad, recibido sobre soporte de revoco maestreado con cemento cola. Incluso parte proporcional de enlechado de juntas y limpieza. |                      |                      |
| O01A030        | Oficial 1ª<br>5.99                                                                                                                                                                                                         | 0.350 H              | 17.12                |
| O01A060        | Peón especializado<br>5.59                                                                                                                                                                                                 | 0.350 H              | 15.97                |
| P13L020        | Azulejo blanco 20x20cm. mate<br>8.49                                                                                                                                                                                       | 1.000 m <sup>2</sup> | 8.49                 |
| P23C070        | Cemento cola gris<br>0.81                                                                                                                                                                                                  | 4.050 Kg             | 0.20                 |
| P23C020        | Cemento blanco II-Z/35/B saco<br>0.19                                                                                                                                                                                      | 1.000 Kg             | 0.19                 |
| P%0150300      | Cortes y pérdidas de material<br>0.29                                                                                                                                                                                      | 0.095 %              | 3.00                 |
| CI             | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                                                                                                                                                               | 0.214 %              | 0.00                 |

**TOTAL PARTIDA.....21.36**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIÚN con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS

**05 Cubierta**

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |                      |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------|
| <b>C09N230</b> | <b>CUMBRERA DE CHAPA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  | <b>m<sup>2</sup></b> |
|                | Formación de cumbrera de chapa galvanizada sándwich, exterior similar a una chapa trapezoidal pero con un alma de poliuretano de 15mm y chapa blanca inferior para darle mejor acabado estético y una mayor durabilidad.<br>Panel sandwich autoportante de 5 grecas con tornillería vista compuesto por dos láminas de acero prelacado con núcleo interior aislante de poliuretano de alta densidad.<br>El solapo entre placas será superior a 150 mm. y dispondrá de junta de sellado. El desarrollo no será menor de 500 mm. La fijación se realizará mediante gancho y tornillo autorroscante. Incluso parte proporcional de replanteo de placas, solapes, cortes, remates, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, andamios, medidas de seguridad, etc. Totalmente acabada. |  |                      |

**TOTAL PARTIDA.....24.00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICUATRO

| <b>06 Instalaciones</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                      |        |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------|
| <b>6.1. Eléctrica</b>   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                      |        |
| <b>C20A020</b>          | <b>ARQUETA REGIST.ALUMBR.40x40x60cm.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>ud</b>            |        |
|                         | Formación de arqueta registrable para alumbrado, de dimensiones 40x40x60 cm., conformada por solera de 15 cm. de hormigón HM-20N/mm <sup>2</sup> y desagüe central, con muros aparejados de 12 cm. de espesor de ladrillo macizo de resistencia R-100 Kg/m <sup>2</sup> , con juntas de mortero M-5 de 1 cm. de espesor. Enfoscado interiormente con mortero, bruñido y con ángulos redondeados. Con tapa de registro cuadrada para acera de dimensiones 40x40 cm. y una resistencia al peso de 12.5 Tn. Totalmente instalada. |                      |        |
| O01A130                 | Cuadrilla "B"<br>83.11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2.050 H              | 40.54  |
| O01A070                 | Peón ordinario<br>32.39                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2.050 H              | 15.80  |
| P30P060                 | Ladrillo perforado 24x11,5x5cm.<br>6.60                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 110.000 ud           | 0.06   |
| C02MG080                | MORTERO DE CEMENTO M-5<br>5.23                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0.080 m <sup>3</sup> | 65.32  |
| C02MG030                | MORTERO DE CEMENTO M-15<br>1.97                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0.018 m <sup>3</sup> | 109.53 |
| C02HM070                | HM-20N/mm <sup>2</sup> ÁRIDO ø40mm. C/PLÁSTICA<br>9.26                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0.085 m <sup>3</sup> | 108.92 |
| P17V400                 | Tapa registro fundición 40x40cm.<br>33.12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1.000 ud             | 33.12  |
| C01B020                 | CAMIÓN BASCULANTE 10,9 Tn.<br>8.83                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 0.200 H              | 44.13  |
| P%1000500               | Pequeño material y piezas espec.<br>1.99                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0.397 %              | 5.00   |
| CI                      | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1.825 %              | 0.00   |

**TOTAL PARTIDA .....182.50**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO OCHENTA Y DOS con CINCUENTA CÉNTIMOS

|                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                            |             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------|
| <b>C20A160</b>                                                                                       | <b>CIRCUITO ELÉCTRICO ENTERRADO 4x16mm<sup>2</sup> Cu</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>m</b>                   |             |
|                                                                                                      | Circuito eléctrico enterrado, instalado con cable de cobre del tipo XLPE, aislado para resistir una tensión nominal de 1.000 V., con una sección de 3 conductores mas neutro de 16 mm <sup>2</sup> de sección nominal mínima en fases y 16 mm <sup>2</sup> para el conductor de neutro, para su colocación en tubo de PVC existente. Se tenderán por el tubo, los conductores de fase, neutro y protección, hasta los distintos puntos de suministro. Incluso parte proporcional de empalmes, conexiones, piezas especiales, cinta aislante vulcanizada y pequeño material. Totalmente acabado.                        |                            |             |
| O01B110                                                                                              | Oficial 1ª electricista<br>0.99                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0.055 H                    | 18.05       |
| O01B130                                                                                              | Ayudante electricista<br>0.95                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0.055 H                    | 17.23       |
| P17L110                                                                                              | Cable XLPE 0,61/1 Kv. Cu 4x16mm <sup>2</sup><br>4.37                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1.000 ml                   | 4.37        |
| P%0800100                                                                                            | Pequeño material eléctrico<br>0.04                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0.044 %                    | 1.00        |
| CI                                                                                                   | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0.064 %                    | 0.00        |
|                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>TOTAL PARTIDA .....</b> | <b>6.35</b> |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                            |             |
| <b>C20F010</b>                                                                                       | <b>ARQUETA DE CONEXIÓN 40x50x25cm.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>ud</b>                  |             |
|                                                                                                      | Arqueta de conexión toma de tierra, de dimensiones 40x50x25 cm., conformada por solera de hormigón HM-20N/mm <sup>2</sup> , con muros aparejados de 12 cm. de espesor, de ladrillo macizo de resistencia R-100 Kg/m <sup>2</sup> y juntas de mortero M-5 de 1 cm. de espesor. Enfoscado interiormente con mortero, bruñido y con ángulos redondeados. Cerco de perfil laminado L-50-5 mm., al que se soldarán las armaduras de las tapas de hormigón de HA-25N/mm <sup>2</sup> y la armadura formada por redondos de ø8mm. de acero AE-42, formando retícula cada 10 cm. Colocación del embarrado. Totalmente acabada. |                            |             |
| O01A130                                                                                              | Cuadrilla "B"<br>87.16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2.150 H                    | 40.54       |
| O01A070                                                                                              | Peón ordinario<br>18.17                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1.150 H                    | 15.80       |
| P30P060                                                                                              | Ladrillo perforado 24x11,5x5cm.<br>5.70                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 95.000 ud                  | 0.06        |
| C02MG080                                                                                             | MORTERO DE CEMENTO M-5<br>5.62                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0.086 m <sup>3</sup>       | 65.32       |
| C02MG030                                                                                             | MORTERO DE CEMENTO M-15<br>2.08                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0.019 m <sup>3</sup>       | 109.53      |
| C01B020                                                                                              | CAMIÓN BASCULANTE 10,9 Tn.<br>8.83                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0.200 H                    | 44.13       |
| C02HM070                                                                                             | HM-20N/mm <sup>2</sup> ÁRIDO ø40mm. C/PLÁSTICA<br>9.80                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0.090 m <sup>3</sup>       | 108.92      |
| P37A220                                                                                              | Tapa hormigón armado c/cerco<br>16.17                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0.230 m <sup>2</sup>       | 70.31       |
| P37A220                                                                                              | Tapa hormigón armado c/cerco<br>16.17                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0.230 m <sup>2</sup>       | 70.31       |



|           |                                                     |          |      |
|-----------|-----------------------------------------------------|----------|------|
| P17V130   | Embarrado conexión tierra<br>8.74                   | 1.000 ud | 8.74 |
| P17L160   | Conductor cobre desnudo 1x25mm <sup>2</sup><br>3.12 | 1.550 ml | 2.01 |
| P%1000500 | Pequeño material y piezas espec.<br>1.69            | 0.337 %  | 5.00 |
| CI        | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                        | 1.671 %  | 0.00 |

**TOTAL PARTIDA .....167.08**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SESENTA Y SIETE con OCHO CÉNTIMOS

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |          |       |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------|
| <b>C20F020</b> | <b>CONDUCCIÓN A TIERRA ENTERRADA 35mm<sup>2</sup></b><br>Conducción de línea de puesta a tierra enterrada, instalada con conductor de cobre desnudo de 35 mm <sup>2</sup> de sección nominal s/UNE 21.022. El cable se instalará en contacto con el terreno y a una profundidad no menor de 80 cm. a partir de la última solera transitable. Sus uniones se realizarán con soldadura aluminotérmica. Las estructuras metálicas y armaduras de muros o soportes de hormigón se soldarán mediante cable conductor a las uniones enterradas. Incluso parte proporcional de cable y uniones, soldaduras aluminotérmicas y conexiones. Totalmente instalada. | <b>m</b> |       |
| O01B110        | Oficial 1ª electricista<br>3.07                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0.170 H  | 18.05 |
| O01A070        | Peón ordinario<br>1.11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0.070 H  | 15.80 |
| P17L170        | Conductor cobre desnudo 1x35mm <sup>2</sup><br>2.14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1.050 ml | 2.04  |
| P%1000200      | Pequeño material y piezas espec.<br>0.04                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0.021 %  | 2.00  |
| CI             | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0.064 %  | 0.00  |

**TOTAL PARTIDA .....6.36**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |           |       |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|
| <b>C20F050</b> | <b>PICA TOMA A TIERRA L=2m ø16mm.</b><br>Suministro e instalación de pica de puesta a tierra, conformada por pica de acero de carbono, dureza Brunell, recubierto de cobre de ø16 mm. y una longitud de 2.000 mm. La unión al cable se realizará mediante soldadura aluminotérmica o grapa doble, para un mejor contacto por presión sobre el conductor. Incluso parte proporcional de conexiones e hincado. Totalmente instalada. | <b>ud</b> |       |
| O01B110        | Oficial 1ª electricista<br>13.54                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0.750 H   | 18.05 |
| P17V270        | Pica puesta tierra L=2m.ø16mm.<br>5.82                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1.000 ud  | 5.82  |
| P17V160        | Grapa toma tierra ø16mm.<br>0.60                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1.000 ud  | 0.60  |
| P%1000100      | Pequeño material y piezas espec.<br>0.06                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0.064 %   | 1.00  |

|    |                              |         |      |
|----|------------------------------|---------|------|
| CI | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00 | 0.200 % | 0.00 |
|----|------------------------------|---------|------|

**TOTAL PARTIDA.....20.02**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTE con DOS CÉNTIMOS

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |          |       |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------|
| <b>08ECC00102</b> | <b>CIRCUITO MONOFÁSICO 3x1,5 mm2 EMPOTRADO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>m</b> |       |
|                   | Circuito monofásico, instalado con cable de cobre de tres conductores H07V-K de 1,5 mm2 de sección nominal mínima, empotrado y aislado con tubo de PVC flexible de 13 mm de diámetro, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería; construido según REBT. Medida la longitud ejecutada desde la caja de mando y protección REBT hasta la caja de registro del ultimo recinto suministrado. |          |       |
| ATC00100          | CUADRILLA ALBAÑILERÍA, FORMADA POR OFICIAL 1ª Y PEÓN ESP.<br>1.13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0.030 h  | 37.51 |
| TO01800           | OF. 1ª ELECTRICISTA<br>0.88                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0.046 h  | 19.23 |
| IE11900           | TUBO PVC FLEXIBLE CORRUGADO DIÁM. 13 mm<br>0.16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1.010 m  | 0.16  |
| WW00300           | MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES<br>0.17                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0.300 u  | 0.55  |
| WW00400           | PEQUEÑO MATERIAL<br>0.15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0.500 u  | 0.30  |
| IE01900           | CABLE COBRE 1x1,5 mm2 H07V-K<br>1.27                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 3.030 m  | 0.42  |

**TOTAL PARTIDA.....3.76**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |          |       |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------|
| <b>08ECC00103</b> | <b>CIRCUITO MONOFÁSICO 3x2,5 mm2 EMPOTRADO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>m</b> |       |
|                   | Circuito monofásico, instalado con cable de cobre de tres conductores H07V-K de 2,5 mm2 de sección nominal, empotrado y aislado con tubo de PVC flexible de 13 mm de diámetro, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería; construido según REBT. Medida la longitud ejecutada desde la caja de mando y protección REBT hasta la caja de registro del ultimo recinto suministrado. |          |       |
| ATC00100          | CUADRILLA ALBAÑILERÍA, FORMADA POR OFICIAL 1ª Y PEÓN ESP.<br>1.13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0.030 h  | 37.51 |
| TO01800           | OF. 1ª ELECTRICISTA<br>0.88                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0.046 h  | 19.23 |
| IE02000           | CABLE COBRE 1x2,5 mm2 H07V-K<br>2.03                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 3.030 m  | 0.67  |
| IE11900           | TUBO PVC FLEXIBLE CORRUGADO DIÁM. 13 mm<br>0.16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1.010 m  | 0.16  |
| WW00300           | MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES<br>0.17                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0.300 u  | 0.55  |
| WW00400           | PEQUEÑO MATERIAL<br>0.15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0.500 u  | 0.30  |

**TOTAL PARTIDA.....4.52**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |           |       |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|
| <b>E12ECT070</b> | <b>CIRCUITO TRIF. COND. Cu 25 mm2.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>m.</b> |       |
|                  | Circuito de potencia para una intensidad máxima de 50 A. o una potencia de 26 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 25 mm2. de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 36 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje. Según REBT. |           |       |
| O01BL200         | Oficial 1ª Electricista<br>3.18                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0.200 h.  | 15.89 |
| O01BL210         | Oficial 2ª Electricista<br>3.10                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0.200 h.  | 15.49 |
| P15GB050         | Tubo PVC p.estruc.D=36 mm.<br>0.49                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1.000 m.  | 0.49  |
| P15GA070         | Cond. ríg. 750 V 25 mm2 Cu<br>9.80                                                                                                                                                                                                                                                                       | 5.000 m.  | 1.96  |
| P01DW020         | Pequeño material<br>0.85                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1.000 ud  | 0.85  |

**TOTAL PARTIDA.....17.42**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISIETE con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |           |       |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|
| <b>E12ECT050</b> | <b>CIRCUITO TRIF. COND. Cu 10 mm2.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>m.</b> |       |
|                  | Circuito de potencia para una intensidad máxima de 30 A. o una potencia de 16 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 10 mm2. de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 29 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje. Según REBT. |           |       |
| O01BL200         | Oficial 1ª Electricista<br>3.18                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0.200 h.  | 15.89 |
| O01BL210         | Oficial 2ª Electricista<br>3.10                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0.200 h.  | 15.49 |
| P15GB040         | Tubo PVC p.estruc.D=29 mm.<br>0.37                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1.000 m.  | 0.37  |
| P15GA050         | Cond. ríg. 750 V 10 mm2 Cu<br>5.65                                                                                                                                                                                                                                                                       | 5.000 m.  | 1.13  |
| P01DW020         | Pequeño material<br>0.85                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1.000 ud  | 0.85  |

**TOTAL PARTIDA.....13.15**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE con QUINCE CÉNTIMOS

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |       |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|
| <b>E12ECT030</b> | <b>CIRCUITO TRIF. COND. Cu 4 mm2.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>m.</b> |       |
|                  | Circuito de potencia para una intensidad máxima de 20 A. o una potencia de 10 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 4 mm2. de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 21 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje. Según REBT. |           |       |
| O01BL200         | Oficial 1ª Electricista<br>3.18                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0.200 h.  | 15.89 |
| O01BL210         | Oficial 2ª Electricista<br>3.10                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0.200 h.  | 15.49 |
| P15GB025         | Tubo PVC p.estruc.D=21 mm.                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1.000 m.  | 0.19  |

|          |                                       |          |      |
|----------|---------------------------------------|----------|------|
|          | 0.19                                  |          |      |
| P15GA030 | Cond. ríg. 750 V 4 mm <sup>2</sup> Cu | 5.000 m. | 0.42 |
|          | 2.10                                  |          |      |
| P01DW020 | Pequeño material                      | 1.000 ud | 0.85 |
|          | 0.85                                  |          |      |

**TOTAL PARTIDA.....9.42**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |       |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|
| <b>E12ECT020</b> | <b>CIRCUITO TRIF. COND. Cu 2,5 mm<sup>2</sup>.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>m.</b> |       |
|                  | Circuito de potencia para una intensidad máxima de 15 A. o una potencia de 8 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 2,5 mm <sup>2</sup> . de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 16 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje. Según REBT. |           |       |
| O01BL200         | Oficial 1ª Electricista                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0.200 h.  | 15.89 |
|                  | 3.18                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |       |
| O01BL210         | Oficial 2ª Electricista                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0.200 h.  | 15.49 |
|                  | 3.10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |       |
| P15GB020         | Tubo PVC p.estruc.D=16 mm.                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1.000 m.  | 0.16  |
|                  | 0.16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |       |
| P15GA020         | Cond. ríg. 750 V 2,5 mm <sup>2</sup> Cu                                                                                                                                                                                                                                                                               | 5.000 m.  | 0.24  |
|                  | 1.20                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |       |
| P01DW020         | Pequeño material                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1.000 ud  | 0.85  |
|                  | 0.85                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |       |

**TOTAL PARTIDA.....8.49**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |          |       |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------|
| <b>08ECK00030</b> | <b>CONDUCTOR Cu RZ1-K(AS) 0.6/1 KV 1X70 mm<sup>2</sup></b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>m</b> |       |
|                   | Conductor eléctrico, instalado con cable, de un conductor RZ1-K(AS) de 70 mm <sup>2</sup> de sección nominal y 0,6/1kV de tensión nominal, con aislamiento y cubierta de polietileno reticulado (XLPE), bajo tubo o en bandeja, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería. Según normas UNE, REBT y de la compañía suministradora. Medida la longitud ejecutada |          |       |
| TO01800           | OF. 1ª ELECTRICISTA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0.050 h  | 19.23 |
|                   | 0.96                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |       |
| IE03250           | CABLE COBRE 1x50 mm <sup>2</sup> RZ1-K(AS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1.010 m  | 12.67 |
|                   | 12.80                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |          |       |
| WW00400           | PEQUEÑO MATERIAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1.000 u  | 0.30  |
|                   | 0.30                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |       |
| WW00300           | MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0.500 u  | 0.55  |
|                   | 0.28                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |       |

**TOTAL PARTIDA.....14.34**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CATORCE con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS

|                   |                                                                                                                                    |          |  |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--|
| <b>08ECK00060</b> | <b>CONDUCTOR Cu RZ1-K(AS) 0.6/1 KV 1X185 mm<sup>2</sup></b>                                                                        | <b>m</b> |  |
|                   | Conductor eléctrico, instalado con cable, de un conductor RZ1-K(AS) de 185 mm <sup>2</sup> de sección nominal y 0,6/1kV de tensión |          |  |

|         |                                                                                                                                                                                                                                                 |         |       |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------|
|         | nominal, con aislamiento y cubierta de polietileno reticulado (XLPE), bajo tubo o en bandeja, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería. Según normas UNE, REBT y de la compañía suministradora. Medida la longitud ejecutada |         |       |
| TO01800 | OF. 1ª ELECTRICISTA<br>2.50                                                                                                                                                                                                                     | 0.130 h | 19.23 |
| IE03733 | CABLE COBRE 1X185 MM2 RZ1-K(AS)<br>43.03                                                                                                                                                                                                        | 1.010 m | 42.60 |
| WW00400 | PEQUEÑO MATERIAL<br>0.45                                                                                                                                                                                                                        | 1.500 u | 0.30  |
| WW00300 | MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES<br>0.55                                                                                                                                                                                              | 1.000 u | 0.55  |

**TOTAL PARTIDA .....46.53**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y SEIS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |          |       |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------|
| <b>08ECK00065</b> | <b>CONDUCTOR Cu RZ1-K(AS) 0.6/1 KV 1X240 mm2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>m</b> |       |
|                   | Conductor eléctrico, instalado con cable, de un conductor RZ1-K(AS) de 240 mm2 de sección nominal y 0,6/1kV de tensión nominal, con aislamiento y cubierta de polietileno reticulado (XLPE), bajo tubo o en bandeja, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería. Según normas UNE, REBT y de la compañía suministradora. Medida la longitud ejecutada |          |       |
| TO01800           | OF. 1ª ELECTRICISTA<br>2.88                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0.150 h  | 19.23 |
| IE03767           | CABLE COBRE 1X240 MM2 RZ1-K(AS)<br>56.60                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1.010 m  | 56.04 |
| WW00400           | PEQUEÑO MATERIAL<br>0.45                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1.500 u  | 0.30  |
| WW00300           | MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES<br>0.55                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1.000 u  | 0.55  |

**TOTAL PARTIDA .....60.48**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA con CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS

|                   |                                                                                                                                           |           |       |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|
| <b>E12EMOB090</b> | <b>BASE SUP. IP447 32 A. 3P+T.T.</b>                                                                                                      | <b>ud</b> |       |
|                   | Base de enchufe tipo industrial, para montaje superficial, 3P+T.T., 16 A. 230 V., con protección IP447, totalmente instalada. Según REBT. |           |       |
| O01BL200          | Oficial 1ª Electricista<br>3.97                                                                                                           | 0.250 h.  | 15.89 |

|           |                                           |          |      |
|-----------|-------------------------------------------|----------|------|
| P15IA060  | Base IP447 400 V. 32 A. 3p+t.t.<br>7.10   | 1.000 ud | 7.10 |
| P15IA060  | Base IP447 400 V. 32 A. 3p+t.t.<br>7.10   | 1.000 ud | 7.10 |
| P01DW020  | Pequeño material<br>0.85                  | 1.000 ud | 0.85 |
| E12ECT020 | CIRCUITO TRIF. COND. Cu 2,5 mm2.<br>67.92 | 8.000 m. | 8.49 |

**TOTAL PARTIDA.....79.84**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y NUEVE con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |           |       |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|
| <b>E12EMOB030</b> | <b>BASE ENCHUFE NORMAL</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>ud</b> |       |
|                   | Base de enchufe normal realizada con tubo PVC corrugado de D=13/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm <sup>2</sup> de Cu., y aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase y neutro), incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, base de enchufe normal 10 A.(II), totalmente instalada. Según REBT. |           |       |
| O01BL200          | Oficial 1º Electricista<br>4.77                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0.300 h.  | 15.89 |
| O01BL220          | Ayudante-Electricista<br>4.13                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0.300 h.  | 13.76 |
| P15GB010          | Tubo PVC p.estruc.D=13 mm.<br>0.72                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 6.000 m.  | 0.12  |
| P15GA010          | Cond. ríg. 750 V 1,5 mm <sup>2</sup> Cu<br>1.92                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 12.000 m. | 0.16  |
| P15HE100          | Base ench. normal<br>6.25                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1.000 ud  | 6.25  |
| P01DW020          | Pequeño material<br>0.85                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1.000 ud  | 0.85  |

**TOTAL PARTIDA.....18.64**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECIOCHO con SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                   |          |  |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--|
| <b>08ECW00510</b> | <b>BANDEJA DE REJILLA 400x100 mm</b>                                                                                                                                                                                                              | <b>m</b> |  |
|                   | Bandeja de rejilla de dimensiones 400x100 mm, electrocincada Clase 3 según UNE-EN 61537 para ambientes interiores sin contaminantes, fijada a forjado mediante sistema de cuelgue de longitud variable y soporte en omega. Incluso p.p. de piezas |          |  |

|         |                                                                              |         |       |
|---------|------------------------------------------------------------------------------|---------|-------|
|         | especiales y conexiones. Construido según REBT. Medida la longitud ejecutada |         |       |
| TP00100 | PEÓN ESPECIAL<br>7.31                                                        | 0.400 h | 18.28 |
| IE13910 | BANDEJA DE REJILLA 400X100 mm<br>16.39                                       | 1.010 m | 16.23 |
| WW00400 | PEQUEÑO MATERIAL<br>0.30                                                     | 1.000 u | 0.30  |
| WW00300 | MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES<br>1.65                           | 3.000 u | 0.55  |

**TOTAL PARTIDA.....25.65**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICINCO con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |          |        |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|
| <b>08EIM00675</b> | <b>INTERRUP. AUTO. MAGNETOTÉRMICO TETRAPOLAR 85kA DE 630A</b>                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>u</b> |        |
|                   | Interruptor automático magnetotérmico tetrapolar de 630 A con poder de corte 8-85kA para varios tipos de curvas de corte. Con indicador de corte en maneta y posibilidad de acople de auxiliares y doble aislamiento clase 2. Según normas UNE, REBT y de la compañía suministradora. Medida la unidad ejecutada |          |        |
| TO01800           | OF. 1ª ELECTRICISTA<br>10.77                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0.560 h  | 19.23  |
| IE14275           | INTERRUPTOR AUT. MAGNETOTÉRMICO (IV) DE 63A. TC.35KA<br>435.00                                                                                                                                                                                                                                                   | 1.000 u  | 435.00 |
| WW00300           | MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES<br>17.60                                                                                                                                                                                                                                                              | 32.000 u | 0.55   |

**TOTAL PARTIDA.....463.37**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS SESENTA Y TRES con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |          |          |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|
| <b>08EIM00670</b> | <b>INTERRUP. AUTO. MAGNETOTÉRMICO TETRAPOLAR 85kA DE 3.200A</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>u</b> |          |
|                   | Interruptor automático magnetotérmico tetrapolar de 40 A con poder de corte 35000 A para varios tipos de curvas de corte. Con indicador de corte en maneta y posibilidad de acople de auxiliares, tensión de aislamiento de 500V en CA y doble aislamiento clase 2. Según normas UNE, REBT y de la compañía suministradora. Medida la unidad ejecutada |          |          |
| TO01800           | OF. 1ª ELECTRICISTA<br>10.77                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0.560 h  | 19.23    |
| IE14270           | INTERRUPTOR AUT. MAGNETOTÉRMICO DE 3.200A. TC.85KA<br>2,000.00                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1.000 u  | 2,000.00 |
| WW00300           | MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES<br>11.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 20.000 u | 0.55     |

**TOTAL PARTIDA.....2,021.77**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL VEINTIÚN con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS

| <b>6.3. Iluminación</b>                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                           |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------|
| <b>E12EIAB030</b>                                                                                                 | <b>FOCO LED 47W</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                           | <b>ud</b>     |
|                                                                                                                   | Foco base con lámpara halógena de 47 W. para conexión directa o con adaptador para carril, con protección IP20 clase I, cuerpo metálico lacado, con articulación giratoria, lámpara halógena 50 W. 12 V. y transformador. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado. Según REBT.                                                                                                                       |                           |               |
| O01BL200                                                                                                          | Oficial 1ª Electricista<br>4.77                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0.300 h.                  | 15.89         |
| P16BG030                                                                                                          | Foco lámp. halógena 47 W.<br>300.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1.000 ud                  | 300.00        |
| P01DW020                                                                                                          | Pequeño material<br>0.85                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1.000 ud                  | 0.85          |
|                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>TOTAL PARTIDA.....</b> | <b>305.62</b> |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS CINCO con SESENTA Y DOS CÉNTIMOS   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                           |               |
| <b>E12EIAB070</b>                                                                                                 | <b>LAMPARA LED 218W.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                           | <b>ud</b>     |
|                                                                                                                   | Lampara LED especial para gran iluminación de 218 W. 220 V., para conexión directa o con adaptador para carril, con protección IP65/IK07, cuerpo en aluminio con articulación giratoria. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.                                                                                                                                                                    |                           |               |
| O01BL200                                                                                                          | Oficial 1ª Electricista<br>4.77                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0.300 h.                  | 15.89         |
| P16BG070                                                                                                          | Foco lámp. haló. d. c. 218 W.<br>755.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1.000 ud                  | 755.00        |
| P01DW020                                                                                                          | Pequeño material<br>0.85                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1.000 ud                  | 0.85          |
|                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>TOTAL PARTIDA.....</b> | <b>760.62</b> |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETECIENTOS SESENTA con SESENTA Y DOS CÉNTIMOS |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                           |               |
| <b>E12EIAE030</b>                                                                                                 | <b>LUMINARIA ESTANCA 46,6 W.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                           | <b>ud</b>     |
|                                                                                                                   | Luminaria estanca, en material plástico de 46,6 W. con protección IP65 clase I, cuerpo de poliéster reforzado con fibra de vidrio, difusor de policarbonato de 2mm. de espesor, con abatimiento lateral, equipo eléctrico formado por reactancias, condensador, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes estándar y bornas de conexión. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado. Según REBT. |                           |               |
|                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>TOTAL PARTIDA.....</b> | <b>191.00</b> |
| <b>E12EIM040</b>                                                                                                  | <b>BLQ.AUTO.EMERGENCIA 200 lm.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                           | <b>Ud</b>     |
|                                                                                                                   | Luminaria de emergencia autónoma de 200 lúmenes, teledomable, autonomía superior a 1 hora, equipada con batería Ni.Cd estanca de alta temperatura. Según REBT y DB-SI.                                                                                                                                                                                                                                                                       |                           |               |
| O01BL200                                                                                                          | Oficial 1ª Electricista<br>9.53                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0.600 h.                  | 15.89         |



|          |                                   |          |       |
|----------|-----------------------------------|----------|-------|
| P16FA160 | Blq. Aut. Emerg. 200 lm.<br>89.96 | 1.000 ud | 89.96 |
| P01DW020 | Pequeño material<br>0.85          | 1.000 ud | 0.85  |

**TOTAL PARTIDA .....100.34**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIEN con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS

## **6.2. Fontanería**

|                |                                                                                                                                                                                                                      |           |        |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------|
| <b>C23B150</b> | <b>PLATO RINCÓN MALTA 750x750 ANG.</b>                                                                                                                                                                               | <b>ud</b> |        |
|                | Suministro e instalación de plato de ducha de porcelana vitrificada para rincón, de dimensiones 750x750 mm., modelo Malta, en color a elegir. La unión entre paramentos y aparato irá sellada. Totalmente instalado. |           |        |
| O01B070        | Oficial 1ª fontanero<br>5.18                                                                                                                                                                                         | 0.300 H   | 17.25  |
| O01A030        | Oficial 1ª<br>4.28                                                                                                                                                                                                   | 0.250 H   | 17.12  |
| O01A070        | Peón ordinario<br>3.95                                                                                                                                                                                               | 0.250 H   | 15.80  |
| P03D060        | Plato rincón Malta 750x750 color<br>120.11                                                                                                                                                                           | 1.000 ud  | 120.11 |
| P42V280        | Sellado cordón silicona<br>1.31                                                                                                                                                                                      | 2.250 ml  | 0.58   |
| P%1000200      | Pequeño material y piezas espec.<br>2.43                                                                                                                                                                             | 1.214 %   | 2.00   |
| CI             | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                                                                                                                                                         | 1.373 %   | 0.00   |

**TOTAL PARTIDA .....137.26**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TREINTA Y SIETE con VEINTISÉIS CÉNTIMOS

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |       |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|
| <b>C23B200</b> | <b>GRIFERÍA BAÑO-DUCHA BRAVA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>ud</b> |       |
|                | Grifería para baño-ducha, monobloque, del tipo Brava, en color cromado, con desagüe sifón, rebosadero, soporte de rótula para ducha, tapón, cadenilla, ducha teléfono con rociador y tubo flexible de ½" y 1,70 m. de longitud. Incluso parte proporcional de conexión a las redes de abastecimiento y desagüe. Totalmente instalada. |           |       |
| O01B070        | Oficial 1ª fontanero<br>10.35                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0.600 H   | 17.25 |
| P03G050        | Grifería baño-ducha Brava monob.<br>43.25                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1.000 ud  | 43.25 |
| P21EV200       | Desagüe sifón bañera c/rebosadero<br>10.80                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1.000 ud  | 10.80 |
| P03V280        | Tapón cadenilla cubrea. 1¼"<br>3.69                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1.000 ud  | 3.69  |
| P03D070        | Soporte rótula ducha teléfono<br>12.03                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1.000 ud  | 12.03 |
| P%1000200      | Pequeño material y piezas espec.<br>1.40                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0.698 %   | 2.00  |

|    |                              |         |      |
|----|------------------------------|---------|------|
| CI | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00 | 0.815 % | 0.00 |
|----|------------------------------|---------|------|

**TOTAL PARTIDA.....81.52**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y UN con CINCUENTA Y DOS

|                |                                                                                                                                                                                                                                                 |           |       |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|
| <b>C23C030</b> | <b>LAVABO NEO-SELENE 1 SENO</b>                                                                                                                                                                                                                 | <b>ud</b> |       |
|                | Suministro y colocación de lavabo de porcelana vitrificada, serie Neo-Selene, para empotrar, de dimensiones 510x395 mm, en colores normales no especiales. La unión entre el alicatado y el lavabo irá sellada. Totalmente acabado e instalado. |           |       |
| O01B070        | Oficial 1º fontanero<br>10.35                                                                                                                                                                                                                   | 0.600 H   | 17.25 |
| O01A070        | Peón ordinario<br>3.16                                                                                                                                                                                                                          | 0.200 H   | 15.80 |
| P03L080        | Lavabo Neo-Selene 1 seno<br>72.25                                                                                                                                                                                                               | 1.000 ud  | 72.25 |
| P42V280        | Sellado cordón silicona<br>1.07                                                                                                                                                                                                                 | 1.850 ml  | 0.58  |
| P%1000100      | Pequeño material y piezas espec.<br>0.73                                                                                                                                                                                                        | 0.733 %   | 1.00  |
| CI             | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                                                                                                                                                                                    | 0.876 %   | 0.00  |

**TOTAL PARTIDA.....87.56**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y SIETE con CINCUENTA Y SEIS

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                          |           |       |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|
| <b>C23C130</b> | <b>GRIFERÍA LAVABO BRAVA MONOBLOQUE</b>                                                                                                                                                                                                                                  | <b>ud</b> |       |
|                | Grifería para lavabo, monobloque, del tipo Brava, en color cromado, con desagüe sifón, tapón, cadenilla, cubre agujeros, llaves de escuadra y ramalillos cromados. Incluso parte proporcional de conexión a las redes de abastecimiento y desagüe. Totalmente instalada. |           |       |
| O01B070        | Oficial 1º fontanero<br>8.63                                                                                                                                                                                                                                             | 0.500 H   | 17.25 |
| P03G170        | Grifería lavabo Brava monobloque<br>42.25                                                                                                                                                                                                                                | 1.000 ud  | 42.25 |
| P21U670        | Válvula sifón bot. PVC lavabo ø40mm.<br>6.73                                                                                                                                                                                                                             | 1.000 ud  | 6.73  |
| P03V280        | Tapón cadenilla cubrea. 1¼"<br>3.69                                                                                                                                                                                                                                      | 1.000 ud  | 3.69  |
| P21V220        | Juego llave escuadra ½" cromado<br>24.26                                                                                                                                                                                                                                 | 2.000 ud  | 12.13 |
| P21V210        | Juego de ramalillos cromados<br>3.89                                                                                                                                                                                                                                     | 1.000 ud  | 3.89  |
| P%1000200      | Pequeño material y piezas espec.<br>1.62                                                                                                                                                                                                                                 | 0.808 %   | 2.00  |
| CI             | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                                                                                                                                                                                                             | 0.911 %   | 0.00  |

**TOTAL PARTIDA.....91.07**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA Y UN con SIETE CÉNTIMOS

|                |                                           |           |  |
|----------------|-------------------------------------------|-----------|--|
| <b>C23D040</b> | <b>INOD.VICTORIA TANQUE ALTO P/FLUXOR</b> | <b>ud</b> |  |
|----------------|-------------------------------------------|-----------|--|

Suministro e instalación de inodoro de porcelana vitrificada blanca, modelo Victoria. Con taza para fluxor, asiento y tapa lacados. Incluso parte proporcional de instalación y fijaciones. Totalmente instalado.

|           |                                          |          |       |
|-----------|------------------------------------------|----------|-------|
| O01B070   | Oficial 1ª fontanero<br>14.66            | 0.850 H  | 17.25 |
| O01A070   | Peón ordinario<br>2.37                   | 0.150 H  | 15.80 |
| P031100   | Inodoro Victoria p/flexar<br>42.99       | 1.000 ud | 42.99 |
| P031020   | Asiento y tapa inodoro Victoria<br>30.89 | 1.000 ud | 30.89 |
| P031050   | Fijaciones para inodoro<br>2.79          | 1.000 ud | 2.79  |
| P42V280   | Sellado cordón silicona<br>0.15          | 0.250 ml | 0.58  |
| P%1000100 | Pequeño material y piezas espec.<br>0.77 | 0.768 %  | 1.00  |
| CI        | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00             | 0.946 %  | 0.00  |

**TOTAL PARTIDA .....94.62**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA Y CUATRO con SESENTA Y DOS

**C23G050 FREGADERO ACERO VERSIÓN M 2 SENOS ud**

Suministro y colocación de fregadero de sobre muebles de acero inoxidable amagnético, con dos senos, rebosadero integral, cubetas de 405.mm. de ancho, insonorizadas, del tipo Versión "M", de dimensiones 800x600.mm. La unión entre la encimera y el fregadero irá sellada por un cordón de silicona de primera calidad. Totalmente instalado.

|           |                                                  |          |        |
|-----------|--------------------------------------------------|----------|--------|
| O01B070   | Oficial 1ª fontanero<br>6.90                     | 0.400 H  | 17.25  |
| O01A070   | Peón ordinario<br>1.58                           | 0.100 H  | 15.80  |
| P03F030   | Fregadero acero Versión M 2 s. 800x600<br>143.00 | 1.000 ud | 143.00 |
| P42V280   | Sellado cordón silicona<br>1.51                  | 2.600 ml | 0.58   |
| P%1000100 | Pequeño material y piezas espec.<br>1.45         | 1.445 %  | 1.00   |
| CI        | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                     | 1.544 %  | 0.00   |

**TOTAL PARTIDA .....154.44**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCUENTA Y CUATRO con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

**C23G110 GRIFERÍA FREGADERO BRAVA MONOBL. ud**

Grifería para fregadero, monobloque, del tipo Brava, en color cromado, con desagüe sifón de PVC, tapón, cadenilla, cubre agujeros, llaves de escuadra y ramalillos cromados. Incluso parte proporcional de conexión a las redes de abastecimiento y desagüe. Totalmente instalada.

|         |                              |         |       |
|---------|------------------------------|---------|-------|
| O01B070 | Oficial 1ª fontanero<br>8.63 | 0.500 H | 17.25 |
|---------|------------------------------|---------|-------|

|           |                                              |          |       |
|-----------|----------------------------------------------|----------|-------|
| P03G130   | Grifería fregadero Brava monobloque<br>48.49 | 1.000 ud | 48.49 |
| P21U670   | Válvula sifón bot. PVC lavabo ø40mm.<br>6.73 | 1.000 ud | 6.73  |
| P03V280   | Tapón cadenilla cubrea. 1¼"<br>3.69          | 1.000 ud | 3.69  |
| P21V220   | Juego llave escuadra ½" cromado<br>24.26     | 2.000 ud | 12.13 |
| P21V210   | Juego de ramalillos cromados<br>3.89         | 1.000 ud | 3.89  |
| P%1000200 | Pequeño material y piezas espec.<br>1.74     | 0.871 %  | 2.00  |
| CI        | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                 | 0.974 %  | 0.00  |

**TOTAL PARTIDA.....97.43**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA Y SIETE con CUARENTA Y TRES

|                |                                                                                                                                                                                                                                                         |           |        |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------|
| <b>C22C020</b> | <b>CONTADOR 1½" 40mm.</b>                                                                                                                                                                                                                               | <b>ud</b> |        |
|                | Suministro e instalación de contador de agua de 1½",<br>conexión a la acometida y a la red de distribución interior.<br>Incluso instalación de dos llaves de corte de esfera de 40 mm.,<br>grifo de purga y válvula de retención. Totalmente instalado. |           |        |
| O01B340        | Oficial 1ª fontanero calefactor<br>34.50                                                                                                                                                                                                                | 2.000 H   | 17.25  |
| P21C090        | Contador agua M. 1½" (40mm.)<br>189.41                                                                                                                                                                                                                  | 1.000 ud  | 189.41 |
| P21C010        | Armario 2 hojas PVC 91x75x34cm.<br>322.23                                                                                                                                                                                                               | 1.000 ud  | 322.23 |
| P21EC370       | Codo PVC presión 40mm.<br>5.74                                                                                                                                                                                                                          | 2.000 ud  | 2.87   |
| P21C130        | Te PVC presión de 40mm.<br>1.16                                                                                                                                                                                                                         | 1.000 ud  | 1.16   |
| P21U200        | Válvula esfera latón níquel 1½"<br>74.20                                                                                                                                                                                                                | 2.000 ud  | 37.10  |
| P21U200        | Válvula esfera latón níquel 1½"<br>74.20                                                                                                                                                                                                                | 2.000 ud  | 37.10  |
| P03G210        | Grifo de purga ¾" cierre bola<br>9.00                                                                                                                                                                                                                   | 1.000 ud  | 9.00   |
| P21U620        | Válvula retención latón roscar 1½"<br>17.29                                                                                                                                                                                                             | 1.000 ud  | 17.29  |
| P21C140        | Timbrado contador M. Industria<br>18.82                                                                                                                                                                                                                 | 1.000 ud  | 18.82  |
| CI             | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                                                                                                                                                                                            | 6.724 %   | 0.00   |

**TOTAL PARTIDA.....672.35**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS SETENTA Y DOS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |           |  |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--|
| <b>C22N090</b> | <b>INST.BAÑO COMP.AGUA F/C C/DES.PVC</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>ud</b> |  |
|                | Instalación de fontanería para un baño dotado de lavabo,<br>inodoro y duchas, realizada con tuberías de polietileno reticulado<br>Wirsbo-PEX para las redes de agua fría y caliente, utilizando el<br>sistema Wirsbo Quick & Easy de derivaciones por tes, con<br>tuberías de PVC serie B para la red de desagüe con los diámetros<br>necesarios para cada punto de servicio y sifones individuales para<br>los aparatos. Incluso parte proporcional de bajante de PVC de |           |  |

110 mm. y manguetón de enlace para el inodoro, terminada y sin aparatos sanitarios.

|           |                                                |           |       |
|-----------|------------------------------------------------|-----------|-------|
| C22ATE010 | TUBO POLIETILENO RETICULADO 16x1,8mm.<br>86.55 | 15.000 ml | 5.77  |
| C22ATE020 | TUBO POLIETILENO RETICULADO 20x1,9mm.<br>51.03 | 9.000 ml  | 5.67  |
| P21V250   | Llave de corte de empotrar 16x16<br>28.08      | 2.000 ud  | 14.04 |
| P21ET020  | Tubería PVC fecal serie B ø32mm.<br>5.95       | 3.400 ml  | 1.75  |
| P21ET030  | Tubería PVC fecal serie B ø40mm.<br>3.81       | 1.700 ml  | 2.24  |
| P21EB010  | Bote sifón. PVC ø110 m.colg.<br>15.80          | 1.000 ud  | 15.80 |
| P21EA220  | Bajante PVC serie B 125mm.<br>22.74            | 3.000 ml  | 7.58  |
| P21V190   | Curva 90° PVC a inodoro ø110mm.<br>6.84        | 1.000 ud  | 6.84  |
| CI        | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                   | 2.249 %   | 0.00  |

**TOTAL PARTIDA.....220.80**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS VEINTE con OCHENTA CÉNTIMOS

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |           |        |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------|
| <b>C22AAP180</b> | <b>ACOMETIDA DN200 mm. 4,5" POLIETILENO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>ud</b> |        |
|                  | Acometida a la red general municipal de agua DN200 mm., hasta una longitud máxima de 8 m., realizada con tubo de polietileno de 11,43 cm. de diámetro nominal de alta densidad, con collarín de toma de P.P., derivación a 3", codo de latón, enlace recto de polietileno y llave de esfera latón roscar de 3". Incluso parte proporcional de piezas especiales y accesorios. Terminada y funcionando, s/CTE-HS-4. Medida la unidad terminada. |           |        |
| O01B340          | Oficial 1ª fontanero calefactor<br>27.60                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1.600 H   | 17.25  |
| O01B350          | Oficial 2ª fontanero calefactor<br>27.28                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1.600 H   | 17.05  |
| P21TD150         | Collarin toma PP 200mm.<br>70.20                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1.000 ud  | 70.20  |
| P21V130          | Codo latón 90° 80mm. 3"<br>168.72                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1.000 ud  | 168.72 |
| P21U290          | Válvula esfera latón roscar 3"<br>150.77                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1.000 ud  | 150.77 |
| P21TN050         | Tubo polietileno ad PE100(PN-10) 75mm.<br>32.73                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 8.500 ml  | 3.85   |
| P21TE060         | Enlace recto polietileno 75mm. (PP)<br>21.61                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1.000 ud  | 21.61  |
| CI               | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 4.989 %   | 0.00   |

**TOTAL PARTIDA.....498.91**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS NOVENTA Y OCHO con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS

|                  |                                                    |          |  |
|------------------|----------------------------------------------------|----------|--|
| <b>C22ATC240</b> | <b>TUBERÍA EMPOTRADA COBRE ø34x36 CALORIF.9mm.</b> | <b>m</b> |  |
|------------------|----------------------------------------------------|----------|--|

Suministro e instalación de tubería empotrada y calorífuga de tubo redondo de cobre, estirado en frío, sin soldadura, calorífuga, de  $\varnothing 34$  mm., con un espesor de pared de 2 mm., soldado por capilaridad. Las uniones de tubos y piezas especiales se realizarán mediante manguitos o juntas de enchufe, con soldadura por capilaridad. El aislamiento se realizará mediante coquilla flexible de espuma elastomérica, para un diámetro exterior de tubo de 28 mm., del tipo Armaflex, modelo F-35, de espesor de pared 9 mm. La coquilla se dispondrá teniendo especial cuidado en la eliminación de puentes térmicos. Incluso parte proporcional de piezas especiales, materiales de soldadura, pequeñas piezas del mismo material, pruebas de estanqueidad, formación de juntas y encuentros, corte de las coquillas, cinta de fijación y colocación. Totalmente instalada.

|           |                                                         |          |       |
|-----------|---------------------------------------------------------|----------|-------|
| O01B070   | Oficial 1ª fontanero<br>1.21                            | 0.070 H  | 17.25 |
| O01B080   | Ayudante fontanero<br>1.01                              | 0.060 H  | 16.75 |
| P21TG160  | Tubo cobre caña $\varnothing 34 \times 36$ mm.<br>11.59 | 1.000 ml | 11.59 |
| P01C020   | Coquilla Armaflex F-35 e=9mm.<br>2.83                   | 1.000 ml | 2.83  |
| P%1002000 | Pequeño material y piezas espec.<br>2.88                | 0.144 %  | 20.00 |
| CI        | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                            | 0.195 %  | 0.00  |

**TOTAL PARTIDA.....19.52**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECINUEVE con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS

**C22ATE040 TUBO POLIETILENO RETICULADO 90mm. m**  
Tubería Wirsbo-PEX de polietileno reticulado por el método Engel (Peróxido), según Norma UNE 53.381, de 40 mm. de diámetro, colocada en instalaciones interiores de viviendas y locales comerciales para agua fría. Con parte proporcional de accesorios de polisulfona. Instalada y funcionando según normativa vigente y sin protección superficial.

|          |                                         |          |       |
|----------|-----------------------------------------|----------|-------|
| O01B340  | Oficial 1ª fontanero calefactor<br>1.73 | 0.100 H  | 17.25 |
| P06S220  | Tubo Wirsbo PEX 90x2,9mm.<br>8.70       | 1.000 ud | 8.70  |
| P21V150  | Codo master en polisulfona 90mm<br>0.61 | 0.070 ud | 8.66  |
| P21TE150 | Te reducida Master polis.90mm<br>1.77   | 0.120 ud | 14.71 |
| P21V050  | Anillo Q&E 32<br>0.82                   | 0.800 ud | 1.02  |
| CI       | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00            | 0.136 %  | 0.00  |

**TOTAL PARTIDA.....13.63**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS

| <b>6.4. Saneamiento</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                        |           |       |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|
| <b>C22E070</b>          | <b>BOTE SIFÓNICO PVC C/SUMIDERO ø110mm.</b>                                                                                                                                                                                                                            | <b>ud</b> |       |
|                         | Bote sifónico para encastrar, de PVC, de ø110 mm., con tapa de acero inoxidable colocada al mismo nivel del pavimento. Incluso parte proporcional de piezas especiales, emboquillado de los diferentes desagües, uniones, pequeño material, etc. Totalmente instalado. |           |       |
| O01B070                 | Oficial 1ª fontanero<br>6.04                                                                                                                                                                                                                                           | 0.350 H   | 17.25 |
| O01B080                 | Ayudante fontanero<br>5.86                                                                                                                                                                                                                                             | 0.350 H   | 16.75 |
| P21EB030                | Bote sifón. PVC ø110 tapa sumid.<br>12.69                                                                                                                                                                                                                              | 1.000 ud  | 12.69 |
| P%1201500               | Piezas especiales de PVC<br>1.91                                                                                                                                                                                                                                       | 0.127 %   | 15.00 |
| CI                      | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                                                                                                                                                                                                           | 0.265 %   | 0.00  |

**TOTAL PARTIDA .....26.50**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTISÉIS con CINCUENTA CÉNTIMOS

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |            |        |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------|
| <b>C07AA090</b> | <b>ARQUETA SIFÓNICA REGIST. 63x63cm.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>ud</b>  |        |
|                 | Arqueta sifónica registrable, de 63x63 cm. de medidas interiores y altura variable, compuesta por solera de hormigón HM-20N/mm <sup>2</sup> , fábrica de ladrillo perforado a ½ asta, enfoscado interiormente con mortero de cemento. Incluso parte proporcional de cerco de perfil laminado en L-50, tapa de hormigón armado, sifón formado por un codo de PVC, medios auxiliares para su ejecución, etc. Completa y acabada. |            |        |
| O01A030         | Oficial 1ª<br>34.24                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2.000 H    | 17.12  |
| O01A060         | Peón especializado<br>20.76                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1.300 H    | 15.97  |
| P30P070         | Ladrillo perforado 24x11,5x7cm.<br>8.28                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 138.000 ud | 0.06   |
| P37A140         | Marco/tapa acero galvan.70x70cm.<br>68.90                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1.000 ud   | 68.90  |
| P37TS100        | Codo PVC 90º evacuación ø110mm.<br>2.12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1.000 ud   | 2.12   |
| C02MG080        | MORTERO DE CEMENTO M-5<br>5.23                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0.080 m³   | 65.32  |
| C02MG030        | MORTERO DE CEMENTO M-15<br>5.48                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0.050 m³   | 109.53 |
| C02HM070        | HM-20N/mm <sup>2</sup> ÁRIDO ø40mm. C/PLÁSTICA<br>9.80                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0.090 m³   | 108.92 |
| CI              | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1.548 %    | 0.00   |

**TOTAL PARTIDA .....154.81**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCUENTA Y CUATRO con OCHENTA Y UN

|                |                                                               |          |  |
|----------------|---------------------------------------------------------------|----------|--|
| <b>C22E100</b> | <b>BAJANTE DE PVC SERIE C. ø110mm.</b>                        | <b>m</b> |  |
|                | Bajante de PVC serie C, de ø110 mm., con sistema de unión por |          |  |

enchufe, con junta labiada colocada con abrazaderas metálicas.  
Incluso parte proporcional de piezas especiales de PVC.  
Totalmente instalada y funcionando.

|          |                                               |          |       |
|----------|-----------------------------------------------|----------|-------|
| O01B340  | Oficial 1ª fontanero calefactor<br>2.59       | 0.150 H  | 17.25 |
| P21ET330 | Tubo PVC serie C evac. j. lab. 110mm.<br>6.02 | 1.000 ml | 6.02  |
| P21EC340 | Codo PVC evacuación 110mm.j.lab.<br>0.77      | 0.300 ud | 2.57  |
| P21A280  | Abrazadera bajante PVC ø110mm.<br>1.27        | 1.000 ud | 1.27  |
| CI       | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                  | 0.107 %  | 0.00  |

**TOTAL PARTIDA.....10.65**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS

**E12SJP040 BAJANTE DE PVC SERIE F. 200 mm. m.**  
Bajante de PVC serie F de pluviales, de 200 mm. de diámetro, con sistema de unión por enchufe con junta labiada, colocada con abrazaderas metálicas, totalmente instalada, incluso con p.p. de piezas especiales de PVC, funcionando. Según DB-HS 5.

|          |                                           |          |       |
|----------|-------------------------------------------|----------|-------|
| O01BO170 | Oficial 1ª Fontanero/Calefactor<br>2.40   | 0.150 h. | 15.98 |
| P17VF080 | Tubo PVC evac.pluv.j.lab.200 mm.<br>8.48  | 1.000 m. | 8.48  |
| P17VP070 | Codo PVC evacuación 200 mm.j.lab.<br>1.49 | 0.300 ud | 4.97  |
| P17JP080 | Abrazadera bajante PVC D=200 mm.<br>2.26  | 1.000 ud | 2.26  |

**TOTAL PARTIDA.....14.63**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CATORCE con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS

**E03CPC030 TUBERÍA COLGADA PVC D=200 mm. m.**  
Canalón colgado de PVC liso de saneamiento de pluviales, de unión en copa lisa pegada, de 200 mm. de diámetro interior, colocada colgada mediante abrazaderas metálicas, incluso con p.p. de piezas especiales en desvíos y con p.p. de medios auxiliares y de ayudas de albañilería, cumpliendo normas de colocación y diseños recogidas en el DB-HS5.

|          |                                           |          |       |
|----------|-------------------------------------------|----------|-------|
| O01BO170 | Oficial 1ª Fontanero/Calefactor<br>4.31   | 0.270 h. | 15.98 |
| O01BO180 | Oficial 2ª Fontanero/Calefactor<br>4.26   | 0.270 h. | 15.76 |
| O01A030  | Oficial 1ª<br>2.57                        | 0.150 H  | 17.12 |
| P02TP040 | Tub.liso PVC san.j.peg.200 mm s.F<br>5.85 | 1.000 m. | 5.85  |
| P02TC060 | Codo 87,5º PVC san.j.peg.200 mm.<br>2.13  | 0.300 ud | 7.10  |
| P02TC290 | Abraz.metálica tubos PVC 200 mm.<br>1.06  | 0.700 ud | 1.52  |
| P02TW030 | Adhesivo para tubos de PVC                | 0.115 kg | 22.59 |



2.60

**TOTAL PARTIDA.....22.78**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIDÓS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |          |       |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------|
| <b>C07CP040</b> | <b>TUBERÍA ENTERRADA PVC ø200mm. S/ARENA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>m</b> |       |
|                 | Tubería enterrada de PVC rígido, de unión por junta elástica, de ø200 mm., colocada en zanjas sobre cama de arena de 10 cm. de espesor. Con posterior tapado de tubería, con material granular compactado, y relleno de zanja con tierras procedentes de la propia excavación. Incluso parte proporcional uniones, pequeño material y piezas especiales. Completa y colocada. |          |       |
| O01A030         | Oficial 1ª<br>4.28                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0.250 H  | 17.12 |
| O01A070         | Peón ordinario<br>4.74                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0.300 H  | 15.80 |
| P37TP110        | Tubería PVC reforzado ø200mm.<br>10.65                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1.000 ml | 10.65 |
| P04A080         | Arena lavada<br>1.52                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0.150 Tn | 10.15 |
| P04A290         | Zahorras finas<br>4.07                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0.280 m³ | 14.55 |
| C01V010         | PLANCHA REVERSIBLE 50x65 cm.<br>0.44                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0.140 H  | 3.11  |
| CI              | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0.257 %  | 0.00  |

**TOTAL PARTIDA.....25.70**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICINCO con SETENTA CÉNTIMOS

**6.5. Contra incendios**

|                 |                                                                                                                                   |           |       |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|
| <b>C28F0580</b> | <b>EXTINTOR POLVO 6 Kg. EFIC. 113B-21A</b>                                                                                        | <b>ud</b> |       |
|                 | Suministro y colocación de extintor de polvo polivalente, con carga de 6 Kg., con una eficacia de 113B-21A. Totalmente instalado. |           |       |
| O01A060         | Peón especializado<br>1.60                                                                                                        | 0.100 H   | 15.97 |
| P26E080         | Extintor polvo 6Kg. eficacia 113B-21A<br>47.03                                                                                    | 1.000 ud  | 47.03 |
| P%1000200       | Pequeño material y piezas espec.<br>0.94                                                                                          | 0.470 %   | 2.00  |
| CI              | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                                                                      | 0.496 %   | 0.00  |

**TOTAL PARTIDA.....49.57**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y NUEVE con CINCUENTA Y SIETE

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |          |           |        |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|--------|
| <b>C28F0670</b> | <b>BOCA INCEN.EQUIPO IPF-43 20m.45mm.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |          | <b>ud</b> |        |
|                 | Suministro e instalación de boca de incendio equipada IPF-43, de dimensiones 20x45 cm., conformada por armario metálico con puerta de vidrio, manguera racorada extensible de 20 m. de longitud, con racor de ø45 mm., devanadera, lanza chorro cromada de ø45 mm. modelo americano, así como soporte, manómetro, serigrafía con el rótulo "Rómpase en caso de incendio", vidrio estirado de 3mm. de espesor con escotaduras triangulares en ángulos opuestos. Totalmente instalada. Incluso parte proporcional de uniones a conducción, pequeño material y ayudas de albañilería. |          |           |        |
| O01B070         | Oficial 1ª fontanero<br>17.25                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1.000 H  |           | 17.25  |
| O01B080         | Ayudante fontanero<br>16.75                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1.000 H  |           | 16.75  |
| P26B020         | Boca incendio equipada 20m.<br>199.50                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1.000 ud |           | 199.50 |
| P%1000200       | Pequeño material y piezas espec.<br>3.99                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1.995 %  |           | 2.00   |
| CI              | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2.375 %  |           | 0.00   |

**TOTAL PARTIDA.....237.49**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS TREINTA Y SIETE con CUARENTA Y NUEVE

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |          |           |          |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|----------|
| <b>C28F0890</b> | <b>GRUPO PRESIÓN 24m³/h 65 m.c.a</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |          | <b>ud</b> |          |
|                 | Suministro e instalación de grupo de presión contra incendios para 24 m³/h a 65 m.c.a., según normas UNE y CEPREVEN, compuesto por electrobomba principal de 15 CV., electrobomba de 2 CV. para mantener la presión en la red, tobera de aspiración con válvulas de seccionamiento, tobera de impulsión con válvulas de corte y retención, válvula de seguridad, acumulador hidroneumático de 25 Lt., bancada metálica de conjunto, etc. Incluso parte proporcional de conexiones, líneas de alimentación, pequeño material, medios auxiliares, etc. Totalmente terminado e instalado. |          |           |          |
| O01B070         | Oficial 1ª fontanero<br>138.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 8.000 H  |           | 17.25    |
| O01B080         | Ayudante fontanero<br>134.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 8.000 H  |           | 16.75    |
| P26V080         | Grupo pres.24m³/h. 65m.c.a.eléct.<br>4,695.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1.000 ud |           | 4,695.00 |
| P%1000400       | Pequeño material y piezas espec.<br>187.80                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 46.950 % |           | 4.00     |
| P%1000400       | Pequeño material y piezas espec.<br>187.80                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 46.950 % |           | 4.00     |
| CI              | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 51.548 % |           | 0.00     |

**TOTAL PARTIDA.....5,154.80**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL CIENTO CINCUENTA Y CUATRO con OCHENTA CÉNTIMOS

|                 |                                              |  |           |  |
|-----------------|----------------------------------------------|--|-----------|--|
| <b>C28F0870</b> | <b>DEPÓSITO RESERVA PVC 14.40 m³ SUPERF.</b> |  | <b>ud</b> |  |
|-----------------|----------------------------------------------|--|-----------|--|

Suministro e instalación de depósito reserva de agua contra incendios, de 14.400 L. de capacidad, para instalar en superficie, construido en poliéster de alta resistencia. Incluso parte proporcional de conexiones a la red, pequeño material, medios auxiliares, etc. Totalmente instalado.

|           |                                               |          |          |
|-----------|-----------------------------------------------|----------|----------|
| O01B070   | Oficial 1ª fontanero<br>103.50                | 6.000 H  | 17.25    |
| O01B080   | Ayudante fontanero<br>100.50                  | 6.000 H  | 16.75    |
| P26D010   | Depósito reserva poliéster 14.4m³<br>3,625.00 | 1.000 ud | 3,625.00 |
| P%1000200 | Pequeño material y piezas espec.<br>72.50     | 36.250 % | 2.00     |
| CI        | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                  | 39.015 % | 0.00     |

**TOTAL PARTIDA .....3,901.50**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL NOVECIENTOS UN con CINCUENTA

|                 |                                                                                                                                                                                                                           |           |       |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|
| <b>C28F0910</b> | <b>SEÑAL ALUMINIO ANODIZADO 210/297mm.</b>                                                                                                                                                                                | <b>ud</b> |       |
|                 | Suministro e instalación de señalización de equipos contra incendios, señales de riesgo, peligro, prohibición, uso obligatorio, evacuación, etc., en aluminio anodizado, de dimensiones 210x297 mm. Totalmente instalada. |           |       |
| O01A060         | Peón especializado<br>3.99                                                                                                                                                                                                | 0.250 H   | 15.97 |
| P38S170         | Señal aluminio anodiz.210/297mm.<br>14.50                                                                                                                                                                                 | 1.000 ud  | 14.50 |
| CI              | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                                                                                                                                                              | 0.185 %   | 0.00  |

**TOTAL PARTIDA .....18.49**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECIOCHO con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

|                 |                                                                                                                                                                                                         |           |        |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------|
| <b>C28F0270</b> | <b>CENTRAL DETECCIÓN INCENDIOS 7 ZONAS</b>                                                                                                                                                              | <b>ud</b> |        |
|                 | Suministro e instalación de central de detección de incendios para 6 zonas, homologada. Incluso parte proporcional de líneas de alimentación, conexiones, medios auxiliares, etc. Completa e instalada. |           |        |
| O01B110         | Oficial 1ª electricista<br>54.15                                                                                                                                                                        | 3.000 H   | 18.05  |
| O01B130         | Ayudante electricista<br>51.69                                                                                                                                                                          | 3.000 H   | 17.23  |
| P26C080         | Central detec.incendio 7 zonas<br>353.98                                                                                                                                                                | 1.000 ud  | 353.98 |
| P%1000200       | Pequeño material y piezas espec.<br>7.08                                                                                                                                                                | 3.540 %   | 2.00   |
| CI              | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                                                                                                                                            | 4.669 %   | 0.00   |

**TOTAL PARTIDA .....466.90**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS SESENTA Y SEIS con NOVENTA

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |          |          |       |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|-------|
| <b>C22ATE040</b> | <b>TUBO POLIETILENO RETICULADO 90mm.</b><br>Tubería Wirsbo-PEX de polietileno reticulado por el método Engel (Peróxido), según Norma UNE 53.381, de 40 mm. de diámetro, colocada en instalaciones interiores de viviendas y locales comerciales para agua fría. Con parte proporcional de accesorios de polisulfona. Instalada y funcionando según normativa vigente y sin protección superficial. |          | <b>m</b> |       |
| O01B340          | Oficial 1ª fontanero calefactor<br>1.73                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0.100 H  |          | 17.25 |
| P06S220          | Tubo Wirsbo PEX 90x2,9mm.<br>8.70                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1.000 ud |          | 8.70  |
| P21V150          | Codo master en polisulfona 90mm<br>0.61                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0.070 ud |          | 8.66  |
| P21TE150         | Te reducida Master polis.90mm<br>1.77                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0.120 ud |          | 14.71 |
| P21V050          | Anillo Q&E 32<br>0.82                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0.800 ud |          | 1.02  |
| CI               | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0.136 %  |          | 0.00  |

**TOTAL PARTIDA .....13.63**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS

## **07 Maquinaria**

|             |                                                                                                                        |         |          |            |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------|------------|
| <b>7.1.</b> | <b>Astilladora 260kW</b><br>Astilladora de molinos de dimensiones 3x1,5x2 m con capacidad de 9 t/h. Potencia de 260kW. |         | <b>u</b> |            |
| 7.1.1.      | Astilladora 260kW<br>195,000.00                                                                                        | 1.000 u |          | 195,000.00 |

**TOTAL PARTIDA ..... 195,000.00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO NOVENTA Y CINCO MIL

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |         |          |           |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------|-----------|
| <b>7.2.</b> | <b>Secadero y caldera.</b><br>Secadero de cilindro rotativo tipo trómel. Sistema apagachispas, Air lock de alimentación, fan de aspiración, sistema de control eléctrico de motores de entrada y ciclones. Longitud del tambor 8m, diámetro del tambor 1,2m y potencia de 7,5kW. Caldera de policombustible (Consumo 20-30 kg/h residuos de madera). Temperatura de trabajo 1000 °C y 600.000 kJ de poder calorífico. |         | <b>u</b> |           |
| 7.2.1.      | Secadero de tambor rotativo<br>17,000.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1.000 u |          | 17,000.00 |
| 7.2.2.      | Caldera de policombustible<br>11,800.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1.000 u |          | 11,800.00 |

|             |                                                                                                                                                                            |                                                                                               |                                                                                               |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
|             |                                                                                                                                                                            | <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                                                                    | <b>28,800.00</b>                                                                              |
|             |                                                                                                                                                                            | Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIOCHO MIL OCHOCIENTOS |                                                                                               |
| <b>7.3.</b> | <b>Refinado 110kW</b>                                                                                                                                                      | <b>u</b>                                                                                      |                                                                                               |
|             | Molino de martillos que refina astillas y viruta convirtiéndolas en "harina" fina de madera. Potencia 110kW, dimensiones 2,8x1,642x2,1m, peso 5.300kg y capacidad de 7 t/h |                                                                                               |                                                                                               |
| 7.3.1.      | Refinadora de madera de 110kW<br>197,000.00                                                                                                                                | 1.000 u                                                                                       | 197,000.00                                                                                    |
|             |                                                                                                                                                                            |                                                                                               | <b>TOTAL PARTID..... 197,000.00</b>                                                           |
|             |                                                                                                                                                                            |                                                                                               | Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO NOVENTA Y SIETE MIL |
| <b>7.4.</b> | <b>Pelletizadora de 220kW</b>                                                                                                                                              | <b>u</b>                                                                                      |                                                                                               |
|             | Pelletizadora centrífuga de 220kW. Rendimiento de 5 t/h, dimensiones 3,8x1,68x3,4 y 20t de peso.                                                                           |                                                                                               |                                                                                               |
| 7.4.1.      | Pelletizadora 220kW<br>240,000.00                                                                                                                                          | 2.000 u                                                                                       | 120,000.00                                                                                    |
|             |                                                                                                                                                                            |                                                                                               | <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                                                                    |
|             |                                                                                                                                                                            |                                                                                               | <b>240,000.00</b>                                                                             |
|             |                                                                                                                                                                            |                                                                                               | Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS CUARENTA MIL    |
| <b>7.5.</b> | <b>Refrigerador de pellets</b>                                                                                                                                             | <b>u</b>                                                                                      |                                                                                               |
|             | Refrigerador de pellets de 13kW. Aire frío contracorriente. Capacidad 12 t/h, dimensiones 2,1x1,97x2,87m.                                                                  |                                                                                               |                                                                                               |
| 7.5.1.      | Refrigerador de pellets 13kV<br>15,000.00                                                                                                                                  | 1.000 u                                                                                       | 15,000.00                                                                                     |
|             |                                                                                                                                                                            |                                                                                               | <b>TOTAL PARTIDA..... 15,000.00</b>                                                           |
|             |                                                                                                                                                                            |                                                                                               | Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE MIL                 |
| <b>7.6.</b> | <b>Ensacadora</b>                                                                                                                                                          | <b>u</b>                                                                                      |                                                                                               |
|             | Ensacadora en sacos de 15kg con accesorio para llenado de BigBag. Capacidad de 8-20kg/bolsa, dimensiones 2,85x0,78x2,75m, peso de 390 kg y velocidad de 1-13 min/bolsa.    |                                                                                               |                                                                                               |
| 7.6.1.      | Ensacadora de 15kg/bolsa<br>9,000.00                                                                                                                                       | 1.000 u                                                                                       | 9,000.00                                                                                      |
|             |                                                                                                                                                                            |                                                                                               | <b>TOTAL PARTIDA.....9,000.00</b>                                                             |
|             |                                                                                                                                                                            |                                                                                               | Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE MIL                  |
| <b>7.7.</b> | <b>Cinta transportadora</b>                                                                                                                                                | <b>u</b>                                                                                      |                                                                                               |
|             | Cinta transportadora de 0,8m de ancho. Potencia 1,5kW,                                                                                                                     |                                                                                               |                                                                                               |

longitud entre tambores de 8m y velocidad de 2,5-120 m/min.

|        |                                         |          |          |
|--------|-----------------------------------------|----------|----------|
| 7.7.1. | Cinta transportadora 1,5kW<br>19,920.00 | 16.600 m | 1,200.00 |
|--------|-----------------------------------------|----------|----------|

**TOTAL PARTIDA ..... 19,920.00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECINUEVE MIL NOVECIENTOS VEINTE

|      |                                                                                                                                    |          |  |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--|
| 7.8. | <b>Tornillo sin fin 3,5kW</b><br>Tornillo sin fin de 3´5kW. Anchura de 0,8m, 150kg/m de peso y motorización horizontal o vertical. | <b>u</b> |  |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--|

|        |                                     |          |          |
|--------|-------------------------------------|----------|----------|
| 7.8.1. | Tornillo sin fin 3´5kW<br>25,200.00 | 21.000 u | 1,200.00 |
|--------|-------------------------------------|----------|----------|

**TOTAL PARTIDA ..... 25,200.00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICINCO MIL DOSCIENTOS

|      |                                                                                              |          |  |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--|
| 7.9. | <b>Tolva 65m3</b><br>Tolva de 65m3 de acero galvanizado de 4x4x6,68m. Tubo de llenado de 4´´ | <b>u</b> |  |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--|

|        |                           |         |          |
|--------|---------------------------|---------|----------|
| 7.9.1. | Tolva de 65m3<br>6,000.00 | 1.000 u | 6,000.00 |
|--------|---------------------------|---------|----------|

**TOTAL PARTIDA ..... 6,000.00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS MIL

|       |                                                                                              |          |  |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--|
| 7.10. | <b>Tolva 46m3</b><br>Tolva de 46m3 de acero galvanizado de 4x4x5,68m. Tubo de llenado de 4´´ | <b>u</b> |  |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--|

|         |                           |         |          |
|---------|---------------------------|---------|----------|
| 7.10.1. | Tolva de 46m3<br>4,100.00 | 1.000 u | 4,100.00 |
|---------|---------------------------|---------|----------|

**TOTAL PARTIDA ..... 4,100.00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO MIL CIEN

|       |                                                                                                                                          |  |  |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| 7.11. | <b>Colector de polvo</b><br>Colector de polvo de mangas 5kW. Capacidad eólica de 3.992 m3/h, 2,6x1,15x3,17m y 11,2m2 de área de la tela. |  |  |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

|         |                       |         |           |
|---------|-----------------------|---------|-----------|
| 7.11.1. | Colector de polvo 5kW | 1.000 u | 20,000.00 |
|---------|-----------------------|---------|-----------|

20,000.00

**TOTAL PARTIDA ..... 20,000.00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTE MIL

**7.12. Pala cargadora**

Pala cargadora 105kW y 4,4l. Peso de funcionamiento 15.950kg, sistema hidráulico de 220l y velocidad de desplazamiento de 37 km/h. Segunda mano.

|         |                             |         |           |
|---------|-----------------------------|---------|-----------|
| 7.12.1. | Pala cargadora<br>17,000.00 | 1.000 u | 17,000.00 |
|---------|-----------------------------|---------|-----------|

**TOTAL PARTIDA ..... 17,000.00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISIETE MIL

**7.13. Carretilla elevadora**

Carretilla elevadora con capacidad de carga de 1600kg. Altura de elevación 3,3 m, batería de 43.531 A, dimensiones 1,06x3,87x2,99m y 48 V.

|         |                                   |         |           |
|---------|-----------------------------------|---------|-----------|
| 7.13.1. | Carretilla elevadora<br>23,500.00 | 1.000 u | 23,500.00 |
|---------|-----------------------------------|---------|-----------|

|         |                                   |         |           |
|---------|-----------------------------------|---------|-----------|
| 7.13.1. | Carretilla elevadora<br>23,500.00 | 1.000 u | 23,500.00 |
|---------|-----------------------------------|---------|-----------|

**TOTAL PARTIDA ..... 23,500.00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTITRÉS MIL QUINIENTOS

**7.14. Silos**

Silos con rompe. De acero galvanizado y equipados con: Indicador de nivel, alimentador, descargador de fondo, control de humedad y temperatura y escalera lateral.

|         |                         |         |           |
|---------|-------------------------|---------|-----------|
| 7.14.1. | Silo 104m3<br>30,600.00 | 3.000 u | 10,200.00 |
|---------|-------------------------|---------|-----------|

|         |                       |       |          |
|---------|-----------------------|-------|----------|
| 7.14.2. | Silo 25m3<br>2,500.00 | 1.000 | 2,500.00 |
|---------|-----------------------|-------|----------|

**TOTAL PARTIDA ..... 33,100.00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y TRES MIL CIEN

**08 Gestión de residuos****8.1. Gestión de residuos de construcción y demolición**

Gestión de los residuos de las tareas de construcción y

demolición del proyecto. Ampliación en el Anexo 18- Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición.

|        |                                             |            |       |
|--------|---------------------------------------------|------------|-------|
| 8.1.1. | Tierras y pétreos de excavación<br>3,293.96 | 823.490 m³ | 4.00  |
| 8.1.2. | No pétreos<br>285.00                        | 28.500 m³  | 10.00 |
| 8.1.3. | Pétreos<br>2,370.00                         | 237.000 m³ | 10.00 |
| 8.1.4. | Potencialmente peligrosos<br>240.00         | 24.000 m³  | 10.00 |

**TOTAL PARTIDA .....6,188.96**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS MIL CIENTO OCHENTA Y OCHO con NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS

**09 Seguridad y salud**

**9.1. Protecciones colectivas**

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |          |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------|
| <b>C37C480</b> | <b>CUADRO GENERAL OBRA P<sub>máx</sub>=130 KW.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>ud</b> |          |
|                | Suministro e instalación de cuadro general de mando y protección de obra para una potencia máxima de 130 kW. Compuesto por armario metálico con revestimiento de poliéster, de 100x80 cm., índice de protección IP 559, con cerradura, interruptor automático magnetotérmico de 4x250 A, diferencial de sensibilidad 0,3 A, un interruptor automático magnetotérmico de 4x160 A y 8 interruptores automáticos magnetotérmicos de 4x25 A, incluyendo cableado, rótulos de identificación de circuitos, bornas de salida y parte proporcional de conexión a tierra, para una resistencia no superior a 80 Ohmios. Totalmente terminado. |           |          |
| P17R060        | Cuadro general obra P <sub>máx</sub> .130Kw.<br>640.58                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0.250 ud  | 2,562.32 |
| CI             | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 6.406 %   | 0.00     |

**TOTAL PARTIDA .....640.58**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS CUARENTA con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS

|                |                                                                                                                                                                                                                |           |       |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|
| <b>C37C310</b> | <b>VALLA CONT.PEATONES AUT.2,5m.H=1m.</b>                                                                                                                                                                      | <b>ud</b> |       |
|                | Suministro de valla metálica autoportante de 2,50 m. de longitud y 1 m. de altura, para la contención de peatones, compuesta por tubo metálico con sus propias patas soporte. Incluso colocación y desmontaje. |           |       |
| O01A070        | Peón ordinario<br>0.79                                                                                                                                                                                         | 0.050 H   | 15.80 |
| P38P320        | Valla met.contenc.peatón 2,5m. h=1m.<br>13.82                                                                                                                                                                  | 0.200 ud  | 69.12 |
| CI             | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                                                                                                                                                   | 0.146 %   | 0.00  |

**TOTAL PARTIDA .....14.61**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CATORCE con SESENTA



Y UN CÉNTIMOS

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          |        |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|
| <b>C37C120</b> | <b>BARANDILLA FORJ.PUNTALES-TABLÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>m</b> |        |
|                | Suministro, colocación y posterior retirada de barandilla de protección de perímetros de forjados. Compuesta por puntales metálicos telescópicos separados 2,50 m., fijados por apriete al forjado, pasamanos formado por tablón de 20x5 cm., rodapié y travesaño intermedio de 15x5 cm. Totalmente terminado. |          |        |
| O01A030        | Oficial 1ª<br>2.57                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 0.150 H  | 17.12  |
| O01A070        | Peón ordinario<br>2.37                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0.150 H  | 15.80  |
| P15E350        | Puntal telescópico 3m. 1,5Tn.<br>0.66                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0.050 ud | 13.20  |
| P15E550        | Tabloncillo Pino 20x5cm.<br>0.98                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0.005 m³ | 195.00 |
| P38P070        | Brida por aprieto p/puntal<br>0.74                                                                                                                                                                                                                                                                             | 0.200 ud | 3.72   |
| CI             | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0.073 %  | 0.00   |

**TOTAL PARTIDA.....7.32**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |           |        |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------|
| <b>C37C430</b> | <b>TOMA DE TIERRA R80 Oh.R=150 Oh/m</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>ud</b> |        |
|                | Suministro e instalación de toma de tierra para una resistencia superior a 80 Ohmios y una resistividad R=150 Oh/m. formada por arqueta de ladrillo macizo de 38x38x30 cm., tapa de hormigón armado, tubo de PVC de $\varnothing 75$ mm., electrodo de acero cobrizado de 14,3 mm. y 200 cm. de profundidad, hincado en el terreno, línea de t.t. de cobre desnudo de 35 mm <sup>2</sup> , con abrazadera a la pica. Incluso parte proporcional de excavación, conexiones, medios auxiliares, etc. Totalmente terminada. |           |        |
| O01A030        | Oficial 1ª<br>25.68                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1.500 H   | 17.12  |
| O01A050        | Ayudante<br>9.80                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0.750 h.  | 13.06  |
| O01A070        | Peón ordinario<br>11.85                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0.750 H   | 15.80  |
| O01B110        | Oficial 1ª electricista<br>18.05                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1.000 H   | 18.05  |
| O01B130        | Ayudante electricista<br>17.23                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1.000 H   | 17.23  |
| C07AA010       | ARQUETA PIE BAJANTE 38x38cm.<br>108.39                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1.000 ud  | 108.39 |
| C07AA010       | ARQUETA PIE BAJANTE 38x38cm.<br>108.39                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1.000 ud  | 108.39 |
| P17V240        | Pica de cobre toma de tierra<br>28.20                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2.500 ml  | 11.28  |
| P17L020        | Cable cobre desnudo $\varnothing 35$ mm.<br>16.08                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 4.000 ml  | 4.02   |
| P17V340        | Puente de prueba toma tierra<br>26.19                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1.000 ud  | 26.19  |
| CI             | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2.647 %   | 0.00   |

**TOTAL PARTIDA.....261.47**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS SESENTA Y UN con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS

|                |                                                                                                                                                                        |           |       |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|
| <b>C37C500</b> | <b>EXTINTOR POLVO ABC 6 Kg. PR.INC.</b>                                                                                                                                | <b>ud</b> |       |
|                | Suministro de extintor de polvo químico ABC polivalente, de eficacia 21A/113B, de 6 Kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor. |           |       |
| O01A070        | Peón ordinario<br>1.58                                                                                                                                                 | 0.100 H   | 15.80 |
| P26E080        | Extintor polvo 6Kg.eficacia 113B-21A<br>47.03                                                                                                                          | 1.000 ud  | 47.03 |
| CI             | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                                                                                                           | 0.486 %   | 0.00  |

**TOTAL PARTIDA.....48.61**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y OCHO con SESENTA Y UN

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |           |       |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|
| <b>C37S030</b> | <b>PANEL COMPLETO PVC 700x1.000 mm.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>ud</b> |       |
|                | Panel completo serigrafiado sobre planchas de PVC blanco de 0,6 mm. de espesor nominal, tamaño 700x1.000 mm. Válido para incluir hasta 15 símbolos de señales, incluso textos "Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra" (amortizable en cuatro usos). Incluso colocación y desmontaje, s/R.D. 485/97. |           |       |
| O01A070        | Peón ordinario<br>0.16                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0.010 H   | 15.80 |
| P38S150        | Panel completo PVC 700x1000mm.<br>3.38                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0.250 ud  | 13.50 |
| CI             | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0.035 %   | 0.00  |

**TOTAL PARTIDA.....3.54**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

## **9.2. Instalaciones personales**

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |            |        |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------|
| <b>C37B040</b> | <b>ALQUILER MÓDULO ASEO 9,40 m<sup>2</sup></b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>mes</b> |        |
|                | Suministro en alquiler mensual de módulo prefabricado para aseos en obra de 4x2,35 m. Compuesto de puerta peatonal y ventana corredera de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado. Con estructura metálica y chapa de acero galvanizado con aislamiento térmico de 4 cm. de espesor. Dotado de termo eléctrico de 50 Lt., dos placas turcas, dos placas de ducha y lavabo de tres grifos. Incluso la instalación eléctrica protegida y la correspondiente instalación de fontanería y desagües.<br>Totalmente instalado. |            |        |
| O01A030        | Oficial 1ª<br>3.08                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0.180 H    | 17.12  |
| O01A070        | Peón ordinario<br>2.84                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0.180 H    | 15.80  |
| P38I080        | Alquiler módulo aseo 4x2,35m.<br>135.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1.000 ud   | 135.00 |
| CI             | COSTES INDIRECTOS 3%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1.409 %    | 0.00   |

0.00

**TOTAL PARTIDA .....140.92**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CUARENTA con NOVENTA Y DOS

**9.3. Servicios de protección**

|                |                                                                                    |           |       |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|
| <b>C37B300</b> | <b>BOTIQUÍN DE URGENCIA</b>                                                        | <b>ud</b> |       |
|                | Suministro de botiquín de urgencia para obra, con el contenido mínimo obligatorio. |           |       |
| O01A070        | Peón ordinario<br>1.58                                                             | 0.100 H   | 15.80 |
| P38V020        | Botiquín metálico de urgencias<br>47.90                                            | 1.000 ud  | 47.90 |
| CI             | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                       | 0.495 %   | 0.00  |

**TOTAL PARTIDA .....49.48**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y NUEVE con CUARENTA Y OCHO

|                |                                                                                         |           |       |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|
| <b>C37B310</b> | <b>REPOSICIÓN BOTIQUÍN</b>                                                              | <b>ud</b> |       |
|                | Suministro para la reposición mínima obligatoria, del material de botiquín de urgencia. |           |       |
| P38V140        | Reposición botiquín de urgencias<br>16.28                                               | 1.000 ud  | 16.28 |
| CI             | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                            | 0.163 %   | 0.00  |

**TOTAL PARTIDA .....16.28**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISÉIS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS

**9.4. Protecciones individuales**

|                |                                                                                                                    |           |       |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|
| <b>C37D022</b> | <b>CASCO PROTECTOR OÍDOS</b>                                                                                       | <b>ud</b> |       |
|                | Suministro de casco con atalaje provisto de 6 puntos de anclaje, con protector de oídos acoplable. Certificado CE. |           |       |
| P38E150        | Casco + protector oídos<br>17.65                                                                                   | 1.000 ud  | 17.65 |
| CI             | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                                                       | 0.177 %   | 0.00  |

**TOTAL PARTIDA .....17.65**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISIETE con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS

|                |                                                                                                                 |           |       |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|
| <b>C37D030</b> | <b>PANTALLA SOLDADURA OXIACETILÉNICA</b>                                                                        | <b>ud</b> |       |
|                | Suministro de pantalla de seguridad para soldadura oxiacetilénica, abatible con fijación en cabeza. Homologada. |           |       |
| P38E410        | Pantalla soldar oxiacetileno<br>2.47                                                                            | 0.200 ud  | 12.35 |
| CI             | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                                                    | 0.025 %   | 0.00  |

**TOTAL PARTIDA .....2.47**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS

|                |                                                                             |           |  |      |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|--|------|
| <b>C37D050</b> | <b>GAFAS CONTRA IMPACTOS</b>                                                | <b>ud</b> |  |      |
|                | Suministro de gafas protectoras contra impactos, incoloras.<br>Homologadas. |           |  |      |
| P38E330        | Gafas contra impactos<br>2.42                                               | 0.300 ud  |  | 8.06 |
| CI             | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                | 0.024 %   |  | 0.00 |

**TOTAL PARTIDA .....2.42**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS

|                |                                                                                                         |           |  |      |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--|------|
| <b>C37D080</b> | <b>MASCARILLA ANTIPOLVO P1</b>                                                                          | <b>ud</b> |  |      |
|                | Suministro de mascarilla antipolvo de seguridad, con detección<br>mediante filtro mecánico. Homologada. |           |  |      |
| P38E380        | Mascarilla antipolvo P1<br>0.46                                                                         | 0.330 ud  |  | 1.40 |
| CI             | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                                            | 0.005 %   |  | 0.00 |

**TOTAL PARTIDA .....0.46**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS

|                |                                                                                                                       |           |  |      |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--|------|
| <b>C37D090</b> | <b>RECAMBIO MASCARILLA ANTIPOLVO</b>                                                                                  | <b>ud</b> |  |      |
|                | Suministro de recambio para mascarilla antipolvo de seguridad,<br>con detección mediante filtro mecánico. Homologada. |           |  |      |
| P38E490        | Recambio mascarilla antipolvo<br>1.00                                                                                 | 1.000 ud  |  | 1.00 |
| CI             | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                                                          | 0.010 %   |  | 0.00 |

**TOTAL PARTIDA .....1.00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN

|                |                                                                           |           |  |      |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------|--|------|
| <b>C37D340</b> | <b>JUEGO DE GUANTES SERRAJE/LONA</b>                                      | <b>ud</b> |  |      |
|                | Suministro de par de guantes, de seraje y lona, para carga y<br>descarga. |           |  |      |
| P38E360        | Juego guantes seraje/lona<br>1.37                                         | 1.000 ud  |  | 1.37 |
| CI             | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                              | 0.014 %   |  | 0.00 |

**TOTAL PARTIDA .....1.37**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN con TREINTA Y SIETE

|                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | CÉNTIMOS                       |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------|
| <b>C37D150</b>                                                                                            | <b>DISPOSITIVO ANTICAÍDAS TRAB.VERT.</b>                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>ud</b>                      |       |
|                                                                                                           | Suministro de dispositivo anticaídas recomendado para trabajos en la vertical. Con cierre y apertura de doble seguridad, deslizamiento y bloqueos automáticos, equipado con una cuerda de nylon de 20 m., mosquetón para amarre del cinturón y elementos metálicos de acero inoxidable. Homologado. |                                |       |
| P38E040                                                                                                   | Anticaídas automat. trab. vertical<br>15.54                                                                                                                                                                                                                                                         | 0.200 ud                       | 77.71 |
| CI                                                                                                        | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0.155 %                        | 0.00  |
|                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>TOTAL PARTIDA.....15.54</b> |       |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                |       |
| <b>C37D300</b>                                                                                            | <b>BOTAS DE AGUA ALTAS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>ud</b>                      |       |
|                                                                                                           | Suministro de par de botas altas para agua, dotadas de suela antideslizante.                                                                                                                                                                                                                        |                                |       |
| P38E100                                                                                                   | Botas agua altas<br>6.85                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1.000 ud                       | 6.85  |
| CI                                                                                                        | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0.069 %                        | 0.00  |
|                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>TOTAL PARTIDA.....6.85</b>  |       |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                |       |
| <b>C37D320</b>                                                                                            | <b>BOTAS SEGURIDAD PUNTERA + PLANT.</b>                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>ud</b>                      |       |
|                                                                                                           | Suministro de par de botas de seguridad, dotadas de puntera reforzada, plantilla anti objetos punzantes y suela antideslizante.                                                                                                                                                                     |                                |       |
| P38E120                                                                                                   | Botas seguridad puntera+plant.<br>6.33                                                                                                                                                                                                                                                              | 0.330 ud                       | 19.17 |
| CI                                                                                                        | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0.063 %                        | 0.00  |
|                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>TOTAL PARTIDA.....6.33</b>  |       |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                |       |
| <b>C37D360</b>                                                                                            | <b>PAR GUANTES PARA SOLDADOR</b>                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>ud</b>                      |       |
|                                                                                                           | Suministro de par de guantes para soldador.                                                                                                                                                                                                                                                         |                                |       |
| P38E440                                                                                                   | Par guantes de soldador<br>0.88                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0.330 ud                       | 2.68  |
| CI                                                                                                        | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0.009 %                        | 0.00  |
|                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>TOTAL PARTIDA.....0.88</b>  |       |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO con OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                |       |

|                |                                            |           |      |
|----------------|--------------------------------------------|-----------|------|
| <b>C37D380</b> | <b>MANDIL DE CUERO PARA SOLDAR</b>         | <b>ud</b> |      |
|                | Suministro de mandil de cuero para soldar. |           |      |
| P38E370        | Mandil de cuero para soldar 60x90<br>2.92  | 0.330 ud  | 8.84 |
| CI             | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00               | 0.029 %   | 0.00 |

**TOTAL PARTIDA .....2.92**

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS

|                |                                                                              |           |      |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------|------|
| <b>C37D420</b> | <b>CHALECO DE OBRAS REFLECTANTE</b>                                          | <b>ud</b> |      |
|                | Chaleco de obras con bandas reflectantes. Certificado CE. Según R.D. 773/97. |           |      |
| P38E180        | Chaleco de obra reflectante<br>2.76                                          | 1.000 ud  | 2.76 |
| CI             | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                 | 0.028 %   | 0.00 |

**TOTAL PARTIDA .....2.76**

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS

## **10 Cerrajería**

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                      |       |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------|
| <b>C15R020</b> | <b>PUERTA CIEGA LISA 4cm.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>m<sup>2</sup></b> |       |
|                | Suministro y montaje de puerta de paso ciega maciza lisa, de tablero aglomerado chapeado, preparada para barnizar, realizada con hoja prefabricada lisa en pino de 4 cm. de espesor. Con precerco de pino de dimensiones 110x44 mm., y galce de 110x20 mm., con molduras y tapajuntas en pino Melis de 90x15 mm., canteada por dos cantos, con herrajes de colgar y seguridad y cierre con pomo o manilla en latón 1ª calidad, entalladuras para fijación de herrajes y tapajuntas. Totalmente acabada. |                      |       |
| O01B160        | Oficial 1ª carpintero<br>8.53                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0.500 H              | 17.05 |
| O01B170        | Ayudante carpintero<br>4.01                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 0.250 H              | 16.05 |
| P10K020        | Precerco madera Pino 110x44mm.<br>17.05                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2.900 ml             | 5.88  |
| P10G030        | Galce macizo Pino Melis 90x30mm.<br>10.15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2.900 ml             | 3.50  |
| P10RC050       | Hoja ciega lisa Pino Melis 4cm.<br>50.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1.000 m <sup>2</sup> | 50.00 |
| P10J080        | Tapajuntas Pino Melis 90x15mm.<br>18.56                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 5.800 ml             | 3.20  |
| P07V270        | Pernio latón 11cm.<br>3.20                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1.750 ud             | 1.83  |
| P10V420        | Tornillo latón 21/35mm.<br>0.60                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 10.000 ud            | 0.06  |
| P10S040        | P/P Picaporte resbalón 1ª Calidad<br>4.63                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1.000 ud             | 4.63  |
| P10S060        | P/P Pomo puerta paso latonc/resb                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1.000 ud             | 14.31 |

|           |                           |         |      |
|-----------|---------------------------|---------|------|
|           | 14.31                     |         |      |
| P%0450200 | Mermas y pequeño material | 1.185 % | 2.00 |
|           | 2.37                      |         |      |
| CI        | COSTES INDIRECTOS 3%      | 1.334 % | 0.00 |
|           | 0.00                      |         |      |

**TOTAL PARTIDA .....133.41**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TREINTA Y TRES con CUARENTA Y UN

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                      |       |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------|
| <b>C18D010</b> | <b>PUERTA SECCIONAL GALVAN. AISLAR</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>m<sup>2</sup></b> |       |
|                | Puerta basculante seccional, fabricada con paneles horizontales de doble chapa galvanizada y prelacada. Con aislante intermedio de poliuretano inyectado y burletes perimetrales de goma para dar estanqueidad, equilibradas mediante muelles de torsión de acero galvanizado, cerco de angular provisto de garras para recibir a la fábrica. Incluso guías, cierre y cerradura. Totalmente instalada. |                      |       |
| O01B320        | Oficial 1 <sup>a</sup> cerrajero                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2.000 H              | 17.20 |
|                | 34.40                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                      |       |
| O01B330        | Ayudante cerrajero                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1.000 H              | 16.50 |
|                | 16.50                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                      |       |
| P09RV110       | Puerta seccional c/aislante Galván.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1.000 m <sup>2</sup> | 95.65 |
|                | 95.65                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                      |       |
| P07V050        | Cerradura exterior                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1.000 ud             | 65.00 |
|                | 65.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                      |       |
| P07V130        | Dintel y guías pintadas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1.000 ud             | 40.00 |
|                | 40.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                      |       |
| CI             | COSTES INDIRECTOS 3%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2.516 %              | 0.00  |
|                | 0.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                      |       |

**TOTAL PARTIDA .....251.55**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS CINCUENTA Y UN con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                      |       |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------|
| <b>C18D030</b> | <b>PUERTA BASCULANTE C/MUELLES</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>m<sup>2</sup></b> |       |
|                | Puerta basculante de una hoja, equilibrada con muelles de torsión de acero galvanizado alojados en la parte superior de la puerta, formada por estructura de perfil tubular laminado en frío, con tratamiento especial antioxidante y empanelada por una cara con chapa plegada de 0,6 mm. de espesor, galvanizada y prelacada. Con cerco de angular provisto de garras para recibir a la fábrica. Incluso guías, cable, muelles, cierre y cerradura. Totalmente instalada. |                      |       |
| O01B320        | Oficial 1 <sup>a</sup> cerrajero                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0.750 H              | 17.20 |
|                | 12.90                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                      |       |
| O01B330        | Ayudante cerrajero                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0.350 H              | 16.50 |
|                | 5.78                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                      |       |
| P09RV030       | Puerta basculante 1h. c/muelles                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1.000 m <sup>2</sup> | 52.17 |
|                | 52.17                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                      |       |
| CI             | COSTES INDIRECTOS 3%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0.709 %              | 0.00  |
|                | 0.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                      |       |

**TOTAL PARTIDA .....70.85**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS

|                |                                         |                      |  |
|----------------|-----------------------------------------|----------------------|--|
| <b>C15R040</b> | <b>PUERTA VIDRIO MOLD. 4cm. P.MELIS</b> | <b>m<sup>2</sup></b> |  |
|----------------|-----------------------------------------|----------------------|--|

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |           |        |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------|
|           | Suministro y montaje de puerta de paso vidriera maciza moldurada, de tablero aglomerado chapeado, preparada para barnizar, realizada con hoja prefabricada vidriera lisa en pino Melis de 4 cm. de espesor. Con precerco de pino de dimensiones 110x44 mm., y galce de 110x20 mm., con molduras y tapajuntas en pino Melis de 90x15 mm., canteada por dos cantos, con herrajes de colgar y seguridad y cierre con pomo o manilla en latón 1ª calidad, entalladuras para fijación de herrajes y tapajuntas. Totalmente acabada. |           |        |
| O01B160   | Oficial 1ª carpintero<br>8.53                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0.500 H   | 17.05  |
| O01B170   | Ayudante carpintero<br>4.01                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0.250 H   | 16.05  |
| P10K020   | Precerco madera Pino 110x44mm.<br>17.05                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2.900 ml  | 5.88   |
| P10G030   | Galce macizo Pino Melis 90x30mm.<br>10.15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2.900 ml  | 3.50   |
| P10RR040  | Hoja moldur. vidrio Pino Melis 4cm.<br>125.69                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1.000 m²  | 125.69 |
| P10J080   | Tapajuntas Pino Melis 90x15mm.<br>18.56                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 5.800 ml  | 3.20   |
| P07V270   | Pernio latón 11cm.<br>3.20                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1.750 ud  | 1.83   |
| P10V420   | Tornillo latón 21/35mm.<br>0.60                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 10.000 ud | 0.06   |
| P10S040   | P/P Picaporte resbalón 1ª Calidad<br>4.63                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1.000 ud  | 4.63   |
| P10S060   | P/P Pomo puerta paso latonc/resb<br>14.31                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1.000 ud  | 14.31  |
| P%0450200 | Mermas y pequeño material<br>3.88                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1.942 %   | 2.00   |
| CI        | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2.106 %   | 0.00   |

**TOTAL PARTIDA .....210.61**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS DIEZ con SESENTA Y UN

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |           |        |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------|
| <b>C16AP020</b> | <b>PUERTA BALC.ALUM.AN.2H 1,60x2,10m.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>ud</b> |        |
|                 | Puerta balconera de dos hojas de aluminio anodizado de 15 micras de espesor, de 1,60x2,10 m., compuesta por perfiles de 70x40 mm. de sección en marco y hojas y 1,5 mm. de espesor de pared. Con premarco de aluminio especial, tapajuntas en los marcos, guías para persianas, herrajes de colgar y seguridad, junquillos para la colocación de vidrio de cámara y tornillos de fijación. Incluso parte proporcional de sellado perimetral con silicona neutra y medios auxiliares para su colocación. Completa y colocada. |           |        |
| O01B320         | Oficial 1ª cerrajero<br>6.88                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0.400 H   | 17.20  |
| O01B330         | Ayudante cerrajero<br>3.30                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0.200 H   | 16.50  |
| P08V090         | Premarco de aluminio<br>45.07                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 7.400 ml  | 6.09   |
| P08ARB020       | Puerta balc.2h.al.an.1,60x2,10m.<br>589.18                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1.000 ud  | 589.18 |



|           |                                           |         |      |
|-----------|-------------------------------------------|---------|------|
| P%1000500 | Pequeño material y piezas espec.<br>31.72 | 6.343 % | 5.00 |
| CI        | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00              | 6.762 % | 0.00 |

**TOTAL PARTIDA .....676.15**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS SETENTA Y SEIS con QUINCE

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |          |           |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|
| <b>C16BE040</b> | <b>VEN.PRAC.AL.LAC.BLAN.2H 2x1,45</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |          | <b>ud</b> |
|                 | Ventana practicable de dos hojas de aluminio lacado blanco, de 2x1,45m., compuesta por perfiles de 70x40 mm. de sección en marco y hojas y 1,5 mm. de espesor de pared. Con premarco de aluminio especial, tapajuntas en los marcos, guías para persianas, herrajes de colgar y seguridad, junquillos para la colocación de vidrio de cámara y tornillos de fijación. Incluso parte proporcional de sellado perimetral con silicona neutra y medios auxiliares para su colocación. Completa y colocada. |          |           |
| O01B320         | Oficial 1ª cerrajero<br>4.30                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0.250 H  | 17.20     |
| O01B330         | Ayudante cerrajero<br>2.06                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0.125 H  | 16.50     |
| P08V090         | Premarco de aluminio<br>29.23                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 4.800 ml | 6.09      |
| P08LT570        | Vent.prac.2h.al.lac.bl.1,20x1,20m.<br>356.14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1.000 ud | 356.14    |
| P%1000500       | Pequeño material y piezas espec.<br>19.27                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3.854 %  | 5.00      |
| CI              | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 4.110 %  | 0.00      |

**TOTAL PARTIDA .....411.00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS ONCE

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |          |           |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|
| <b>C16BE030</b> | <b>VEN. PRAC. S/2300 AL. LAC .BLAN. 1H 1,4x1,40 FN3</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          | <b>ud</b> |
|                 | Ventana practicable de una hoja de aluminio lacado blanco SERIE ABISAGRADA 2300 de la casa FN3 PERFECT LOCK o similar. De dimensiones de 1,4x1,40 m., sección de marco 40mm. y 48mm. de hoja. Máximo aislamiento acústico 39dB, transmitancia desde 1,8w/m <sup>2</sup> k. Con premarco de aluminio, tapajuntas en los marcos, cajón decoblockl 185 y lama de aluminio con guía de 65mm, incluso parte proporcional de herrajes de colgar y seguridad, junquillos para la colocación de vidrio de cámara 4/16/4 y tornillos de fijación. Con parte proporcional de sellado perimetral con silicona neutra y medios auxiliares para su colocación. Completa y colocada. |          |           |
| O01B320         | Oficial 1ª cerrajero<br>3.44                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0.200 H  | 17.20     |
| O01B330         | Ayudante cerrajero<br>1.65                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 0.100 H  | 16.50     |
| P08V090         | Premarco de aluminio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 3.600 ml | 6.09      |

|           |                                                             |          |        |
|-----------|-------------------------------------------------------------|----------|--------|
| P08LT510  | 21.92<br>Vent.prac.1h.al.lac.bl.0,60x1,20m.S/2300<br>178.07 | 1.000 ud | 178.07 |
| P%1000500 | Pequeño material y piezas espec.<br>10.00                   | 2.000 %  | 5.00   |
| CI        | COSTES INDIRECTOS 3%<br>0.00                                | 2.151 %  | 0.00   |

**TOTAL PARTIDA .....215.08**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS QUINCE con OCHO CÉNTIMOS

### 3. Presupuesto a parcial

|                 |                                                                                                                                                                                  |       |       |      |                                                         |       |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|------|---------------------------------------------------------|-------|
| <b>01</b>       | <b>Movimiento de tierras</b>                                                                                                                                                     |       |       |      |                                                         |       |
| <b>E02AM010</b> | <b>m2 Desbroce y limpieza de terreno a máquina</b>                                                                                                                               |       |       |      |                                                         |       |
|                 | Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares. 10cm.                                    |       |       |      |                                                         |       |
|                 |                                                                                                                                                                                  |       |       |      | Cantidad: 6,367.00<br>Precio: 0.47<br>Importe: 2,992.49 |       |
| <b>E02EM030</b> | <b>m3 Excavación vaciado a máquina terreno compacto</b>                                                                                                                          |       |       |      |                                                         |       |
|                 | Excavación en zanjas, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares. |       |       |      |                                                         |       |
|                 |                                                                                                                                                                                  | Ancho | Largo | Alto | m3                                                      |       |
|                 | Zapatas 1                                                                                                                                                                        | 10    | 3.50  | 2.40 | 1.05                                                    | 88.20 |
|                 | Zapatas 2                                                                                                                                                                        | 2     | 3.00  | 3.00 | 0.85                                                    | 15.30 |
|                 | Zapatas 3                                                                                                                                                                        | 3     | 1.50  | 1.50 | 0.70                                                    | 4.73  |
|                 | Zapatas 4                                                                                                                                                                        | 2     | 2.10  | 3.10 | 1.05                                                    | 13.67 |
|                 | Zapatas 5                                                                                                                                                                        | 2     | 2.10  | 3.10 | 1.20                                                    | 15.62 |
|                 | Zapatas 6                                                                                                                                                                        | 2     | 1.95  | 2.85 | 1.05                                                    | 11.67 |

|             |   |       |      |          |        |
|-------------|---|-------|------|----------|--------|
| Zapata 7    | 2 | 2.10  | 2.10 | 1.00     | 8.82   |
| Zapata 8    | 2 | 1.80  | 2.60 | 1.00     | 9.36   |
| Zapata 9    | 1 | 1.15  | 1.15 | 0.50     | 0.66   |
| Vigas atado | 1 | 93.80 | 0.40 | 0.50     | 18.76  |
|             |   |       |      | Subtotal | 186.79 |

Cantidad: 186.79  
 Precio: 12.67  
 Importe: 2,366.63

**TOTAL 01**  
 .....5,359.12

**02 Cimentaciones**

**E04CM040 m3 Horm.limpieza hm-20/p/20/i v.man**  
 Hormigón en masa HM-20 N/mm<sup>2</sup>., consistencia plástica, Tmáx.20 mm., para ambiente normal, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación.

Cantidad: 20.29  
 Precio: 90.92  
 Importe: 1,844.77

**E04SA020 m2 Soler.ha-25, 15cm.arma.#15x15x6**  
 Solera de hormigón de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25 N/mm<sup>2</sup>., Tmáx.20 mm., elaborado en obra, i/vertido, colocación y armado con mallazo 15x15x6, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según NTE-RSS y EHE.

Cantidad: 1,250.00  
 Precio: 16.54  
 Importe: 20,675.00

**E04CA060 m3 H.arm. ha-25/p/20/i v. grúa**  
 Hormigón armado HA-25 N/mm<sup>2</sup>., Tmáx.20 mm., para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg./m<sup>3</sup>.), vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE-CSZ y EHE.

|                 |    | Ancho | Largo | Alto | m3            |
|-----------------|----|-------|-------|------|---------------|
| Zapatas 1       | 10 | 3.50  | 2.40  | 1.05 | 88.20         |
| Zapatas 2       | 2  | 3.00  | 3.00  | 0.85 | 15.30         |
| Zapatas 3       | 3  | 1.50  | 1.50  | 0.70 | 4.73          |
| Zapatas 4       | 2  | 2.10  | 3.10  | 1.05 | 13.67         |
| Zapatas 5       | 2  | 2.10  | 3.10  | 1.20 | 15.62         |
| Zapatas 6       | 2  | 1.95  | 2.85  | 1.05 | 11.67         |
| Zapata 7        | 2  | 2.10  | 2.10  | 1.00 | 8.82          |
| Zapata 8        | 2  | 1.80  | 2.60  | 1.00 | 9.36          |
| Zapata 9        | 1  | 1.15  | 1.15  | 0.50 | 0.66          |
| Vigas atado     | 1  | 93.80 | 0.40  | 0.50 | 18.76         |
| <b>Subtotal</b> |    |       |       |      | <b>186.79</b> |

Cantidad: 186.79  
 Precio: 134.52  
 Importe: 25,126.99

**E04SE020 m2 Encachado piedra 40/80 e=20cm**  
 Encachado de piedra caliza 40/80 de 20 cm. de espesor en sub-base de solera, i/extendido y compactado con pisón.

Cantidad: 31,250.00  
 Precio: 7.19  
 Importe: 8,987.50

**TOTAL 02**  
 .....**56,634.26**

| <b>03 Estructuras</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                            |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| <b>E05AAL010</b>      | <b>kg ACERO S275 JR ESTR. SOLDADA</b><br>Acero laminado S275 JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, totalmente montado y colocado. Según DB-SE-A. | Cantidad: 77,752.32<br>Precio: 1.86<br>Importe: 144,619.32 |
| <b>C08AC030</b>       | <b>m CORREA CHAPA PERFORADA TIPO "Z"</b><br>Correa realizada en chapa conformada en frío tipo Z. Incluso parte proporcional de despuntes y piezas especiales. Totalmente colocada y montada. Realizada s/CTE e instrucción EHE-08.                                                                                                       | Cantidad: 1,900.00<br>Precio: 14.98<br>Importe: 28,462.00  |
| <b>TOTAL 03</b>       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>.....173,081.32</b>                                     |

| 04 Albañilería    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>E06BHB030</b>  | <p><b>m2 FÁB.BLOQ.HORM.BLAN.40x20x20 C/V</b></p> <p>Fábrica de bloques huecos de hormigón blanco de 40x20x20 cm. colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento blanco BL-II 42,5 R y arena de río 1/4, mortero M-10/BL, relleno de hormigón HA-25/P/20/I y armaduras según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2. Según DB-SE-F y RC-08.</p> <p style="text-align: right;">Cantidad: 1,125.00<br/>Precio: 39.97<br/>Importe: 44,966.25</p>                                                                                                                                                                                                 |
| <b>E06DBYY030</b> | <p><b>m2 TABIQUE YESO 60x25x10cm.+MURFOR</b></p> <p>Tabicón con bloques de yeso de 60x25x10 cm. lisos para revestir, recibido con mortero de cemento y arena de río 1:4, con colocación, cada 4 hiladas, de armadura de acero galvanizado en caliente, en forma de cercha y recubierta de zinc, Murfor RND. EFS/Z-40, según EC6. I/p.p. de tratamiento de huecos, paso de instalaciones, tornillería, pastas de agarre y juntas, cintas para juntas, anclajes para suelo y techo. Relleno de la junta inferior. Enrasado y alisado con cola de las juntas. Eliminación de restos y limpieza final. P.p. de andamiajes y medios auxiliares. Totalmente terminado y listo para imprimir y pintar o decorar. E06DBL010 TABIQUE LAD.H/S C/CEMENTO DIVIS. m2 14.38 0</p> <p style="text-align: right;">Cantidad: 149.0<br/>Precio 7.79<br/>Importe 1,160.71</p> |
| <b>C10S040</b>    | <p><b>m2 FALSO TECHO ESCAY.DESMON.60x60cm</b></p> <p>Falso techo desmontable de placas de escayola, aligeradas con panel fisurado de 60x60cm., suspendido de perfilería vista, comprendiendo perfiles primarios, secundarios y angulares de remate fijados al techo. Incluso parte proporcional de accesorios de fijación. Totalmente acabado.</p> <p style="text-align: right;">Cantidad: 128.00<br/>Precio 20.61<br/>Importe 2,638.08</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>C10R010</b>    | <p><b>m² ENFOSCADO CS III - W0 CÁMARAS</b></p> <p>Enfoscado a buena vista sin maestrear, aplicado con llana, con mortero de cemento CEM II/A-P 32.5 R y arena de río CS III - W0 en interior de cámaras de aire de 20 mm. de espesor. Incluso parte proporcional de andamiaje. Medido deduciendo huecos.</p> <p style="text-align: right;">Cantidad: 128.00<br/>Precio 6.04<br/>Importe 773.12</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>C10R180</b>    | <p><b>m² ENLUCIDO PARAMENTOS VERTICALES</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                     |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
|                | Enlucido de paramentos verticales, mediante pasta de yeso. Incluso parte proporcional de realización de juntas estructurales, encuentros con rodapiés y carpinterías, colocación y retirada de andamios y medios auxiliares. Totalmente acabado.                                | Cantidad: 128.00<br>Precio 2.86<br>Importe 366.08   |
| <b>C31C070</b> | <b>m<sup>2</sup> PINTURA PLÁSTICA BLANCA MATE</b><br>Pintura plástica lisa mate blanca, en paramentos interiores horizontales y verticales, dos manos. Incluso lijado, mano de imprimación, plastecido, lijado y acabado.                                                       | Cantidad: 128.00<br>Precio 6.46<br>Importe 826.88   |
| <b>C14C030</b> | <b>m<sup>2</sup> AZULEJO BLANCO 20x20cm. MATE</b><br>Suministro y colocación de azulejo de dimensiones 20x20 cm., color blanco mate, de 1ª calidad, recibido sobre soporte de revoco maestreado con cemento cola. Incluso parte proporcional de enlechado de juntas y limpieza. | Cantidad: 84.00<br>Precio 21.36<br>Importe 1,794.24 |
|                | <b>TOTAL 04</b>                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                     |
|                | .....                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>52,525.36</b>                                    |

**05 Cubierta**

C09N230

m2 CUMBRERA DE CHAPA

Formación de cumbrera de chapa galvanizada sándwich, exterior similar a una chapa trapezoidal pero con un alma de poliuretano de 15mm y chapa blanca inferior para darle mejor acabado estético y una mayor durabilidad.

Panel sandwich autoportante de 5 grecas con tornillería vista compuesto por dos láminas de acero prelacado con núcleo interior aislante de poliuretano de alta densidad.

El solapo entre placas será superior a 150 mm. y dispondrá de junta de sellado. El desarrollo no será menor de 500 mm. La fijación se realizará mediante gancho y tornillo autorroscante.

Incluso parte proporcional de replanteo de placas, solapes, cortes, remates, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, andamios, medidas de seguridad, etc. Totalmente acabada.

|            |   |                     |        |
|------------|---|---------------------|--------|
| Superficie | 2 | Superficie<br>50.00 | 100.00 |
|------------|---|---------------------|--------|

Subtotal 100.00

Cantidad 100.00

Precio 24.00

Importe 2,400.00

**TOTAL 05**

.....**2,400.00**



| 06 Instalaciones |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                 |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 6.1. Eléctrica   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                 |
| C20A020          | <p>ud ARQUETA REGIST.ALUMBR.40x40x60cm.</p> <p>Formación de arqueta registrable para alumbrado, de dimensiones 40x40x60 cm., conformada por solera de 15 cm. de hormigón HM-20N/mm<sup>2</sup> y desagüe central, con muros aparejados de 12 cm. de espesor de ladrillo macizo de resistencia R-100 Kg/m<sup>2</sup>, con juntas de mortero M-5 de 1 cm. de espesor. Enfoscado interiormente con mortero, bruñido y con ángulos redondeados. Con tapa de registro cuadrada para acera de dimensiones 40x40 cm. y una resistencia al peso de 12.5 Tn. Totalmente instalada.</p>                                                                                      | <p>Cantidad 1.00<br/>           Precio 182.50<br/>           Importe 182.50</p> |
| C20A160          | <p>m CIRCUITO ELÉCTRICO ENTERRADO 4x16mm<sup>2</sup> Cu</p> <p>Circuito eléctrico enterrado, instalado con cable de cobre del tipo XLPE, aislado para resistir una tensión nominal de 1.000 V., con una sección de 3 conductores mas neutro de 16 mm<sup>2</sup> de sección nominal mínima en fases y 16 mm<sup>2</sup> para el conductor de neutro, para su colocación en tubo de PVC existente. Se tenderán por el tubo, los conductores de fase, neutro y protección, hasta los distintos puntos de suministro. Incluso parte proporcional de empalmes, conexiones, piezas especiales, cinta aislante vulcanizada y pequeño material. Totalmente acabado.</p>    | <p>Cantidad 7.00<br/>           Precio 6.35<br/>           Importe 44.45</p>    |
| C20F010          | <p>ud ARQUETA DE CONEXIÓN 40x50x25cm.</p> <p>Arqueta de conexión toma de tierra, de dimensiones 40x50x25 cm., conformada por solera de hormigón HM-20N/mm<sup>2</sup>, con muros aparejados de 12 cm. de espesor, de ladrillo macizo de resistencia R-100 Kg/m<sup>2</sup> y juntas de mortero M-5 de 1 cm. de espesor. Enfoscado interiormente con mortero, bruñido y con ángulos redondeados. Cerco de perfil laminado L-50-5 mm., al que se soldarán las armaduras de las tapas de hormigón de HA-25N/mm<sup>2</sup> y la armadura formada por redondos de ø8mm. de acero AE-42, formando retícula cada 10 cm. Colocación del embarrado. Totalmente acabada.</p> | <p>Cantidad 1.00<br/>           Precio 167.08<br/>           Importe 167.08</p> |
| C20F020          | <p>m CONDUCCIÓN A TIERRA ENTERRADA 35mm<sup>2</sup></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                 |

Conducción de línea de puesta a tierra enterrada, instalada con conductor de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> de sección nominal s/UNE 21.022. El cable se instalará en contacto con el terreno y a una profundidad no menor de 80 cm. a partir de la última solera transitable. Sus uniones se realizarán con soldadura aluminotérmica. Las estructuras metálicas y armaduras de muros o soportes de hormigón se soldarán mediante cable conductor a las uniones enterradas. Incluso parte proporcional de cable y uniones, soldaduras aluminotérmicas y conexiones. Totalmente instalada.

Cantidad 7.00  
Precio 6.36  
Importe 44.52

**C20F050**

**ud PICA TOMA A TIERRA L=2m ø16mm.**

Suministro e instalación de pica de puesta a tierra, conformada por pica de acero de carbono, dureza Brunell, recubierto de cobre de ø16 mm. y una longitud de 2.000 mm. La unión al cable se realizará mediante soldadura aluminotérmica o grapa doble, para un mejor contacto por presión sobre el conductor. Incluso parte proporcional de conexiones e hincado. Totalmente instalada.

Cantidad 2.00  
Precio 20.02  
Importe 40.04

**08ECC00102**

**m CIRCUITO MONOFÁSICO 3x1,5 mm<sup>2</sup> EMPOTRADO**

Circuito monofásico, instalado con cable de cobre de tres conductores H07V-K de 1,5 mm<sup>2</sup> de sección nominal mínima, empotrado y aislado con tubo de PVC flexible de 13 mm de diámetro, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería; construido según REBT. Medida la longitud ejecutada desde la caja de mando y protección REBT hasta la caja de registro del ultimo recinto suministrado.

Cantidad 54.00  
Precio 3.76  
Importe 203.04

**08ECC00103**

**m CIRCUITO MONOFÁSICO 3x2,5 mm<sup>2</sup> EMPOTRADO**

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                               |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
|                  | <p>Circuito monofásico, instalado con cable de cobre de tres conductores H07V-K de 2,5 mm<sup>2</sup> de sección nominal, empotrado y aislado con tubo de PVC flexible de 13 mm de diámetro, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería; construido según REBT. Medida la longitud ejecutada desde la caja de mando y protección REBT hasta la caja de registro del ultimo recinto suministrado.</p> | <p>Cantidad 100.00<br/>         Precio 4.52<br/>         Importe 452.00</p>   |
| <b>E12ECT070</b> | <p><b>m. CIRCUITO TRIF. COND. Cu 25 mm<sup>2</sup>.</b><br/>         Circuito de potencia para una intensidad máxima de 50 A. o una potencia de 26 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 25 mm<sup>2</sup>. de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 36 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje. Según REBT.</p>                          | <p>Cantidad 18.00<br/>         Precio 17.42<br/>         Importe 313.56</p>   |
| <b>E12ECT050</b> | <p><b>m. CIRCUITO TRIF. COND. Cu 10 mm<sup>2</sup>.</b><br/>         Circuito de potencia para una intensidad máxima de 30 A. o una potencia de 16 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 10 mm<sup>2</sup>. de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 29 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje. Según REBT.</p>                          | <p>Cantidad 67.00<br/>         Precio 13.15<br/>         Importe 881.05</p>   |
| <b>E12ECT030</b> | <p><b>m. CIRCUITO TRIF. COND. Cu 4 mm<sup>2</sup>.</b><br/>         Circuito de potencia para una intensidad máxima de 20 A. o una potencia de 10 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 4 mm<sup>2</sup>. de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 21 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje. Según REBT.</p>                            | <p>Cantidad 38.00<br/>         Precio 9.42<br/>         Importe 357.96</p>    |
| <b>E12ECT020</b> | <p><b>m. CIRCUITO TRIF. COND. Cu 2,5 mm<sup>2</sup>.</b><br/>         Circuito de potencia para una intensidad máxima de 15 A. o una potencia de 8 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 2,5 mm<sup>2</sup>. de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 16 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje. Según REBT.</p>                         | <p>Cantidad 240.00<br/>         Precio 8.49<br/>         Importe 2,037.60</p> |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                       |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 08ECK00030 | <p><b>m CONDUCTOR Cu RZ1-K(AS) 0.6/1 KV 1X70 mm2</b><br/>                     Conductor eléctrico, instalado con cable, de un conductor RZ1-K(AS) de 70 mm<sup>2</sup> de sección nominal y 0,6/1kV de tensión nominal, con aislamiento y cubierta de polietileno reticulado (XLPE), bajo tubo o en bandeja, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería. Según normas UNE, REBT y de la compañía suministradora. Medida la longitud ejecutada</p>   | <p>Cantidad 39.00<br/>                     Precio 14.34<br/>                     Importe 559.26</p>   |
| 08ECK00060 | <p><b>m CONDUCTOR Cu RZ1-K(AS) 0.6/1 KV 1X185 mm2</b><br/>                     Conductor eléctrico, instalado con cable, de un conductor RZ1-K(AS) de 185 mm<sup>2</sup> de sección nominal y 0,6/1kV de tensión nominal, con aislamiento y cubierta de polietileno reticulado (XLPE), bajo tubo o en bandeja, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería. Según normas UNE, REBT y de la compañía suministradora. Medida la longitud ejecutada</p> | <p>Cantidad 42.00<br/>                     Precio 46.53<br/>                     Importe 1,954.26</p> |
| 08ECK00065 | <p><b>m CONDUCTOR Cu RZ1-K(AS) 0.6/1 KV 1X240 mm2</b><br/>                     Conductor eléctrico, instalado con cable, de un conductor RZ1-K(AS) de 240 mm<sup>2</sup> de sección nominal y 0,6/1kV de tensión nominal, con aislamiento y cubierta de polietileno reticulado (XLPE), bajo tubo o en bandeja, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería. Según normas UNE, REBT y de la compañía suministradora. Medida la longitud ejecutada</p> | <p>Cantidad 57.00<br/>                     Precio 60.48<br/>                     Importe 3,447.36</p> |
| E12EMOB090 | <p><b>ud BASE SUP. IP447 32 A. 3P+T.T.</b><br/>                     Base de enchufe tipo industrial, para montaje superficial, 3P+T.T., 16 A. 230 V., con protección IP447, totalmente instalada. Según REBT.</p>                                                                                                                                                                                                                                                    | <p>Cantidad 8.00<br/>                     Precio 79.84<br/>                     Importe 638.72</p>    |
| E12EMOB030 | <p><b>ud BASE ENCHUFE NORMAL</b><br/>                     Base de enchufe normal realizada con tubo PVC corrugado de D=13/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm<sup>2</sup> de Cu., y aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase y neutro), incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, base de enchufe normal 10 A.(II), totalmente instalada. Según REBT.</p>                                                                       | <p>Cantidad 14.00<br/>                     Precio 18.64<br/>                     Importe 260.96</p>   |
| 08ECW00510 | <p><b>m BANDEJA DE REJILLA 400x100 mm</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                       |

Bandeja de rejilla de dimensiones 400x100 mm, electrocincada Clase 3 según UNE-EN 61537 para ambientes interiores sin contaminantes, fijada a forjado mediante sistema de cuelgue de longitud variable y soporte en omega. Incluso p.p. de piezas especiales y conexiones. Construido según REBT. Medida la longitud ejecutada

Cantidad 230.00  
 Precio 25.65  
 Importe 5,899.50

**08EIM00675**    **u**    **INTERRUP. AUTO. MAGNETOTÉRMICO TETRAPOLAR 85kA DE 630A**  
 Interruptor automático magnetotérmico tetrapolar de 630 A con poder de corte 8-85kA para varios tipos de curvas de corte. Con indicador de corte en maneta y posibilidad de acople de auxiliares y doble aislamiento clase 2. Según normas UNE, REBT y de la compañía suministradora. Medida la unidad ejecutada

Cantidad 1.00  
 Precio 463.37  
 Importe 463.37

**08EIM00670**    **u**    **INTERRUP. AUTO. MAGNETOTÉRMICO TETRAPOLAR 85kA DE 3.200A**  
 Interruptor automático magnetotérmico tetrapolar de 40 A con poder de corte 35000 A para varios tipos de curvas de corte. Con indicador de corte en maneta y posibilidad de acople de auxiliares, tensión de aislamiento de 500V en CA y doble aislamiento clase 2. Según normas UNE, REBT y de la compañía suministradora. Medida la unidad ejecutada

Cantidad 1.00  
 Precio 2,021.77  
 Importe 2,021.77

**TOTAL 6.1.**  
 .....**19,969.00**

**6.3. Iluminación**  
**E12EIAB030    ud    FOCO LED 47W**

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                      |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
|                   | Foco base con lámpara halógena de 47 W. para conexión directa o con adaptador para carril, con protección IP20 clase I, cuerpo metálico lacado, con articulación giratoria, lámpara halógena 50 W. 12 V. y transformador. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado. Según REBT.                                                                                                                                                              | Cantidad 5.00<br>Precio 305.62<br>Importe 1,528.10   |
| <b>E12E1AB070</b> | <b>ud LAMPARA LED 218W.</b><br>Lampara LED especial para gran iluminación de 218 W. 220 V., para conexión directa o con adaptador para carril, con protección IP65/IK07, cuerpo en aluminio con articulación giratoria. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.                                                                                                                                                                            | Cantidad 35.00<br>Precio 760.62<br>Importe 26,621.70 |
| <b>E12E1AE030</b> | <b>ud LUMINARIA ESTANCA 46,6 W.</b><br>Luminaria estanca, en material plástico de 46,6 W. con protección IP65 clase I, cuerpo de poliéster reforzado con fibra de vidrio, difusor de policarbonato de 2mm. de espesor, con abatimiento lateral, equipo eléctrico formado por reactancias, condensador, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes estándar y bornas de conexión. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado. Según REBT. | Cantidad 26.00<br>Precio 191.00<br>Importe 4,966.00  |
| <b>E12E1M040</b>  | <b>ud BLQ.AUTO.EMERGENCIA 200 lm.</b><br>Luminaria de emergencia autónoma de 200 lúmenes, teledomable, autonomía superior a 1 hora, equipada con batería Ni.Cd estanca de alta temperatura. Según REBT y DB-SI.                                                                                                                                                                                                                                                                     | Cantidad 9.00<br>Precio 100.34<br>Importe 903.06     |
|                   | <b>TOTAL 6.3.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>.....34,018.86</b>                                |

**6.2. Fontanería**

|                |                                                                                                      |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>C23B150</b> | <b>ud PLATO RINCÓN MALTA 750x750 ANG.</b><br>Suministro e instalación de plato de ducha de porcelana |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                             |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
|                | <p>vitrificada para rincón, de dimensiones 750x750 mm., modelo Malta, en color a elegir. La unión entre paramentos y aparato irá sellada. Totalmente instalado.</p>                                                                                                                                                                                                                           | <p>Cantidad 6.00<br/>         Precio 137.26<br/>         Importe 823.56</p> |
| <b>C23B200</b> | <p><b>ud GRIFERÍA BAÑO-DUCHA BRAVA</b><br/>         Grifería para baño-ducha, monobloque, del tipo Brava, en color cromado, con desagüe sifón, rebosadero, soporte de rótula para ducha, tapón, cadenilla, ducha teléfono con rociador y tubo flexible de ½" y 1,70 m. de longitud. Incluso parte proporcional de conexión a las redes de abastecimiento y desagüe. Totalmente instalada.</p> | <p>Cantidad 6.00<br/>         Precio 81.52<br/>         Importe 489.12</p>  |
| <b>C23C030</b> | <p><b>ud LAVABO NEO-SELENE 1 SENO</b><br/>         Suministro y colocación de lavabo de porcelana vitrificada, serie Neo-Selene, para empotrar, de dimensiones 510x395 mm, en colores normales no especiales. La unión entre el alicatado y el lavabo irá sellada. Totalmente acabado e instalado.</p>                                                                                        | <p>Cantidad 6.00<br/>         Precio 87.56<br/>         Importe 525.36</p>  |
| <b>C23C130</b> | <p><b>ud GRIFERÍA LAVABO BRAVA MONOBLOQUE</b><br/>         Grifería para lavabo, monobloque, del tipo Brava, en color cromado, con desagüe sifón, tapón, cadenilla, cubre agujeros, llaves de escuadra y ramalillos cromados. Incluso parte proporcional de conexión a las redes de abastecimiento y desagüe. Totalmente instalada.</p>                                                       | <p>Cantidad 4.00<br/>         Precio 91.07<br/>         Importe 364.28</p>  |
| <b>C23D040</b> | <p><b>ud INOD.VICTORIA TANQUE ALTO P/FLUXOR</b><br/>         Suministro e instalación de inodoro de porcelana vitrificada blanca, modelo Victoria. Con taza para fluxor, asiento y tapa lacados. Incluso parte proporcional de instalación y fijaciones. Totalmente instalado.</p>                                                                                                            | <p>Cantidad 4.00<br/>         Precio 94.62<br/>         Importe 378.48</p>  |
| <b>C23G050</b> | <p><b>ud FREGADERO ACERO VERSIÓN M 2 SENOS</b><br/>         Suministro y colocación de fregadero de sobre muebles de acero inoxidable amagnético, con dos senos, rebosadero integral, cubetas de 405.mm. de ancho, insonorizadas, del tipo Versión</p>                                                                                                                                        |                                                                             |

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                  |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
|           | "M", de dimensiones 800x600.mm. La unión entre la encimera y el fregadero irá sellada por un cordón de silicona de primera calidad. Totalmente instalado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Cantidad 1.00<br>Precio 154.44<br>Importe 154.44 |
| C23G110   | <b>ud GRIFERÍA FREGADERO BRAVA MONOBL.</b><br>Grifería para fregadero, monobloque, del tipo Brava, en color cromado, con desagüe sifón de PVC, tapón, cadenilla, cubre agujeros, llaves de escuadra y ramalillos cromados. Incluso parte proporcional de conexión a las redes de abastecimiento y desagüe. Totalmente instalada.                                                                                                                                                                                                                                                         | Cantidad 1.00<br>Precio 97.43<br>Importe 97.43   |
| C22C020   | <b>ud CONTADOR 1½" 40mm.</b><br>Suministro e instalación de contador de agua de 1½", conexas a la acometida y a la red de distribución interior. Incluso instalación de dos llaves de corte de esfera de 40 mm., grifo de purga y válvula de retención. Totalmente instalado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Cantidad 1.00<br>Precio 672.35<br>Importe 672.35 |
| C22N090   | <b>ud INST.BAÑO COMP.AGUA F/C/DES.PVC</b><br>Instalación de fontanería para un baño dotado de lavabo, inodoro y duchas, realizada con tuberías de polietileno reticulado Wirsbo-PEX para las redes de agua fría y caliente, utilizando el sistema Wirsbo Quick & Easy de derivaciones por tes, con tuberías de PVC serie B para la red de desagüe con los diámetros necesarios para cada punto de servicio y sifones individuales para los aparatos. Incluso parte proporcional de bajante de PVC de 110 mm. y manguetón de enlace para el inodoro, terminada y sin aparatos sanitarios. | Cantidad 2.00<br>Precio 220.80<br>Importe 441.60 |
| C22AAP180 | <b>ud ACOMETIDA DN200 mm. 4,5" POLIETILENO</b><br>Acometida a la red general municipal de agua DN200 mm., hasta una longitud máxima de 8 m., realizada con tubo de polietileno de 11,43 cm. de diámetro nominal de alta densidad, con collarín                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                  |



de toma de P.P., derivación a 3", codo de latón, enlace recto de polietileno y llave de esfera latón roscar de 3". Incluso parte proporcional de piezas especiales y accesorios. Terminada y funcionando, s/CTE-HS-4. Medida la unidad terminada.

Cantidad 6.18  
Precio 498.91  
Importe 3,083.26

**C22ATC240** m TUBERÍA EMPOTRADA COBRE  $\varnothing 34 \times 36$  CALORIF.9mm.  
Suministro e instalación de tubería empotrada y calorífuga de tubo redondo de cobre, estirado en frío, sin soldadura, calorífuga, de  $\varnothing 34$  mm., con un espesor de pared de 2 mm., soldado por capilaridad. Las uniones de tubos y piezas especiales se realizarán mediante manguitos o juntas de enchufe, con soldadura por capilaridad. El aislamiento se realizará mediante coquilla flexible de espuma elastomérica, para un diámetro exterior de tubo de 28 mm., del tipo Armaflex, modelo F-35, de espesor de pared 9 mm. La coquilla se dispondrá teniendo especial cuidado en la eliminación de puentes térmicos. Incluso parte proporcional de piezas especiales, materiales de soldadura, pequeñas piezas del mismo material, pruebas de estanqueidad, formación de juntas y encuentros, corte de las coquillas, cinta de fijación y colocación. Totalmente instalada.

Cantidad 10.00  
Precio 19.52  
Importe 195.20

**C22ATE040** m TUBO POLIETILENO RETICULADO 90mm.  
Tubería Wirsbo-PEX de polietileno reticulado por el método Engel (Peróxido), según Norma UNE 53.381, de 40 mm. de diámetro, colocada en instalaciones interiores de viviendas y locales comerciales para agua fría. Con parte proporcional de accesorios de polisulfona. Instalada y funcionando según normativa vigente y sin protección superficial.

Cantidad 10.00  
Precio 13.63  
Importe 136.30

**TOTAL 6.2.**

.....7,361.38

#### **6.4. Saneamiento**

**C22E070** ud BOTE SIFÓNICO PVC C/SUMIDERO  $\varnothing 110$ mm.  
Bote sifónico para encastrar, de PVC, de  $\varnothing 110$  mm., con tapa de acero inoxidable colocada al mismo nivel del pavimento. Incluso parte proporcional de piezas especiales, emboquillado de los

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                     |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------|
|                  | diferentes desagües, uniones, pequeño material, etc. Totalmente instalado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | Cantidad 4.00<br>Precio 26.50<br>Importe 106.00     |
| <b>C07AA090</b>  | <b>ud ARQUETA SIFÓNICA REGIST. 63x63cm.</b><br>Arqueta sifónica registrable, de 63x63 cm. de medidas interiores y altura variable, compuesta por solera de hormigón HM-20N/mm <sup>2</sup> , fábrica de ladrillo perforado a 1/2 asta, enfoscado interiormente con mortero de cemento. Incluso parte proporcional de cerco de perfil laminado en L-50, tapa de hormigón armado, sifón formado por un codo de PVC, medios auxiliares para su ejecución, etc. Completa y acabada. |  | Cantidad 1.00<br>Precio 154.81<br>Importe 154.81    |
| <b>C22E100</b>   | <b>m BAJANTE DE PVC SERIE C. ø110mm.</b><br>Bajante de PVC serie C, de ø110 mm., con sistema de unión por enchufe, con junta labiada colocada con abrazaderas metálicas. Incluso parte proporcional de piezas especiales de PVC. Totalmente instalada y funcionando.                                                                                                                                                                                                            |  | Cantidad 10.00<br>Precio 10.65<br>Importe 106.50    |
| <b>E12SJP040</b> | <b>m. BAJANTE DE PVC SERIE F. 200 mm.</b><br>Bajante de PVC serie F de pluviales, de 200 mm. de diámetro, con sistema de unión por enchufe con junta labiada, colocada con abrazaderas metálicas, totalmente instalada, incluso con p.p. de piezas especiales de PVC, funcionando. Según DB-HS 5.                                                                                                                                                                               |  | Cantidad 56.00<br>Precio 14.63<br>Importe 819.28    |
| <b>E03CPC030</b> | <b>m. TUBERÍA COLGADA PVC D=200 mm.</b><br>Canalón colgado de PVC liso de saneamiento de pluviales, de unión en copa lisa pegada, de 200 mm. de diámetro interior, colocada colgada mediante abrazaderas metálicas, incluso con p.p. de piezas especiales en desvíos y con p.p. de medios auxiliares y de ayudas de albañilería, cumpliendo normas de colocación y diseños recogidas en el DB-HS5.                                                                              |  | Cantidad 100.00<br>Precio 22.78<br>Importe 2,278.00 |
| <b>C07CP040</b>  | <b>m TUBERÍA ENTERRADA PVC ø200mm. S/ARENA</b><br>Tubería enterrada de PVC rígido, de unión por junta elástica, de ø200 mm., colocada en zanjas sobre cama de arena de 10 cm. de espesor. Con posterior tapado de tubería, con material granular compactado, y relleno de zanja con tierras procedentes de la propia excavación. Incluso parte proporcional uniones, pequeño                                                                                                    |  |                                                     |

---

material y piezas especiales. Completa y colocada.

Cantidad 100.00  
Precio 25.70  
Importe 2,570.00

**TOTAL 6.4.**

.....**6,034.59**

**6.5.      Contra incendios**

C28F0580   ud   EXTINTOR POLVO 6 Kg. EFIC. 113B-21A

Suministro y colocación de extintor de polvo polivalente, con carga de 6 Kg., con una eficacia de 113B-21A. Totalmente instalado.

Cantidad 7.00  
Precio 49.57  
Importe 346.99

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                      |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| <b>C28F0670</b> | <b>ud BOCA INCEN.EQUIPO IPF-43 20m.45mm.</b><br>Suministro e instalación de boca de incendio equipada IPF-43, de dimensiones 20x45 cm., conformada por armario metálico con puerta de vidrio, manguera racorada extensible de 20 m. de longitud, con racor de $\varnothing 45$ mm., devanadera, lanza chorro cromada de $\varnothing 45$ mm. modelo americano, así como soporte, manómetro, serigrafía con el rótulo "Rompase en caso de incendio", vidrio estirado de 3mm. de espesor con escotaduras triangulares en ángulos opuestos. Totalmente instalada. Incluso parte proporcional de uniones a conducción, pequeño material y ayudas de albañilería. | Cantidad 2.00<br>Precio 237.49<br>Importe 474.98     |
| <b>C28F0890</b> | <b>ud GRUPO PRESIÓN 24m<sup>3</sup>/h 65 m.c.a</b><br>Suministro e instalación de grupo de presión contra incendios para 24 m <sup>3</sup> /h a 65 m.c.a., según normas UNE y CEPREVEN, compuesto por electrobomba principal de 15 CV., electrobomba de 2 CV. para mantener la presión en la red, tobera de aspiración con válvulas de seccionamiento, tobera de impulsión con válvulas de corte y retención, válvula de seguridad, acumulador hidroneumático de 25 Lt., bancada metálica de conjunto, etc. Incluso parte proporcional de conexiones, líneas de alimentación, pequeño material, medios auxiliares, etc. Totalmente terminado e instalado.    | Cantidad 1.00<br>Precio 5,154.80<br>Importe 5,154.80 |
| <b>C28F0870</b> | <b>ud DEPÓSITO RESERVA PVC 14.40 m<sup>3</sup> SUPERF.</b><br>Suministro e instalación de depósito reserva de agua contra incendios, de 14.400 L. de capacidad, para instalar en superficie, construido en poliéster de alta resistencia. Incluso parte proporcional de conexiones a la red, pequeño material, medios auxiliares, etc. Totalmente instalado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Cantidad 1.00<br>Precio 3,901.50<br>Importe 3,901.50 |
| <b>C28F0910</b> | <b>ud SEÑAL ALUMINIO ANODIZADO 210/297mm.</b><br>Suministro e instalación de señalización de equipos contra incendios, señales de riesgo, peligro, prohibición, uso obligatorio, evacuación, etc., en aluminio anodizado, de dimensiones 210x297 mm. Totalmente instalada.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Cantidad 16.00<br>Precio 18.49<br>Importe 295.84     |
| <b>C28F0270</b> | <b>ud CENTRAL DETECCIÓN INCENDIOS 7 ZONAS</b><br>Suministro e instalación de central de detección de incendios                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                      |

para 6 zonas, homologada. Incluso parte proporcional de líneas de alimentación, conexiones, medios auxiliares, etc. Completa e instalada.

Cantidad 1.00  
Precio 466.90  
Importe 466.90

**C22ATE040 m TUBO POLIETILENO RETICULADO 90mm.**

Tubería Wirsbo-PEX de polietileno reticulado por el método Engel (Peróxido), según Norma UNE 53.381, de 40 mm. de diámetro, colocada en instalaciones interiores de viviendas y locales comerciales para agua fría. Con parte proporcional de accesorios de polisulfona. Instalada y funcionando según normativa vigente y sin protección superficial.

Cantidad 56.00  
Precio 13.63  
Importe 763.28

**TOTAL 6.5.**

.....11,404.29

**TOTAL 06**

.....78,788.12

**07 Maquinaria**

**7.1. u Astilladora 260kW**

Astilladora de molinos de dimensiones 3x1,5x2 m con capacidad de 9 t/h. Potencia de 260kW.

Cantidad 1.00  
Precio 195,000.00  
Importe 195,000.00

**7.2. u Secadero y caldera.**

Secadero de cilindro rotativo tipo trómel. Sistema apagachispas, Air lock de alimentación, fan de aspiración, sistema de control eléctrico de motores de entrada y ciclones. Longitud del tambor

|      |                                                                                                                                                                                                      |                                                          |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
|      | 8m, diámetro del tambor 1,2m y potencia de 7,5kW.<br>Caldera de policombustible (Consumo 20-30 kg/h residuos de madera). Temperatura de trabajo 1000 °C y 600.000 kJ de poder calorífico.            | Cantidad 1.00<br>Precio 28,800.00<br>Importe 28,800.00   |
| 7.3. | <b>u Refinado 110kW</b><br>Molino de martillos que refina astillas y viruta convirtiéndolas en "harina" fina de madera. Potencia 110kW, dimensiones 2,8x1,64x2,1m, peso 5.300kg y capacidad de 7 t/h | Cantidad 1.00<br>Precio 197,000.00<br>Importe 197,000.00 |
| 7.4. | <b>u Pelletizadora de 220kW</b><br>Pelletizadora centrífuga de 220kW. Rendimiento de 5 t/h, dimensiones 3,8x1,68x3,4 y 20t de peso.                                                                  | Cantidad 1.00<br>Precio 240,000.00<br>Importe 240,000.00 |
| 7.5. | <b>u Refrigerador de pellets</b><br>Refrigerador de pellets de 13kW. Aire frío contracorriente. Capacidad 12 t/h, dimensiones 2,1x1,97x2,87m.                                                        | Cantidad 1.00<br>Precio 15,000.00<br>Importe 15,000.00   |
| 7.6. | <b>u Ensacadora</b><br>Ensacadora en sacos de 15kg con accesorio para llenado de BigBag. Capacidad de 8-20kg/bolsa, dimensiones 2,85x0,78x2,75m, peso de 390 kg y velocidad de 1-13 min/bolsa.       | Cantidad 1.00<br>Precio 9,000.00<br>Importe 9,000.00     |
| 7.7. | <b>u Cinta transportadora</b><br>Cinta transportadora de 0,8m de ancho. Potencia 1,5kW, longitud entre tambores de 8m y velocidad de 2,5-120 m/min.                                                  | Cantidad 1.00<br>Precio 19,920.00<br>Importe 19,920.00   |
| 7.8. | <b>u Tornillo sin fin 3,5kW</b><br>Tornillo sin fin de 3,5kW. Anchura de 0,8m, 150kg/m de peso y motorización horizontal o vertical.                                                                 |                                                          |

|       |                                                                                                                                                                                    |                                                            |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
|       |                                                                                                                                                                                    | Cantidad 1.00<br>Precio 25,200.00<br>Importe 25,200.007.9. |
|       |                                                                                                                                                                                    | <b>u Tolva</b>                                             |
| 65m3  | Tolva de 65m3 de acero galvanizado de 4x4x6,68m. Tubo de llenado de 4"                                                                                                             |                                                            |
|       |                                                                                                                                                                                    | Cantidad 1.00<br>Precio 6,000.00<br>Importe 6,000.00       |
| 7.10. | <b>u Tolva 46m3</b><br>Tolva de 46m3 de acero galvanizado de 4x4x5,68m. Tubo de llenado de 4"                                                                                      |                                                            |
|       |                                                                                                                                                                                    | Cantidad 1.00<br>Precio 4,100.00<br>Importe 4,100.00       |
| 7.11. | <b>Colector de polvo</b><br>Colector de polvo de mangas 5kW. Capacidad eólica de 3.992 m3/h, 2,6x1,15x3,17m y 11,2m2 de área de la tela.                                           |                                                            |
|       |                                                                                                                                                                                    | Cantidad 1.00<br>Precio 20,000.00<br>Importe 20,000.00     |
| 7.12. | <b>Pala cargadora</b><br>Pala cargadora 105kW y 4,4l. Peso de funcionamiento 15.950kg, sistema hidráulico de 220l y velocidad de desplazamiento de 37 km/h. Segunda mano.          |                                                            |
|       |                                                                                                                                                                                    | Cantidad 1.00<br>Precio 17,000.00<br>Importe 17,000.00     |
| 7.13. | <b>Carretilla elevadora</b><br>Carretilla elevadora con capacidad de carga de 1600kg. Altura de elevación 3,3 m, batería de 43.531 A, dimensiones 1,06x3,87x2,99m y 48 V.          |                                                            |
|       |                                                                                                                                                                                    | Cantidad 1.00<br>Precio 23,500.00<br>Importe 23,500.00     |
| 7.14. | <b>Silos</b><br>Silos con rompe. De acero galvanizado y equipados con: Indicador de nivel, alimentador, descargador de fondo, control de humedad y temperatura y escalera lateral. |                                                            |
|       |                                                                                                                                                                                    | Cantidad 1.00<br>Precio 33,100.00<br>Importe 33,100.00     |
| 7.14. | <b>Descortezadora</b><br>Descortezadora de rodillos paralelos<br>Descorteza diámetros de 5 a 80 cm con una potencia de 11x 2 Kw<br>Eficiencia de hasta el 99%.                     |                                                            |
|       |                                                                                                                                                                                    | Cantidad 1.00                                              |

Precio 150,000.00  
Importe 150,000.00

**TOTAL 07**

.....**983,620.00**



---

|           |                                                                                                                                                                          |                  |                 |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------|
| <b>08</b> | <b>Gestión de residuos</b>                                                                                                                                               |                  |                 |
| 8.1.      | Gestión de residuos de construcción y demolición                                                                                                                         |                  |                 |
|           | Gestión de los residuos de las tareas de construcción y demolición del proyecto. Ampliación en el Anexo 18- Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición. |                  |                 |
|           |                                                                                                                                                                          | Cantidad 1.00    |                 |
|           |                                                                                                                                                                          | Precio 6,188.96  |                 |
|           |                                                                                                                                                                          | Importe 6,188.96 |                 |
|           | <b>TOTAL 08</b>                                                                                                                                                          |                  |                 |
|           | .....                                                                                                                                                                    |                  | <b>6,188.96</b> |

| <b>09 Seguridad y salud</b>         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                       |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>9.1. Protecciones colectivas</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                       |
| C37C480                             | <p>ud CUADRO GENERAL OBRA P<sub>máx</sub>=130 KW.</p> <p>Suministro e instalación de cuadro general de mando y protección de obra para una potencia máxima de 130 kW. Compuesto por armario metálico con revestimiento de poliéster, de 100x80 cm., índice de protección IP 559, con cerradura, interruptor automático magnetotérmico de 4x250 A, diferencial de sensibilidad 0,3 A, un interruptor automático magnetotérmico de 4x160 A y 8 interruptores automáticos magnetotérmicos de 4x25 A, incluyendo cableado, rótulos de identificación de circuitos, bornas de salida y parte proporcional de conexión a tierra, para una resistencia no superior a 80 Ohmios. Totalmente terminado.</p> | <p>Cantidad 1.00<br/>                     Precio 640.58<br/>                     Importe 640.58</p>   |
| C37C310                             | <p>ud VALLA CONT.PEATONES AUT.2,5m.H=1m.</p> <p>Suministro de valla metálica autoportante de 2,50 m. de longitud y 1 m. de altura, para la contención de peatones, compuesta por tubo metálico con sus propias patas soporte. Incluso colocación y desmontaje.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>Cantidad 5.00<br/>                     Precio 14.61<br/>                     Importe 73.05</p>     |
| C37C120                             | <p>m BARANDILLA FORJ.PUNTALES-TABLÓN</p> <p>Suministro, colocación y posterior retirada de barandilla de protección de perímetros de forjados. Compuesta por puntales metálicos telescópicos separados 2,50 m., fijados por apriete al forjado, pasamanos formado por tablón de 20x5 cm., rodapié y travesaño intermedio de 15x5 cm. Totalmente terminado.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p>Cantidad 150.00<br/>                     Precio 7.32<br/>                     Importe 1,098.00</p> |
| C37C430                             | <p>ud TOMA DE TIERRA R80 Oh.R=150 Oh/m</p> <p>Suministro e instalación de toma de tierra para una resistencia superior a 80 Ohmios y una resistividad R=150 Oh/m. formada por arqueta de ladrillo macizo de 38x38x30 cm., tapa de hormigón armado, tubo de PVC de <math>\varnothing</math>75 mm., electrodo de acero cobrizado de 14,3 mm. y 200 cm. de profundidad, hincado en el terreno, línea de t.t. de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup>, con abrazadera a la pica. Incluso parte proporcional de excavación, conexiones, medios auxiliares, etc. Totalmente terminada.</p>                                                                                                                 | <p>Cantidad 1.00<br/>                     Precio 261.47<br/>                     Importe 261.47</p>   |

---

**C37C500**      **ud**   **EXTINTOR POLVO ABC 6 Kg. PR.INC.**  
Suministro de extintor de polvo químico ABC polivalente, de  
eficacia 21A/113B, de 6 Kg. de agente extintor, con soporte,  
manómetro comprobable y boquilla con difusor.

Cantidad 1.00  
Precio 48.61  
Importe 48.61

**C37S030**      **ud**   **PANEL COMPLETO PVC 700x1.000 mm.**  
Panel completo serigrafiado sobre planchas de PVC blanco de  
0,6 mm. de espesor nominal, tamaño 700x1.000 mm. Válido para  
incluir hasta 15 símbolos de señales, incluso textos "Prohibido el  
paso a toda persona ajena a la obra" (amortizable en cuatro  
usos). Incluso colocación y desmontaje, s/R.D. 485/97.

Cantidad 1.00  
Precio 3.54  
Importe 3.54

**TOTAL 9.1.**

.....**2,125.25**

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                  |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| <b>9.2. Instalaciones personales</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                  |
| C37B040                              | mes ALQUILER MÓDULO ASEO 9,40 m <sup>2</sup><br>Suministro en alquiler mensual de módulo prefabricado para aseos en obra de 4x2,35 m. Compuesto de puerta peatonal y ventana corredera de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado. Con estructura metálica y chapa de acero galvanizado con aislamiento térmico de 4 cm. de espesor. Dotado de termo eléctrico de 50 Lt., dos placas turcas, dos placas de ducha y lavabo de tres grifos. Incluso la instalación eléctrica protegida y la correspondiente instalación de fontanería y desagües. Totalmente instalado. | Cantidad 5.00<br>Precio 140.92<br>Importe 704.60 |
| <b>TOTAL 9.2.</b>                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                  |
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ..... <b>704.60</b>                              |
| <b>9.3. Servicios de protección</b>  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                  |
| C37B300                              | ud BOTIQUÍN DE URGENCIA<br>Suministro de botiquín de urgencia para obra, con el contenido mínimo obligatorio.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Cantidad 1.00<br>Precio 49.48<br>Importe 49.48   |
| C37B310                              | ud REPOSICIÓN BOTIQUÍN<br>Suministro para la reposición mínima obligatoria, del material de botiquín de urgencia.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Cantidad 1.00<br>Precio 16.28<br>Importe 16.28   |
| <b>TOTAL 9.3.</b>                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                  |
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ..... <b>65.76</b>                               |

| <b>9.4. Protecciones individuales</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                  |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| <b>C37D022</b>                        | <b>ud CASCO PROTECTOR OÍDOS</b><br>Suministro de casco con atalaje provisto de 6 puntos de anclaje, con protector de oídos acoplable. Certificado CE.                                                                                                                                                                                              | Cantidad 10.00<br>Precio 17.65<br>176.50         |
| <b>C37D030</b>                        | <b>ud PANTALLA SOLDADURA OXIACETILÉNICA</b><br>Suministro de pantalla de seguridad para soldadura oxiacetilénica, abatible con fijación en cabeza. Homologada.                                                                                                                                                                                     | Cantidad 5.00<br>Precio 2.47<br>Importe 12.35    |
| <b>C37D050</b>                        | <b>ud GAFAS CONTRA IMPACTOS</b><br>Suministro de gafas protectoras contra impactos, incoloras. Homologadas.                                                                                                                                                                                                                                        | Cantidad 10.00<br>Precio 2.42<br>Importe 24.20   |
| <b>C37D080</b>                        | <b>ud MASCARILLA ANTIPOLVO P1</b><br>Suministro de mascarilla antipolvo de seguridad, con detección mediante filtro mecánico. Homologada.                                                                                                                                                                                                          | Cantidad 10.00<br>Precio 0.46<br>Importe 4.60    |
| <b>C37D090</b>                        | <b>ud RECAMBIO MASCARILLA ANTIPOLVO</b><br>Suministro de recambio para mascarilla antipolvo de seguridad, con detección mediante filtro mecánico. Homologada.                                                                                                                                                                                      | Cantidad 20.00<br>Precio 1.00<br>Importe 20.00   |
| <b>C37D340</b>                        | <b>ud JUEGO DE GUANTES SERRAJE/LONA</b><br>Suministro de par de guantes, de seraje y lona, para carga y descarga.                                                                                                                                                                                                                                  | Cantidad 10.00<br>Precio 1.37<br>Importe 13.70   |
| <b>C37D150</b>                        | <b>ud DISPOSITIVO ANTICAÍDAS TRAB.VERT.</b><br>Suministro de dispositivo anticaídas recomendado para trabajos en la vertical. Con cierre y apertura de doble seguridad, deslizamiento y bloqueos automáticos, equipado con una cuerda de nylon de 20 m., mosquetón para amarre del cinturón y elementos metálicos de acero inoxidable. Homologado. | Cantidad 10.00<br>Precio 15.54<br>Importe 155.40 |
| <b>C37D300</b>                        | <b>ud BOTAS DE AGUA ALTAS</b><br>Suministro de par de botas altas para agua, dotadas de suela antideslizante.                                                                                                                                                                                                                                      | Cantidad 10.00<br>Precio 6.85<br>Importe 68.50   |

|                   |                                                                                                                                                                        |                                                |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| C37D320           | ud BOTAS SEGURIDAD PUNTERA + PLANT.<br>Suministro de par de botas de seguridad, dotadas de puntera reforzada, plantilla anti objetos punzantes y suela antideslizante. | Cantidad 10.00<br>Precio 6.33<br>Importe 63.30 |
| C37D360           | ud PAR GUANTES PARA SOLDADOR<br>Suministro de par de guantes para soldador.                                                                                            | Cantidad 5.00<br>Precio 0.88<br>Importe 4.40   |
| C37D380           | ud MANDIL DE CUERO PARA SOLDAR<br>Suministro de mandil de cuero para soldar.                                                                                           | Cantidad 5.00<br>Precio 2.92<br>Importe 14.60  |
| C37D420           | ud CHALECO DE OBRAS REFLECTANTE<br>Chaleco de obras con bandas reflectantes. Certificado CE. Según R.D. 773/97.                                                        | Cantidad 10.00<br>Precio 2.76<br>Importe 27.60 |
| <b>TOTAL 9.4.</b> |                                                                                                                                                                        | <b>585.15</b>                                  |
| <b>TOTAL 09</b>   |                                                                                                                                                                        | <b>3,480.76</b>                                |

| <b>10 Cerrajería</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                    |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>C15R020</b>       | <p><b>m<sup>2</sup> PUERTA CIEGA LISA 4cm.</b></p> <p>Suministro y montaje de puerta de paso ciega maciza lisa, de tablero aglomerado chapeado, preparada para barnizar, realizada con hoja prefabricada lisa en pino de 4 cm. de espesor. Con precerco de pino de dimensiones 110x44 mm., y galce de 110x20 mm., con molduras y tapajuntas en pino Melis de 90x15 mm., canteada por dos cantos, con herrajes de colgar y seguridad y cierre con pomo o manilla en latón 1ª calidad, entalladuras para fijación de herrajes y tapajuntas. Totalmente acabada.</p> | <p>Cantidad 6.00<br/>           Precio 133.41<br/>           Importe 800.46</p>    |
| <b>C18D010</b>       | <p><b>m<sup>2</sup> PUERTA SECCIONAL GALVAN. AISLAR</b></p> <p>Puerta basculante seccional, fabricada con paneles horizontales de doble chapa galvanizada y prelacada. Con aislante intermedio de poliuretano inyectado y burletes perimetrales de goma para dar estanqueidad, equilibradas mediante muelles de torsión de acero galvanizado, cerco de angular provisto de garras para recibir a la fábrica. Incluso guías, cierre y cerradura. Totalmente instalada.</p>                                                                                         | <p>Cantidad 25.00<br/>           Precio 251.55<br/>           Importe 6,288.75</p> |
| <b>C18D030</b>       | <p><b>m<sup>2</sup> PUERTA BASCULANTE C/MUELLES</b></p> <p>Puerta basculante de una hoja, equilibrada con muelles de torsión de acero galvanizado alojados en la parte superior de la puerta, formada por estructura de perfil tubular laminado en frío, con tratamiento especial antioxidante y empanelada por una cara con chapa plegada de 0,6 mm. de espesor, galvanizada y prelacada. Con cerco de angular provisto de garras para recibir a la fábrica. Incluso guías, cable, muelles, cierre y cerradura. Totalmente instalada.</p>                        | <p>Cantidad 9.00<br/>           Precio 70.85<br/>           Importe 637.65</p>     |

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                  |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| <b>C15R040</b>  | <b>m<sup>2</sup> PUERTA VIDRIO MOLD. 4cm. P.MELIS</b><br>Suministro y montaje de puerta de paso vidriera maciza moldurada, de tablero aglomerado chapeado, preparada para barnizar, realizada con hoja prefabricada vidriera lisa en pino Melis de 4 cm. de espesor. Con precerco de pino de dimensiones 110x44 mm., y galce de 110x20 mm., con molduras y tapajuntas en pino Melis de 90x15 mm., canteada por dos cantos, con herrajes de colgar y seguridad y cierre con pomo o manilla en latón 1ª calidad, entalladuras para fijación de herrajes y tapajuntas. Totalmente acabada. | Cantidad 2.50<br>Precio 210.61<br>Importe 526.53 |
| <b>C16AP020</b> | <b>ud PUERTA BALC.ALUM.AN.2H 1,60x2,10m.</b><br>Puerta balconera de dos hojas de aluminio anodizado de 15 micras de espesor, de 1,60x2,10 m., compuesta por perfiles de 70x40 mm. de sección en marco y hojas y 1,5 mm. de espesor de pared. Con premarco de aluminio especial, tapajuntas en los marcos, guías para persianas, herrajes de colgar y seguridad, junquillos para la colocación de vidrio de cámara y tornillos de fijación. Incluso parte proporcional de sellado perimetral con silicona neutra y medios auxiliares para su colocación. Completa y colocada.            | Cantidad 1.00<br>Precio 676.15<br>Importe 676.15 |
| <b>C16BE040</b> | <b>ud VEN.PRAC.AL.LAC.BLAN.2H 2x1,45</b><br>Ventana practicable de dos hojas de aluminio lacado blanco, de 2x1,45m., compuesta por perfiles de 70x40 mm. de sección en marco y hojas y 1,5 mm. de espesor de pared. Con premarco de aluminio especial, tapajuntas en los marcos, guías para persianas, herrajes de colgar y seguridad, junquillos para la colocación de vidrio de cámara y tornillos de fijación. Incluso parte proporcional de sellado perimetral con silicona neutra y medios auxiliares para su colocación. Completa y colocada.                                     | Cantidad 1.00<br>Precio 411.00<br>411.00         |



C16BE030 ud VEN. PRAC. S/2300 AL. LAC .BLAN. 1H 1,4x1,40 FN3  
Ventana practicable de una hoja de aluminio lacado blanco  
SERIE ABISAGRADA 2300 de la casa FN3 PERFECT LOCK o similar.  
De dimensiones de 1,4x1,40 m., sección de marco 40mm. y  
48mm. de hoja. Máximo aislamiento acústico 39dB, transmitancia  
desde 1,8w/m<sup>2</sup>k. Con premarco de aluminio, tapajuntas en los  
marcos, cajón decoblockl 185 y lama de aluminio con guía de  
65mm, incluso parte proporcional de herrajes de colgar y  
seguridad, junquillos para la colocación de vidrio de cámara  
4/16/4 y tornillos de fijación. Con parte proporcional de sellado  
perimetral con silicona neutra y medios auxiliares para su  
colocación. Completa y colocada.

Cantidad 2.00  
Precio 215.08  
Importe 430.16

**TOTAL 10**

.....**9,770.70**

#### 4. Resumen del presupuesto

|    | RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO                    |              | €                   |
|----|----------------------------------------------------|--------------|---------------------|
| 01 | Movimiento de tierras                              | 0.44%        | 5,359.12            |
| 02 | Cimentaciones                                      | 4.64%        | 56,634.26           |
| 03 | Estructuras                                        | 14.17%       | 173,081.32          |
| 04 | Albañilería                                        | 4.30%        | 52,525.36           |
| 05 | Cubierta                                           | 0.20%        | 2,400.00            |
| 06 | Instalaciones                                      | 6.45%        | 78,788.12           |
| 07 | Maquinaria                                         | 68.23%       | 983,620.00          |
| 08 | Gestión de residuos                                | 0.51%        | 6,188.96            |
| 09 | Cerrajería                                         | 0.80%        | 9,770.70            |
|    |                                                    |              |                     |
|    | <b>Seguridad y salud</b>                           | <b>0.28%</b> | <b>3,480.76</b>     |
|    | <b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>           |              | <b>1,371,848.60</b> |
|    | Gastos generales                                   | 16.00%       | 219,495.78          |
|    | Beneficio industrial                               | 6.00%        | 82,310.92           |
|    | Suma                                               |              | 1,673,655.30        |
|    | IVA                                                | 21.00%       | 351,467.613         |
|    |                                                    |              |                     |
|    | <b>TOTAL EJECUCION MATERIAL + GG+ BI</b>           |              | <b>2,025,122.91</b> |
|    | <b>TOTAL EJECUCION MATERIAL + GG+ BI (sin IVA)</b> |              | <b>1,673,655.30</b> |

El presupuesto base de ejecución asciende a la expresada cantidad de DOS MILLONES VENTICINCO MIL CIENTO VEINTIDOS CON NOVENTA Y UN CENTIMOS.

Soria, Junio de 2019

El autor del proyecto  
Fdo. Mario Bruna Garcia