



Universidad de Valladolid

**Escuela Universitaria
de Ingenierías Agrarias**

Campus de Soria

GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES

TRABAJO FIN DE GRADO

**TITULO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUA
MEDIANTE ÓSMOSIS INVERSA EN UNA INDUSTRIA PAPELERA EN
EL MUNICIPIO DE ALMAZÁN (SORIA)**

~~~~~

**AUTOR: RAQUEL MARTÍNEZ RODRIGO**

**DEPARTAMENTO: INGENIERÍA AGRÍCOLA Y FORESTAL**

**TUTOR/ES: DAPHNE HERMOSILLA REDONDO**

**SORIA, ENERO DE 2016**

# RESUMEN DEL TRABAJO DE FIN DE GRADO

**TÍTULO:** DISEÑO DE UN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUA MEDIANTE ÓSMOSIS INVERSA EN UNA INDUSTRIA PAPELERA EN EL MUNICIPIO DE ALMAZÁN (SORIA).

**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA AGRÍCOLA Y FORESTAL

**TUTOR/ES:** DAPHNE HERMOSILLA REDONDO

**AUTORA:** RAQUEL MARTÍNEZ RODRIGO

**RESUMEN:** Debido a un aumento de la conciencia ambiental, el consumo y los costes del agua fresca en industria, la utilización de sistemas que permitan minimizar el consumo de la misma o reutilizarla son cada vez más importantes para los gestores del agua en las industrias papeleras. Debido a esto ha aumentado la instalación de sistemas de tratamientos de aguas en estas industrias.

Como consecuencia, el objetivo de este Trabajo de Fin de Grado es la reutilización de un efluente de una industria papelera situada en Almazán (Soria) por un tratamiento terciario, un sistema de ósmosis inversa. Este tratamiento va a ser incorporado después del tratamiento de agua convencional de esta industria, es decir después del reactor biológico, para obtener agua de alta pureza y limpia de sales capaz de sustituir el agua fresca necesaria para la producción industrial en esta fábrica y que actualmente es recogida del río.

En el presente trabajo se evalúan las diferentes alternativas para la purificación de efluentes, debido a la necesidad de un agua fresca libre de sales y patógenos se opta por un sistema de ósmosis inversa para el tratamiento de las aguas residuales de esta industria papelera. Este sistema consta de dos etapas con un paso por etapa, en la primera etapa se da un arreglo de 37 x 6, (tubos x membranas) y la segunda de 20 x 6. Las membranas son de la casa Hydranautics, CPA5-LD.

A parte de la instalación del sistema de ósmosis inversa, se realiza la construcción de una nave de 480 m<sup>2</sup> para establecer en su interior el sistema y los tanques de materias primas.

Una vez realizada la construcción de la nave y la instalación del sistema se realiza un estudio de seguridad y salud, un estudio de impacto ambiental y un estudio económico, calculando el VAN y la TIR para conocer la viabilidad económica del proyecto. En este caso tenemos un proyecto con una gran inversión pero viable económicamente.

# ÍNDICE DE DOCUMENTOS

DOCUMENTO I: MEMORIA Y ANEJOS A LA MEMORIA

DOCUMENTO II: PLANOS

DOCUMENTO III: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO IV: PRESUPUESTO

# ÍNDICE DE TABLAS

## MEMORIA

---

*Tabla 1.- Propiedades del antiincrustante*

*Tabla 2.- Propiedades del ácido sulfúrico*

*Tabla 3.- Propiedades del ácido cítrico*

*Tabla 4.- Propiedades del hidróxido de amonio*

*Tabla 5.- Maquinaria y equipos*

*Tabla 6.- Líneas de la maquinaria*

*Tabla 7.- Diagrama de Gantt*

*Tabla 8. Presupuesto por capítulos*

## ANEJO 1.- DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO Y MATERIAS PRIMAS

---

*Tabla 1.1.- Parámetros característicos del efluente a tratar*

*Tabla 1.2.- Composición salina del efluente*

*Tabla 1.3.- Propiedades del ácido cítrico*

*Tabla 1.4.- Propiedades del hidróxido de amonio*

*Tabla 1.5.- Propiedades del antiincrustante*

*Tabla 1.6.- Propiedades del ácido sulfúrico*

*Tabla 1.7.- Sales del agua cruda y del permeado*

## ANEJO 2.- ESTUDIO DE VIABILIDAD

---

*Tabla 2.1.- Métodos de desalinización*

*Tabla 2.2.- Tecnologías atendiendo a la fuerza impulsora*

*Tabla 2.3.- Ventajas e inconvenientes de los procesos de membranas*



## **ANEJO 4.- DISEÑO DEL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA**

---

*Tabla 4.1.- Dimensiones del tanque de almacenamiento (T-01)*

*Tabla 4.2.- Esfuerzos de diseño  $S_d$  y de prueba  $S_t$  en función del material*

*Tabla 4.3.- Espesores comerciales*

*Tabla 4.4.- Espesores del tanque de almacenamiento (T-01)*

*Tabla 4.5.- Parámetros de diseño de la etapa de la ósmosis inversa*

*Tabla 4.6.- Resultados obtenidos en el análisis OI*

*Tabla 4.7.- Clasificación índice de Langelier*

*Tabla 4.8.- Modelos de membranas de ósmosis inversa CPA-Hydranantics*

*Tabla 4.9.- Resumen simulación etapa ósmosis inversa*

*Tabla 4.10.- Dimensiones depósito antiincrustante*

*Tabla 4.11.- Características de la bomba*

*Tabla 4.12.- Dimensiones depósito de ácido sulfúrico*

*Tabla 4.13.- Características de la bomba de dosificación de ácido sulfúrico*

*Tabla 4.14.- Resumen diseño de la bomba de alta presión*

*Tabla 4.15.- Síntomas de ensuciamiento*

*Tabla 4.16.- Resumen de las soluciones de limpieza recomendadas*

*Tabla 4.17.- Dimensiones depósito sistema de limpieza*

*Tabla 4.18.- Características de la bomba del sistema de limpieza*

*Tabla 4.19.- Dimensiones tanque de almacenamiento de permeado (T-02)*

*Tabla 4.20.- Espesores del tanque de permeado (T-02)*

*Tabla 4.21.- Parámetros del concentrado y límites de vertido*

*Tabla 4.22.- Decímetros estándar de las tuberías*

*Tabla 4.23.- Diseño de tuberías del proceso*

*Tabla 4.24.- Perdidas de carga*

*Tabla 4.25.- Características de las bombas*

## **ANEJO 5.- CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS DE LA NAVE**

---

*Tabla 5.1.- Acciones sobre la cubierta*

*Tabla 5.2.- Características perfil IPE-160*

*Tabla 5.3.- Esfuerzos y acciones en la cercha*

*Tabla 5.4.- Medición y peso de la cercha*

*Tabla 5.5.- Características del perfil HEB-200*

*Tabla 5.6.- Diámetro máximo de barras*

*Tabla 5.7.- Separación máxima entre barras*

*Tabla 5.8.- Características de perfil hueco cuadrado, utilizado en la cercha*

## **ANEJO 7.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

---

*Tabla 7.1.- Cálculo de las líneas*

*Tabla 7.2.- Diámetros exteriores de los tubos de protección*

## **ANEJO 9.- GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN**

---

*Tabla 9.1.- Residuos estimados en la ejecución*

## **ANEJO 10.- PLANIFICACIÓN DE LA OBRA**

---

*Tabla 10.1.- Tiempo estimado de las obras*

*Tabla 10.2.- Diagrama de Gantt*

## **ANEJO 11.- ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

---

*Tabla 11.1.- Matriz de Leopold*

## **ANEJO 12.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

---

*Tabla 12.1.- Entrada al bastidor de ósmosis inversa*

*Tabla 12.2.- Salida del permeado*

## **ANEJO 15.- ESTUDIO ECONÓMICO**

---

*Tabla 15.1.- Costes de los tanques de almacenamiento*

*Tabla 15.2.- Costes totales de los tanques*

*Tabla 15.3.- Coste de las tuberías*

*Tabla 15.4.- Coste de los equipos de impulsión y dosificación*

*Tabla 15.5.- Resumen de los costes de materias primas*

*Tabla 15.6.- Coste energético*

*Tabla 15.7.- Cálculo de la amortización*

*Tabla 15.8.- Resumen de costes*

*Tabla 15.9.- Resumen de gastos y beneficios*

*Tabla 15.10.- Flujo de caja*

# ÍNDICE DE FIGURAS

## MEMORIA

---

*Figura 1.- Situación de la planta*

*Figura 2.- Planta de la industria papelera*

*Figura 3.- Holgura para evitar atrapamientos*

## ANEJO 2.- ESTUDIO DE VIABILIDAD

---

*Figura 2.1.- Sustancias retenidas en función del proceso de membrana utilizado*

*Figura 2.2.- Equipo de electrodiálisis*

*Figura 2.3.- Principios de la ósmosis y de la ósmosis inversa*

*Figura 2.4.- Esquema de un módulo tipo placa-bastidor*

*Figura 2.5.- Membrana enrollada en espiral*

## ANEJO 4.- DISEÑO DEL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA

---

*Figura 4.1.- Análisis del programa IMS-desing-Hydranantics*

*Figura 4.2.- Ficha técnica membrana de ósmosis inversa CPA-LD*

*Figura 4.3.- Diagrama de flujo de ósmosis inversa*

*Figura 4.4.- Diseño mecánico bastidor de ósmosis inversa*

*Figura 4.5.- Cajas de presión Codeline 80S300*

*Figura 4.6.- Proceso de limpieza de membranas*

*Figura 4.7.- Resultado perdidas de carga Tubería 1*

*Figura 4.8.- Resultados caída de presión en la Tubería 2*

## **ANEJO 5.- CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS DE LA NAVE**

---

*Figura 5.1.- Esquema del pórtico*

*Figura 5.2.- Cercha objeto de estudio*

*Figura 5.3.- Placa base*

## **ANEJO 8.- PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

---

*Figura 8.1.- Tipo C*

## **ANEJO 12.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

---

*Figura 12.1.- Código NFPA para el ácido cítrico*

*Figura 12.2.- Código NFPA del hidróxido de amonio*

*Figura 12.3.- Código NFPA correspondiente al ácido sulfúrico*

*Figura 12.4.- Señalización uso obligatorio*

*Figura 12.5.- Señalización uso prevención*

*Figura 12.6.- Señalización uso prohibición*

**DOCUMENTO I:  
MEMORIA Y  
ANEJOS A LA  
MEMORIA**

# DOCUMENTO I: MEMORIA

## ÍNDICE

|                                                                | Página |
|----------------------------------------------------------------|--------|
| CAPÍTULO 1.- Introducción .....                                | 1      |
| CAPÍTULO 2.- Antecedentes .....                                | 1      |
| CAPÍTULO 3.- Objeto del proyecto .....                         | 2      |
| CAPÍTULO 4.- Emplazamiento .....                               | 2      |
| 4.1.- Urbanización .....                                       | 4      |
| CAPÍTULO 5.- Bases del proyecto.....                           | 4      |
| CAPÍTULO 6.- Alternativas .....                                | 7      |
| CAPÍTULO 7.- Descripción del proyecto.....                     | 7      |
| 7.1.- Materias primas.....                                     | 9      |
| 7.2.- Maquinaria a utilizar .....                              | 11     |
| CAPÍTULO 8.- Descripción de la nave.....                       | 11     |
| 8.1.- Sistema estructural .....                                | 11     |
| 8.1.1.- Movimientos de tierras.....                            | 12     |
| 8.1.2.- Cimentación.....                                       | 12     |
| 8.1.3.- Solera .....                                           | 12     |
| 8.1.4.- Estructura portante .....                              | 12     |
| 8.2.- Sistema envolvente .....                                 | 13     |
| 8.2.1.- Cerramientos exteriores.....                           | 13     |
| 8.2.2.- Cubierta .....                                         | 13     |
| 8.2.3.- Carpintería.....                                       | 13     |
| 8.3.- Sistemas de compartimentación.....                       | 13     |
| 8.4.- Sistemas de acondicionamiento de las instalaciones ..... | 13     |
| 8.4.1.- Sistema eléctrico .....                                | 14     |
| 8.4.2.- Sistema de saneamiento .....                           | 15     |
| 8.4.3.- Sistema de protección contra incendios.....            | 16     |
| 8.4.4.- Sistema de pararrayos.....                             | 16     |
| CAPÍTULO 9.- Gestión de los residuos de la construcción .....  | 16     |

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| CAPÍTULO 10.- Estudio de Impacto ambiental .....                      | 17 |
| CAPÍTULO 11.- Estudio de Seguridad y Salud .....                      | 17 |
| CAPÍTULO 12.- Planificación de la obra .....                          | 17 |
| CAPÍTULO 13.- Cumplimiento del CTE .....                              | 20 |
| 13.1.- Seguridad estructural (DB-SE) .....                            | 20 |
| 13.2.- Seguridad en caso de incendio (DB-SI).....                     | 20 |
| 13.3.- Seguridad de utilización y accesibilidad (DB-SUA).....         | 20 |
| 13.4.- Salubridad (DB HS) .....                                       | 23 |
| 13.5.- Protección contra el ruido (DB HR) .....                       | 23 |
| 13.6.- Ahorro de energía (DB HE) .....                                | 25 |
| CAPÍTULO 14.- Cumplimiento de otros reglamentos y disposiciones ..... | 25 |
| CAPÍTULO 15.- Estudio económico.....                                  | 26 |
| CAPÍTULO 16.- Presupuesto.....                                        | 27 |



# DOCUMENTO Nº1.- MEMORIA

## CAPÍTULO 1.- Introducción

En zonas con escasez de agua, como es el área mediterránea en la que se encuentra España, el incremento del tratamiento de las aguas residuales para su reutilización y reciclaje industrial interno, se ha convertido en un medio atractivo para optimizar los suministros de agua existentes.

El reciclaje industrial interno no sólo es efectivo porque disminuye los requerimientos de suministros de agua, sino que también limita la descarga de contaminantes y facilita la recuperación de materiales útiles. [1]

En la industria papelera se produce un gran consumo de agua, el principal empleo lo constituye su uso como medio de dispersión y transporte de las materias primas fibrosas, a través de las etapas del proceso de producción. Aunque también tiene otros usos como producción de vapor, agente lubricante, para el sellado de los sistemas de vacío, etc.

En los últimos años estas industrias han realizado un esfuerzo disminuyendo el consumo e instalando sistemas para la reutilización del agua dentro de la fábrica.

Las fuerzas impulsoras para mejorar la gestión del agua en la industria papelera son varias [2]:

- Cada vez es más estricta la regulación de los vertidos.
- La opinión pública.
- La imagen en los mercados.
- La pérdida de fibra.
- La escasez y el coste del agua bruta.
- El coste del tratamiento de los efluentes.
- Problemas de fabricación originados por la calidad del agua de proceso.

## CAPÍTULO 2.- Antecedentes

Se pretende instalar un sistema de ósmosis inversa como tratamiento terciario del tratamiento de aguas para disminuir la recogida de agua del río Duero y tener un agua pura y de calidad para poder utilizarla en la producción de cartoncillo. Así ahorrando costes de captación de agua y de vertido.

Una industria papelera utiliza el agua en su proceso de fabricación, principalmente como medio de transporte de la fibra utilizando grandes volúmenes.

Solo un 5-10% de agua que se usa en fabricación del cartoncillo se consume por evaporación, humedad del producto final,... y el 90-95% se devuelve al medio receptor convenientemente depurado. [3]

### **CAPÍTULO 3.- Objeto del proyecto**

El objetivo de este proyecto es la aplicación de un tratamiento terciario mediante la realización de un diseño de sistema de reutilización de agua mediante ósmosis inversa en una industria papelera para obtener agua de calidad que pueda ser utilizada en el proceso de producción otra vez y así recoger menos agua en el río Duero.

A parte se incorporará el diseño de una nave de 480 m<sup>2</sup> en el que se establecerá el sistema de ósmosis y los correspondientes tanques de almacenamiento.

Del mismo modo es objeto del presente proyecto servir de documento técnico para definir las características de la construcción de cara a obtener correspondientes licencias. También servirá el presente proyecto como documento técnico para la ejecución y dirección de las obras.

### **CAPÍTULO 4.- Emplazamiento**

Tal y como queda determinado en los planos anejos dicho proyecto se llevará a cabo en la localidad de Almazán (Soria) en la industria papelera situada en la Carretera de Gómara, Km 1. En la Figura 1. podemos ver la situación de la planta en el municipio de Almazán y en la Figura 2. encontramos la industria. Ver Planos: Plano 1, localización, Plano 2, situación y Plano 3, parcelación.

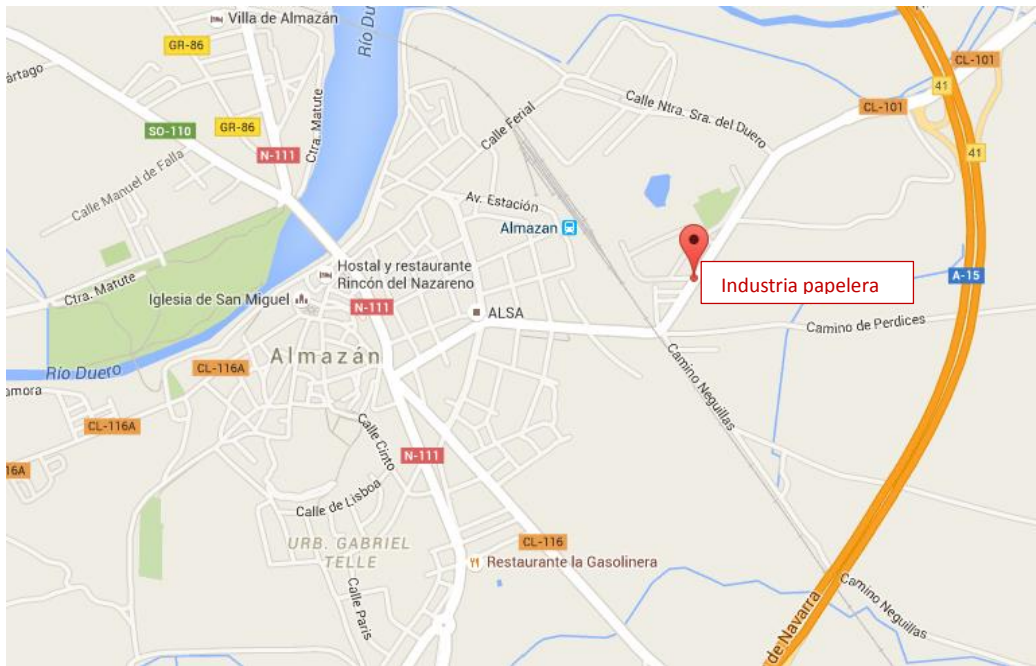


Figura 1. Situación de la planta



Figura 2. Planta de la industria papelera

## 4.1.- Urbanización

La parcela estará dentro de la parcela de la industria donde vamos a implantar la nave de 480 m<sup>2</sup> y los tanques de almacenamiento de agua residual y de agua permeada. La implantación de este proyecto ocupará un total de 1224 m<sup>2</sup>.

## CAPÍTULO 5.- Bases del proyecto

La finalidad de este proyecto es la reutilización de esa agua para el proceso de fabricación de cartoncillo, esta agua tiene que estar limpia de sales y de patógenos para poderla utilizar en los baños, sequería, etc... por esta razón y después de evaluar otros tratamientos de aguas para la eliminación de sales y patógenos se opta por el más rentable actualmente, la implantación de un sistema de membranas por ósmosis inversa.

Primero vamos a explicar el proceso productivo del cartoncillo, teniendo en cuenta que consta de 6 capas (la cara, el dorso y cuatro capas de tripa):

- Recepción de materias primas: papel reciclado.
- Control y almacenamiento de materias primas.
- Proceso de preparación de las pastas: hay tres circuitos, para la cara, la tripa y el dorso. La cara se realiza con recorte blanco, la tripa con recortes de periódicos, revistas... (peor calidad) y el dorso con recorte propio que se recicla. El dorso puede ser de tres colores, dependiendo del color se le añade un tinte u otro, estos son blanco, gris o madera.  
Para realizar las pastas primero se procede a un desintegrado de la materia prima en las pulperas, a continuación se hace una depuración de las pastas extrayendo plásticos, arenas,...que puedan contener las materias primas. Esta extracción se realiza con cribado mecánico. Continuando con el proceso de preparación se realiza un refinado de las pastas esto hace que mejore la unión de las fibras que componen las pastas y al final se reparten a las tinas de mezcla para los tres circuitos. En las tinas de mezcla se le añade un encolante para hacer de barrera (hidrófobo) y colorante en el dorso cuando es madera.
- Proceso de fabricación en máquina continua: la máquina continua consta de una mesa plana para la formación de la cara, una forma redonda para formar el dorso (gris, madera o blanco) y cuatro formas redondas para formar la tripa. En esta máquina se realiza la formación de la hoja, añadiendo aditivos

químicos (antiespumantes y agentes de retención y desgaste, para obtener un mejor rendimiento) para mejorar el proceso de formación.

- Prensado: se realiza un prensado con prensas para realizar una deshidratación mecánica.
- Secado térmico: se realiza en secadores de vapor.
- Alisado del soporte: mediante rodillos de lisa por presión.
- Aplicación de tratamientos superficiales: preestucado y estucado en la cara con dos estucadoras. En el dorso aplicación de almidón pigmentado.
- Secado de los baños.
- Alisado y finura del cartón, acabado final: con prensas.
- Proceso de transformación del cartón: este puede ser enrollado en la bobinadora o en formatos en las cortadoras. A elección del cliente.
- Ubicación en almacén.
- Expedientes y facturación: para luego transporte.

El agua en esta fábrica se utiliza sobre todo para:

- Desintegración de las pastas.
- Dilución de las pastas.
- Baños de estucado (tratamientos superficiales).
- Obtención de vapor en la sequería.
- Limpieza de paños o fieltros en el proceso de fabricación.
- Las regaderas.

- Mangueras de limpieza.
- Refrigeraciones de equipos.

Durante el proceso de fabricación del cartoncillo a la maquinaria está llegando agua ininterrumpidamente a través de las regaderas para que el producto en la maquina continua este totalmente húmedo ya que si el producto no estuviera húmedo en todo momento hasta el proceso de secado, este se rompería y no tendríamos un producto de calidad. Además de su dificultad para que se obtuviera cartoncillo de forma continua.

Esta agua le llega mediante las regaderas que se administra por fumigación, se realiza por fumigadores con unos orificios muy pequeños y con alta presión, entonces en el momento que el agua contenga sales o impurezas, estos se pueden obstruir y no humedecer el proceso de fabricación, teniendo averías constantemente, perdidas de producto y costes en la limpieza de los mismos. Para ello vamos a realizar el tratamiento terciario de agua por ósmosis inversa, eliminando todas las sales del agua para que no haya problemas en la dosificación del agua en el proceso de fabricación del cartoncillo. Asimismo el agua, como se ha comentado anteriormente, se distribuye mediante aerosoles en la zona de trabajo por lo que debe estar libre de patógenos.

La planta ya cuenta con un sistema de depuración del agua para verter al río sin contaminantes. Este sistema cuenta con:

- Pretratamiento:  
En el que separan plásticos, fibras (inyectan aire, floculantes y coagulantes y recogen las fibras que son útiles en el proceso de fabricación de la tripa) y recortes de cartoncillo que hayan podido caer en el sistema de recuperación de aguas que tienen debajo de la maquinaria.
- Tratamiento primario:  
Pasa el agua por un desaireador en el cual se le añade antiespumante y agentes floculantes (PAC: electrolito policloruro de aluminio).
- Tratamiento secundario:  
Reactor biológico en donde se estabiliza y elimina la materia orgánica biodegradable a través de microorganismos capaces de asimilar esta materia orgánica. Para ello se necesita nutrientes, oxígeno (este se proporciona mediante aireación) y tiempo para que puedan actuar adecuadamente los microorganismos.

- Decantación:  
Se realiza una decantación final para la eliminación de lodos.

Tras la decantación el agua es enviada al río Duero o al proceso de aguas recuperadas que las utilizan en las pulperas. Esta agua no la pueden utilizar en otros procesos durante la fabricación del cartoncillo, por eso la implantación del sistema de ósmosis inversa, para poder recuperar más agua y poder utilizar esa agua en todo el proceso de fabricación del cartoncillo.

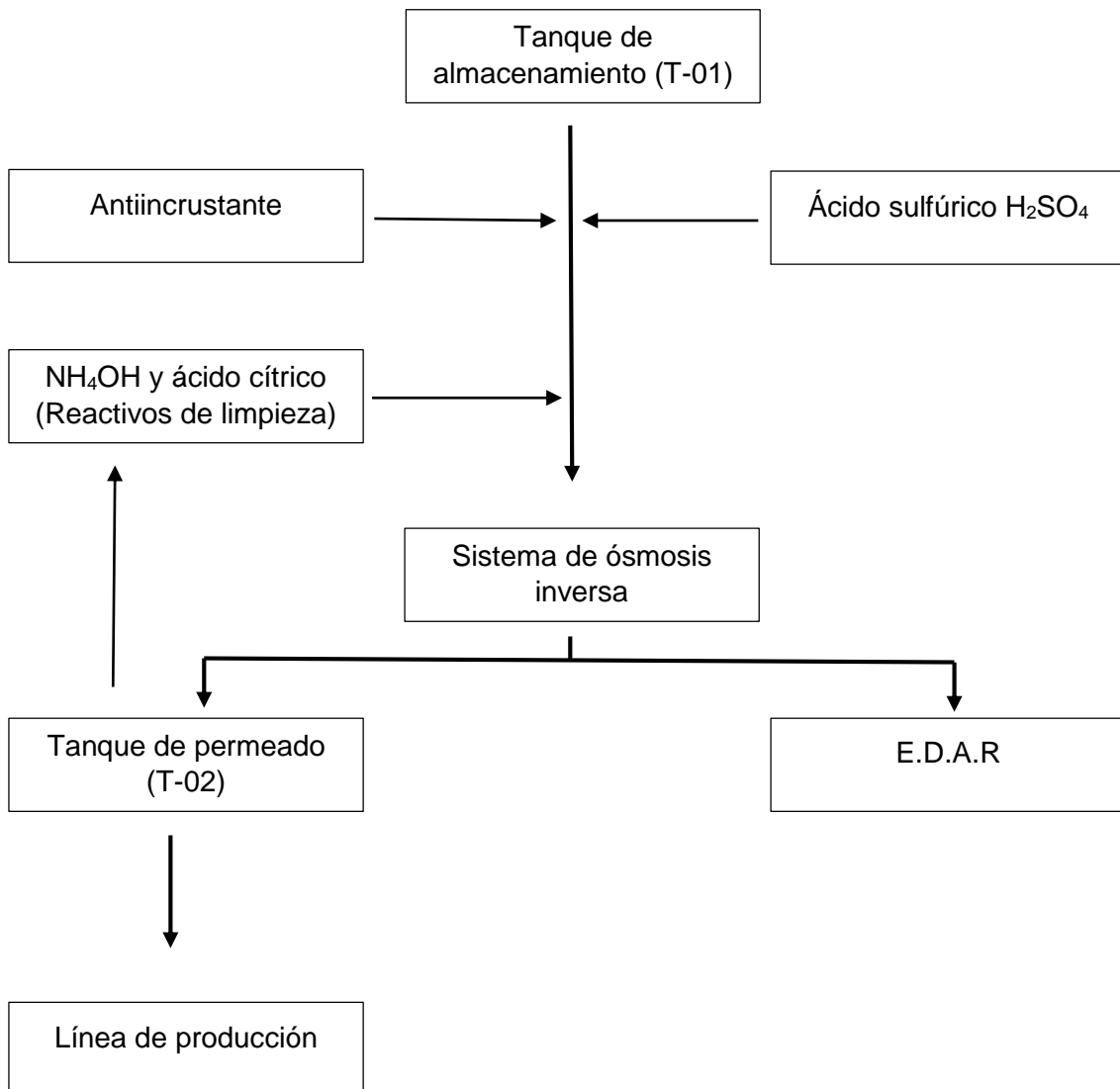
## **CAPÍTULO 6.- Alternativas**

En el Anejo 2 del presente proyecto se ha hecho un estudio de alternativas y viabilidad.

En el que nos hemos decantado por un tratamiento terciario por membranas, eligiendo la ósmosis inversa por su gran aptitud a la hora de la retención de sales, ya que los poros de estas membranas son los que permiten una eliminación adecuada de sales y total de patógenos. Descartando también la electrodiálisis y la destilación por sus altos costes en la implantación y durante el mantenimiento de las mismas, así como en la primera la no eliminación total de patógenos.

## **CAPÍTULO 7.- Descripción del proyecto**

La implantación del sistema ósmosis inversa implica un proceso productivo demostrado en el siguiente diagrama de flujo:



Se tiene un tanque de almacenamiento de agua que proviene del reactor biológico, donde se tendrá el agua que se quiere tratar. Esta agua va hacia el sistema de ósmosis inversa mediante la utilización de una bomba de alta presión. Antes de que el agua entre al sistema se le añadirá los pretratamientos, ácido sulfúrico y antiincrustante. Una vez que el agua sale del sistema se divide en dos productos, el concentrado que va a la E.D.A.R. más cercana que es la del propio municipio donde se instala la planta y el permeado que irá al tanque de almacenamiento para luego su utilización en el proceso de fabricación de la industria.



## 7.1.- Materias primas

### Antiincrustante

El antiincrustante se utiliza para evitar incrustaciones en las membranas de ósmosis inversa. Este se comprará a la empresa Genesys. La adicción de antiincrustante hace que se reduzca el volumen de permeado y que aumente la vida útil de las membranas. Se consumirán 20,06 kg al día. Con unas propiedades físico-químicas reflejadas en la Tabla 1.

Tabla 1. Propiedades del antiincrustante. [4]

| <b>Propiedades físicas</b>     |          |
|--------------------------------|----------|
| Densidad (kg/cm <sup>3</sup> ) | 1.33     |
| Punto de congelación (°C)      | -5       |
| <b>Propiedades químicas</b>    |          |
| Solubilidad                    | Miscible |

### Ácido sulfúrico

Se emplea para bajar el pH del agua a tratar e impide la precipitación de carbonato cálcico en las membranas, se dosifican 15,9 kg a la hora con una concentración del 96%. Tiene unas propiedades físico-químicas que se reflejan en la siguiente Tabla 2.

Tabla 2. Propiedades del ácido sulfúrico [5].

| <b>Propiedades físicas</b>    |          |
|-------------------------------|----------|
| Densidad (kg/m <sup>3</sup> ) | 1800     |
| Peso molecular (g/mol)        | 98.079   |
| Punto de fusión (°C)          | 10       |
| Punto de ebullición (°C)      | 340      |
| <b>Propiedades químicas</b>   |          |
| Solubilidad                   | Miscible |

### Membranas

Las membranas de este proyecto serán en espiral de poliamida compuesta. Están son poco hidrófilas, con una gran resistencia al pH y al daño mecánico. A parte

tienen gran densidad por ser en espiral y una facilidad de limpieza. Se utilizaran 342 membranas de 8 pulgadas.

### Reactivos del sistema de limpieza

Para el sistema de limpieza se utiliza 2,84 kg de ácido cítrico al 99% y 107,67 litros de hidróxido de amonio al 30%.

El ácido cítrico es útil para eliminar las precipitaciones inorgánicas, así como los óxidos metálicos y materia coloidal inorgánica. El hidróxido de amonio se utiliza para la eliminación de contaminantes orgánicos de origen natural, coloides y materia orgánica.

En las Tablas 3 y 4 podemos ver las propiedades físico-químicas del ácido cítrico y del hidróxido de amonio respectivamente.

Tabla 3. Propiedades ácido cítrico [6]

| <b>Propiedades físicas</b>     |           |
|--------------------------------|-----------|
| Densidad ( Kg/m <sup>3</sup> ) | 1665      |
| Peso molecular (Kg/mol)        | 192.13    |
| Punto de fusión (°C)           | 175       |
| <b>Propiedades químicas</b>    |           |
| Acidez pKa                     | 3.15-6.40 |
| Solubilidad (g/100ml)          | 133       |

Tabla 4. Propiedades del hidróxido de amonio [7].

| <b>Propiedades físicas</b>    |          |
|-------------------------------|----------|
| Densidad (kg/m <sup>3</sup> ) | 880      |
| Peso molecular (g/mol)        | 35.04    |
| Punto de ebullición (°C)      | 27.7     |
| Punto de fusión (°C)          | -91.5    |
| <b>Propiedades químicas</b>   |          |
| Solubilidad                   | Miscible |

## 7.2.- Maquinaria a utilizar

En la Tabla 5. Podemos encontrar toda la maquinaria que se va a instalar en la ejecución del presente proyecto.

Tabla 5. Maquinaria y equipos

| Maquinaria                                                                           | Unidades | Potencia | Dimensiones                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|-----------------------------------------|
| Tanque de almacenamiento (T-01)                                                      | 1        |          | 12,12 m de diámetro x 12,12 m de altura |
| Tanque de almacenamiento de permeado (T-02)                                          | 1        |          | 11 m de diámetro x 11 m de altura       |
| Tanque del H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (T-03)                                     | 1        |          | 2,5 m de diámetro x 4,36 m de altura    |
| Tanque del antiincrustante (T-04)                                                    | 1        |          | 0,95 m de diámetro x 1.70 m de altura   |
| Tanque sistema de limpieza (T-05)                                                    | 1        |          | 2,10 m de diámetro por 3 m de altura    |
| Bomba alta presión (B-01)                                                            | 2        | 110 kW   | 2,32 x 0,85 x 1,175 m                   |
| Bomba permeado (B-02)                                                                | 2        | 7,5 kW   | 1,4 x 0,73 x 0,755 m                    |
| Bomba concentrado (B-03)                                                             | 2        | 22 kW    | 1,4 x 0,61 x 0,525 m                    |
| Bomba dosificación de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> y antiincrustante (B-04 y B-05) | 4        | 552 W    | 0,25 x 0,15 x 0,08 m                    |
| Bomba sistema de limpieza (B-06 y B-07)                                              | 4        | 552 W    | 0,41 x 0,18 x 0,20 m                    |
| Sistema de OI                                                                        | 1        | 30 kW    | 7,6 x 4,5 x 4 m                         |

## CAPÍTULO 8.- Descripción de la nave

### 8.1.- Sistema estructural

A continuación se describen las características de los diversos componentes de la obra de la nave de 480 m<sup>2</sup> de superficie construida en una parcela cimentada de 1124 m<sup>2</sup>. La nave tendrá una altura de alero de 7,00 metros. La cubierta una pendiente del 20% y por tanto la altura total de la cumbrera será de 8,16 metros.

### **8.1.1.- Movimientos de tierras**

Se realizará una excavación, con retroexcavadora, de terrenos de consistencia floja, en apertura de zanjas, con extracción de tierras a los bordes.

### **8.1.2.- Cimentación**

La cimentación será en base a zapatas aisladas unidas con viga de atado. El acero empleado para las armaduras será B-500S (45 kg/m<sup>3</sup>) y el hormigón será HA-25/P/20/IIa N/mm<sup>2</sup>, todo según planos.

La viga de atado es de 0,60 x 0,40 metros.

Las zapatas serán centradas de dimensiones 1,5 x 1,10 x 0x75 metros armadas en la parte inferior con redondos de 7  $\Phi$  16 cada 15,73 cm en una dirección y en la otra dirección habrá 5  $\Phi$  16 separados entre ejes 32 cm.

### **8.1.3.- Solera**

Solera de 15 cm de espesor realizada con hormigón HA-25/P/20/IIa N/mm<sup>2</sup>, tamaño máximo del árido 20 mm elaborado en central, vertido, colocación y armado con mallazo eselectrosoldado # 150x150x5 mm.

Por debajo de la solera se colocará una capa de polietileno de 2 cm de espesor para evitar infiltraciones y humedades en el suelo.

En la capa superior de la solera se colocará un pavimento antideslizante y resistente al rozamiento.

### **8.1.4.- Estructura portante**

La estructura será metálica en base a perfiles laminados de acero S-275, según plano de la estructura.

La altura del pórtico será de 7 metros al alero. La cubierta tendrá una pendiente del 20 %. Los pórticos irán separados 5,00 metros.

Se construirá una cercha:

- Tirantes tipo (tubulares cuadrados) #120.4
- Par tipo (tubulares cuadrados) #140.6
- Montantes tipo (tubulares cuadrados) #50.4
- Diagonales tipo (tubulares cuadrados) #120.5

- Correas de la cubierta IPE 160
- Pilares tipo HEB 200

## **8.2.- Sistema envolvente**

### **8.2.1.- Cerramientos exteriores**

Se realizará con paneles prefabricados de hormigón de 22 cm de espesor. Será un cerramiento en horizontal, ya que así descargan su propio peso sobre las riostras de cimentación o sobre otro panel. Se colocan atornillado por fuera de la estructura metálica. Están compuestos por una aislante central recubierto de hormigón macizo. Estos tienen unas dimensiones de 2 x 5 metros.

### **8.2.2.- Cubierta**

Cubierta completa formada por panel de 30 mm de espesor total conformado con doble chapa de acero de 0,5 mm de espesor, perfil nervado, lacado al exterior e interior, con relleno intermedio de espuma de poliuretano. Este panel irá anclado a la estructura, en las correas.

### **8.2.3.- Carpintería**

Se colocará una puerta corredera de una hoja, a base de bastidor formado por tubos rectangulares de acero y chapa tipo Pegaso con cerco de perfil angular metálico, provisto de una garra por metro lineal, guías, cierre y demás accesorios. Esta tendrá unas dimensiones de 6 x 5,50 m y el acceso a la nave se realizará por ella, al ser el único acceso.

## **8.3.- Sistemas de compartimentación**

Las instalaciones proyectadas son totalmente diáfanas, no existe ningún tipo de compartimentación.

## **8.4.- Sistemas de acondicionamiento de las instalaciones**

#### **8.4.1.- Sistema eléctrico**

El suministro se realiza en Baja Tensión, a través de una acometida subterránea al centro de transformación de la industria papelera, con una tensión de 400/230 V (trifásica/monofásica) y una frecuencia de 50/60Hz, por la empresa IBERDROLA.

Cuenta con:

- Acometida: derivación de la red de la empresa a la nave.
- Cuadro general de protección: donde se alojan los elementos de protección.
- Puesta a tierra con picas
- Contadores: para medir el consumo eléctrico.
- Derivaciones individuales de cada línea.

#### **Instalación de alumbrado**

El sistema de alumbrado cuenta con 15 lámparas LED de la casa Phillips (GentleSpace BY470P) con una potencia de 292 W, que proporciona un flujo luminoso de 24.000 lm. Con una vida útil de 75.000 horas a 25 °C y utilizan una tensión de red 230 V/50Hz. Tienen una eficacia lumínica de 82 lm/W. de color blanco neutro 4.000 K. y unas dimensiones de 603 x 320 mm.

Dispuestas en la nave en tres líneas a lo largo de la misma, en cada línea habrá 5 lámparas, separadas 5,4 metros entre ellas y 5,01 metros las líneas. Ver Plano 8 de la instalación eléctrica.

En la instalación de las líneas de alumbrado se utilizaran cables de cobre con una sección de 1,5 mm<sup>2</sup> y se colocaran diferenciales de 10 A de dos polos.

#### **Instalación alumbrado de emergencia**

En caso de problemas en el alumbrado del interior de la nave, se instala un alumbrado de emergencia con una autonomía de una hora.

Se dispondrán de 7 lámparas de emergencia por toda la nave, para que no se quede a oscuras en caso de emergencia y se puedan dirigir hasta la salida sin complicaciones. Estas lámparas serán de LED de bajo consumo, con un flujo luminoso de 315 lm y una potencia de 8 W. La batería de estas lámparas de níquel-metal hidruro (Ni-MH) reciclables. Abarcan una superficie de 70 m<sup>2</sup>.

Al igual que en la instalación del alumbrado interno se utilizaran cables de cobre de 1,5 mm<sup>2</sup> de sección con diferencial de 10 A de dos polos.

Su disposición se ve en el Plano 11, sistema de protección contra incendios.

### Sistema eléctrico para la maquinaria

En la Tabla 6 se hace un resumen de las líneas eléctricas referentes a la maquinaria empleada en el proyecto.

Tabla 6. Líneas de la maquinaria

| Número | Línea | Potencia (W) | Tipo de conductor | I real (A) | I diferencial (A) | S (mm <sup>2</sup> ) |
|--------|-------|--------------|-------------------|------------|-------------------|----------------------|
| 5      | B-01  | 110000       | 4P                | 133,7      | 250               | 70                   |
| 6      | B-01´ | 110000       | 4P                | 133,7      | 250               | 70                   |
| 7      | B-02  | 7500         | 4P                | 9,11       | 10                | 1,5                  |
| 8      | B-02´ | 7500         | 4P                | 9,11       | 10                | 1,5                  |
| 9      | B-03  | 22000        | 4P                | 26,74      | 32                | 6                    |
| 10     | B-03´ | 22000        | 4P                | 26,74      | 32                | 6                    |
| 11     | B-04  | 552          | 2P                | 2,02       | 10                | 1,5                  |
| 12     | B-04´ | 552          | 2P                | 2,02       | 10                | 1,5                  |
| 13     | B-05  | 552          | 2P                | 2,02       | 10                | 1,5                  |
| 14     | B-05´ | 552          | 2P                | 2,02       | 10                | 1,5                  |
| 15     | B-06  | 552          | 2P                | 2,02       | 10                | 1,5                  |
| 16     | B-06´ | 552          | 2P                | 2,02       | 10                | 1,5                  |
| 17     | B-07  | 552          | 2P                | 2,02       | 10                | 1,5                  |
| 18     | B-07´ | 552          | 2P                | 2,02       | 10                | 1,5                  |
| 19     | OI-01 | 30000        | 2P                | 109,84     | 125               | 50                   |

#### 8.4.2.- Sistema de saneamiento

El agua es recogida por los canalones que dirigen el agua hacia las bajantes, debajo de las bajantes están los sumideros que recogen el agua y mediante unos colectores, envían el agua al sistema de alcantarillado público de Almazán.

Los canalones son de PVC de 250 mm de diámetro. Las bajantes tienen un diámetro nominal de 75 mm. Se instalarán 4 sumideros y 6 arquetas de 400 x 400 mm.

A parte de la recogida de aguas pluviales se realizará una recogida de agua dentro de la nave, para ello haremos una canalización del agua en el suelo de la nave, con una zanja de 10 cm de profundidad en el principio de la nave (puerta) y terminará en el otro extremo con una profundidad de 44,3 cm, debido al 2% de pendiente, para

que circulen las aguas. Tendrá 20 cm de ancho y 30 metros de largo en medio de la nave. Se colocara una rejilla para que no se produzcan accidentes al tropezarse.

#### **8.4.3.- Sistema de protección contra incendios**

Las instalaciones proyectadas para la nave con una superficie de 480,00 m<sup>2</sup> de una planta regular, dispone de equipos e instalaciones adecuadas para hacer posible la detección, el control y la extinción de un incendio, la explotación estará dotadas de dos extintores portátiles de eficacia 21 A – 113B de polvo ABC de 6 kg con presión incorporada cada 15 m de recorrido desde todo origen de evacuación.

La disposición de los extintores en la nave se puede observar en el Plano 11, del sistema de protección contra incendios.

#### **8.4.4.- Sistema de pararrayos**

Para las instalaciones proyectadas no es exigible una instalación de protección contra los rayos.

La densidad de impactos sobre el terreno: 5,50 impactos/año · km<sup>2</sup>, la altura del edificio de 7 metros.

Según el procedimiento de verificación del DB SU 8 (Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo), la frecuencia esperada de impactos Ne es inferior al riesgo admisible NA.

Por ello no se proyecta ninguna instalación de protección contra el rayo.

## **CAPÍTULO 9.- Gestión de los residuos de la construcción**

Gestionar los residuos de la construcción, con el fin de prevenir, reutilizar, reciclar y valorizar dichos residuos contribuyendo con un desarrollo sostenible. Cumpliendo con la normativa R.D. 105/2008, del 1 de febrero por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. Este apartado se redacta detalladamente en el Anejo 9.

Estimando los residuos y las cantidades generados en la obra y realizando operaciones de reciclado, reutilización y valorización.



## **CAPÍTULO 10.- Estudio de Impacto ambiental**

Para cumplir con la Ley 11/2003 de 8 de abril, de Prevención Ambiental de Castilla y León y sus correspondientes modificaciones, se redacta en el Anejo 11 de este proyecto todo lo referido al estudio de impacto ambiental.

Este estudio identifica, pronostica y deduce los impactos que se producen al ejecutar la actividad. Una vez identificados se intentan corregir o minimizar los mismos. Como método de evaluación de impacto ambiental utilizamos la matriz de Leopold.

## **CAPÍTULO 11.- Estudio de Seguridad y Salud**

El cumplimiento del Real Decreto 1627/1997 del 24 de Octubre, con el fin de establecer las previsiones respecto a la prevenciones de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento, mantenimiento y las instalaciones perceptivas de Higiene y Bienestar de los Trabajadores, ver Anejo 12.

Se identifican los riesgos, las medidas preventivas, los sistemas de protección colectiva y los equipos de protección individual más adecuados para las fases de la obra a realizar.

## **CAPÍTULO 12.- Planificación de la obra**

El proyecto se realizará en 95 días laborales, lo que es lo mismo 4 meses y 3 semanas. Este empezará en mayo de 2016 y acabara en la tercera semana de septiembre, funcionando con normalidad en la semana 4 de septiembre.

Las actividades a realizar son:

- Replanteo de la nave en el terreno.
- Acondicionamiento del terreno y movimiento de tierras. Excavaciones y explanaciones.
- Red de saneamiento.
- Cimentaciones. Hormigonado de las zapatas.
- Estructuras, colocación de pilares y cerchas.
- Cerramientos, colocación de los mismos de hormigón macizo.
- Cubierta. Colocación de las placas de cubierta.
- Carpintería, colocación de la puerta.
- Instalación eléctrica iluminación e instalación de las tomas de fuerza.
- Sistema de incendios.
- Instalación motores.

- Instalación de depósitos.
- Instalación de sistema de tuberías.
- Instalación de maquinaria.
- Pruebas y puesta en marcha.

En la Tabla 7, el diagrama de Gantt que es un gráfico en el que se representa visualmente las duraciones estimadas de los trabajos a realizar en este proyecto. Mostrando los inicios y los finales.

Tabla 7. Diagrama de Gantt

| ACTIVIDAD                     | MES    | MAYO |    |    |    | JUNIO |    |    |    | JULIO |    |    |    | AGOSTO |    |    |    | SEPTIEMBRE |    |    |    |
|-------------------------------|--------|------|----|----|----|-------|----|----|----|-------|----|----|----|--------|----|----|----|------------|----|----|----|
|                               | SEMANA | S1   | S2 | S3 | S4 | S1    | S2 | S3 | S4 | S1    | S2 | S3 | S4 | S1     | S2 | S3 | S4 | S1         | S2 | S3 | S4 |
|                               | DIAS   |      |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |    |    |    |            |    |    |    |
| Replanteo                     | 1      |      |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |    |    |    |            |    |    |    |
| Acondicionamiento del terreno | 10     |      |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |    |    |    |            |    |    |    |
| Red de saneamiento            | 20     |      |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |    |    |    |            |    |    |    |
| Cimentaciones                 | 15     |      |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |    |    |    |            |    |    |    |
| Estructuras                   | 10     |      |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |    |    |    |            |    |    |    |
| Cerramientos                  | 10     |      |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |    |    |    |            |    |    |    |
| Cubierta                      | 8      |      |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |    |    |    |            |    |    |    |
| Carpintería                   | 1      |      |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |    |    |    |            |    |    |    |
| Instalación eléctrica         | 15     |      |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |    |    |    |            |    |    |    |
| Sistema de incendios          | 1      |      |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |    |    |    |            |    |    |    |
| Instalación de motores        | 5      |      |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |    |    |    |            |    |    |    |
| Instalación de depósitos      | 7      |      |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |    |    |    |            |    |    |    |
| Sistema de tuberías           | 7      |      |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |    |    |    |            |    |    |    |
| Instalación de maquinaria     | 8      |      |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |    |    |    |            |    |    |    |
| Pruebas y puesta en marcha    | 20     |      |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |    |    |    |            |    |    |    |
| Seguridad y salud             | 95     |      |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |    |    |    |            |    |    |    |
| Calidad materiales            | 95     |      |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |    |    |    |            |    |    |    |
| Control de los residuos       | 95     |      |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |    |    |    |            |    |    |    |

## **CAPÍTULO 13.- Cumplimiento del CTE**

### **13.1.- Seguridad estructural (DB-SE)**

La seguridad estructural estará justificada de acuerdo con las comprobaciones indicadas en el Anejo 5, en el que se indica el cumplimiento de la exigencia básica para la resistencia y estabilidad y actitud al servicio.

### **13.2.- Seguridad en caso de incendio (DB-SI)**

Las exigencias básicas en cuanto a propagación interior, exterior, evacuación de ocupantes, instalaciones de protección contra incendios, intervención de bomberos y resistencia estructural al incendio, se proyectan según lo especificado en el Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre de 2004 (RSCIEI: Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales). Se justifica en la documentación gráfica y en el Anejo 8 (Protección contra incendios) del presente proyecto.

### **13.3.- Seguridad de utilización y accesibilidad (DB-SUA)**

Se tendrán en cuenta las ases de construcción, uso y mantenimiento.

En la fase de construcción y mantenimiento se atenderá a lo expuesto en el estudio básico de Seguridad y Salud (Anejo 12).

Se consideran solo los documentos básicos que afectan al proyecto, que a continuación se describen.

#### **Seguridad frente al riesgo de caídas (SUA 1)**

- Resbaladidad de los suelos: suelo de clase 2
  
- Discontinuidad del pavimento:
  1. Excepto en zonas de uso restringido o exteriores y con el fin de limitar el riesgo de caídas como consecuencia de traspies o de tropiezos, el suelo debe cumplir las condiciones siguientes:
    - a) No tendrá juntas que presenten un resalto de más de 4 mm. Los elementos salientes del nivel del pavimento, puntuales y de pequeña dimensión (por ejemplo, los cerraderos de puertas) no deben sobresalir del pavimento más de 12 mm y el saliente que exceda de 6 mm en sus caras enfrentadas al

- sentido de circulación de las personas no debe formar un ángulo con el pavimento que exceda de 45°.
- b) Los desniveles que no excedan de 5 cm se resolverán con una pendiente que no exceda del 25%.
  - c) En zonas para circulación de personas, el suelo no presentará perforaciones o huecos por los que pueda introducirse una esfera de 1,5 cm de diámetro.
2. Cuando se dispongan barreras para delimitar zonas de circulación, tendrán una altura de 80 cm como mínimo.
  3. En zonas de circulación no se podrá disponer un escalón aislado, ni dos consecutivos, excepto en los casos siguientes:
    - a) en zonas de uso restringido;
    - b) en las zonas comunes de los edificios de uso Residencial Vivienda;
    - c) en los accesos y en las salidas de los edificios;
    - d) en el acceso a un estrado o escenario.

En estos casos, si la zona de circulación incluye un itinerario accesible, el o los escalones no podrán disponerse en el mismo.

- Desniveles: Con el fin de limitar el riesgo de caída, existirán barreras de protección en los desniveles, huecos y aberturas (tanto horizontales como verticales) balcones, ventanas, etc. con una diferencia de cota mayor que 55 cm, excepto cuando la disposición constructiva haga muy improbable la caída o cuando la barrera sea incompatible con el uso previsto.
- La nave no tiene escaleras.

### **Seguridad frente al riesgo de atrapamiento (SUA 2)**

- Impacto: La altura libre de paso en zonas de circulación será, como mínimo, 2,10 m en zonas de uso restringido y 2,20 m en el resto de las zonas. En los umbrales de las puertas la altura libre será 2 m, como mínimo.
- Atrapamiento: Con el fin de limitar el riesgo de atrapamiento producido por una puerta corredera de accionamiento manual, incluidos sus mecanismos de apertura y cierre, la distancia a hasta el objeto fijo más próximo será 20 cm, como mínimo (véase figura 3).



Figura 3. Holgura para evitar atrapamientos

### **Riesgo frente al riesgo de aprisionamiento en recintos (SUA 3)**

No procede.

### **Seguridad frente al riesgo causado por una iluminación inadecuada (SUA 4)**

Se dispondrá de una instalación de alumbrado capaz de proporcionar una iluminancia mínima de 200 lux en el interior de la nave.

El estudio del alumbrado se detalla en el Anejo 7 (Instalación eléctrica) contenido en el presente proyecto.

### **Situaciones de alta ocupación (SUA 5)**

No es de aplicación en este proyecto

### **Seguridad frente al riesgo de ahogamiento (SUA 6)**

No es de aplicación en el presente proyecto. Los pozos y depósitos o conducciones abiertas que sean accesibles a personas y presenten riesgo de ahogamiento, estarán equipados con sistemas de protección, tales como rejillas o tapas, con la suficiente rigidez y resistencia, así como cierres que impidan su apertura por personal no autorizado.

### **Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento (SUA 7)**

Ámbito de aplicación: Esta sección es aplicable a las zonas de uso Aparcamiento, (lo que excluye a los garajes de una vivienda unifamiliar) así como a las vías de circulación de vehículos existentes en los edificios.

No procede.

### **Seguridad frente al riesgo relacionado con la acción del rayo (SUA 8)**

No es obligatorio la instalación de un sistema de protección contra rayos.

### **Accesibilidad (SUA 9)**

Con el fin de facilitar el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los edificios a las personas con discapacidad se cumplirán las condiciones funcionales y de dotación de elementos accesibles. En este caso se trata de una nave almacén para maquinaria y el sistema de ósmosis inversa, no es un edificio de pública concurrencia, por lo tanto la accesibilidad cumplirá lo necesario para la actividad industrial.

## **13.4.- Salubridad (DB HS)**

### **Protección frente a la humedad (HS 1)**

Todos los materiales de cerramientos y los que están en contacto con el deben ser resistentes a la humedad.

## **13.5.- Protección contra el ruido (DB HR)**

Las medidas correctoras para minimizar los ruidos propios de la actividad se reflejan en el Anejo 11 (Estudio de Impacto Ambiental).

Los valores mínimos a cumplir por los cerramientos en la instalación serán los siguientes:

### Aislamiento acústico a ruido aéreo

- Protección frente al ruido generado en la misma unidad de uso. El índice global de reducción acústica,  $A$ ,  $RA$  de la tabiquería no será menor que 33 dBA.
- Protección frente al ruido procedente de otras unidades de uso.
- El aislamiento acústico a ruido aéreo  $D_{nT, A}$ , entre recinto habitable y cualquier recinto habitable colindante vertical u horizontal que pertenezca a una unidad de uso diferente no será menor de 45 dBA.
- Protección frente al ruido procedente de recintos de instalaciones y de recintos de actividad.

El aislamiento a ruido aéreo  $D_{nT, A}$  entre un recinto habitable y un recinto de instalaciones, o un recinto de actividad, colindantes vertical u horizontalmente con él, no será menor que 45 dBA.

### Aislamiento acústico a ruido de impactos

- El nivel global de presión de ruidos de impactos  $L'_{nT,w}$  con cualquier otro recinto que pertenezca a una unidad de uso diferente no será mayor de 65 dB
- El nivel global de presión de ruidos de impactos  $L'_{nT,w}$  con cualquier zona común no será mayor de 65 dB
- El nivel global de presión de ruidos de impactos  $L'_{nT,w}$  con un recinto de instalaciones no será mayor de 60 dB.

### Tiempo de reverberación

- El conjunto de elementos contractivos, acabados superficiales y revestimientos que delimitan un recinto tendrán absorción acústica de manera que los tiempos de reverberación de manera que el área de absorción acústica equivalente  $A$ , sea al menos  $0,2 \text{ m}^2$  por cada  $\text{m}^3$  de volumen del recinto.

### Ruido y vibraciones en las instalaciones

- Se limitarán los niveles de ruido y de vibraciones que las instalaciones puedan transmitir a los recintos protegidos y habitables del edificio a través de las sujeciones y puntos de contacto de aquellas con los elementos constructivos, de tal forma que no se aumenten perceptiblemente los niveles debidos a las restantes fuentes de ruido del edificio.



### **13.6.- Ahorro de energía (DB HE)**

El CTE exige la reducción a límites sostenibles el consumo energético. Para conseguir esto, se ha de partir del uso racional de la energía necesaria para la utilización del edificio y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, usos y mantenimiento.

Dadas las características del edificio que va a albergar el almacén del sistema de ósmosis inversa, las exigencias del CTE en materia de ahorro de energía no exigen una contribución solar mínima al no existir consumo de agua caliente sanitaria.

## **CAPÍTULO 14.- Cumplimiento de otros reglamentos y disposiciones**

En la redacción y realización del presente proyecto se han tenido en cuenta las normas que se detallan a continuación:

### **Edificación e Instalaciones**

- R.D. 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (BOE núm. 74 de 28 de marzo) y Documentos Básicos de aplicación.
- CTE DB SE AE. Seguridad estructural. Acciones en la edificación
- CTE DB SE A. Seguridad estructural. Acero
- RD 1247/2008 de 18 de Julio por el que se aprueba la “ Instrucción al hormigón estructural (EHE-08)
- Ley del Suelo y Reglamento de Disciplina Urbanística.
- R.D. 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Equipos a Presión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- R.D. 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).
- ITC-BT. Reglamento electrotécnico para Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Documento Básico Salubridad (DB-HS)

### **Medio ambiente**

- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera (BOE Nº 275 de 16 de noviembre).

- Ley 11/2.003, de 8 de abril de Prevención Ambiental de Castilla y León, modificada por:
  - Ley 8/2007, de 24 de octubre, de Modificación de la ley 11/2.003, de 8 de abril, de Prevención Ambiental de Castilla y León (BOCYL de 29 de octubre de 2007).
  - Decreto 70/2008 de dos de octubre por el que se modifican los anexos II y V y se amplía el anexo IV de Ley 11/2.003, de 8 de abril de Prevención Ambiental de Castilla y León.
  - Ley 1/2.009, de 26 de febrero, de modificación de la ley 11/2.003, de 8 de abril, de Prevención Ambiental de Castilla y León.
- Ley 5/2009, de 4 de junio, del ruido de Castilla y León.
- Ordenanza N°33. Reguladora de los vertidos de aguas residuales a las redes municipales de alcantarillado del Ayuntamiento de Almazán.

### **Seguridad y Prevención de Riesgos Laborales:**

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

- R.D. 487/1997, de 14 de abril, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- R.D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- R.D. 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Orden de 10 de marzo de 1998 por la que se modifica la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AP5 del reglamento de aparatos a presión sobre extintores de incendios (BOE N° 101 de 28 de abril de 1998).

## **CAPÍTULO 15.- Estudio económico**

Tras realizar el estudio económico en el Anejo 15 del presente proyecto, obtenemos que el VAN tiene un valor positivo de 311.337,73 y la TIR un 13%, por lo tanto el proyecto es viable económicamente.

Recuperando la inversión inicial en 6,76 años, que es lo mismo que 6 años y 9 meses.

## CAPÍTULO 16.- Presupuesto

El presupuesto se desarrolla de forma más amplia en el Documento N° 3 Presupuesto.

El coste de este proyecto se divide en capítulos Tabla 8

Tabla 8. Presupuesto por capítulos

|                                         |              |
|-----------------------------------------|--------------|
| C01 Movimiento de tierras               | 9.893,00 €   |
| C02 Cimentación y hormigones            | 52.137,78 €  |
| C03 Estructuras                         | 34.355,07 €  |
| C04 Cerramientos                        | 45.995,58 €  |
| C05 Cubierta                            | 19.582,20 €  |
| C06 Carpintería                         | 2.683,89 €   |
| C07 Saneamiento                         | 4.841,78 €   |
| C08 Instalación eléctrica               | 15.548,47 €  |
| C09 Control de calidad de la obra       | 1.295,74 €   |
| C10 Maquinaria                          | 767.869,69 € |
| C11 Seguridad y salud                   | 19.255,97€   |
| C12 Gestión de residuos de construcción | 116,71 €     |
| C13 Protección contra incendios         | 117,45 €     |

|                                                |                      |
|------------------------------------------------|----------------------|
| <b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b> ..... | <b>973.693,33 €</b>  |
| 15 % Gastos Generales .....                    | 146.054,00 €         |
| 6% Beneficio Industrial .....                  | 58.421,60 €          |
| Suma .....                                     | 1.178.168,93€        |
| 21 % I.V.A. de Contrata .....                  | 274.415,48 €         |
| <b>PRESUPUESTO DE CONTRATA</b> .....           | <b>1.425.584,41€</b> |

Asciende el presente presupuesto a la expresada cantidad de: UN MILLÓN CUATROCIENTOS VEINTICINCO MIL QUINIENTOS OCHENTA Y CUATRO EUROS Y CUARENTA Y UN CÉNTIMOS.

Para que conste, firmo el presente documento en Almazán, (Soria); enero de 2016

Fdo.: Raquel Martínez Rodrigo

Grado en Ingeniería Forestal: Industrias Forestales

# **ANEJOS A LA MEMORIA**

# ÍNDICE DE ANEJOS

|                                                        |     |
|--------------------------------------------------------|-----|
| ANEJO 1.- DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO Y MATERIALES .....  | 1   |
| ANEJO 2.- ESTUDIO DE VIABILIDAD .....                  | 6   |
| ANEJO 3.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO .....                | 18  |
| ANEJO 4.- DISEÑO DEL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA .....  | 21  |
| ANEJO 5.- CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS DE LA NAVE .....      | 53  |
| ANEJO 6.- INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO .....             | 91  |
| ANEJO 7.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA .....                  | 97  |
| ANEJO 8.- PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS .....            | 111 |
| ANEJO 9.- GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN ..... | 118 |
| ANEJO 10.- PLANIFICACIÓN DE OBRA .....                 | 121 |
| ANEJO 11.- ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....          | 124 |
| ANEJO 12.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD .....          | 134 |
| ANEJO 13.- ESTUDIO GEOTÉCNICO .....                    | 157 |
| ANEJO 14.- PLAN DE CONTROL DE CALIDAD .....            | 159 |
| ANEJO 15.- ESTUDIO ECONÓMICO .....                     | 168 |
| ANEJO 16.- BIBLIOGRAFÍA .....                          | 181 |

**ANEJO 1:  
DESCRIPCIÓN  
DEL PRODUCTO  
Y MATERIAS  
PRIMAS**

## ÍNDICE

|                                 | Página |
|---------------------------------|--------|
| 1.- Datos de partida .....      | 1      |
| 2.- Materias primas .....       | 2      |
| 2.1.- Ácido cítrico .....       | 2      |
| 2.2.- Hidróxido de amonio ..... | 2      |
| 2.3.- Antiincrustante .....     | 3      |
| 2.4.- Ácido sulfúrico.....      | 3      |
| 2.5.- Membranas .....           | 4      |
| 3.- Producto acabado.....       | 4      |



## ANEJO 1.- DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO Y MATERIAS PRIMAS

### 1.- Datos de partida

Antes de comenzar con el diseño del sistema de ósmosis inversa, es necesario conocer las características físico-químicas y la cantidad de agua a tratar, ya que serán la base de partida para el diseño de la unidad.

En la Tabla 1.1 se encuentran los parámetros característicos del efluente que se obtiene del tratamiento secundario, en el caso de este proyecto, del reactor biológico.

Tabla 1.1. Parámetros característicos del efluente a tratar.

| Parámetro                                 | Valor |
|-------------------------------------------|-------|
| pH                                        | 7.9   |
| Temperatura (°C)                          | 35    |
| Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) | 3274  |
| Turbidez                                  | 0     |
| SDI                                       | 2     |

A su vez en la Tabla 1.2 se encuentra la composición salina del agua de alimentación.

Tabla 1.2. Composición salina del efluente.

| Catión          | mg/l  | Anión            | mg/l  |
|-----------------|-------|------------------|-------|
| Ca              | 34    | CO <sub>3</sub>  | 3.4   |
| Mg              | 6     | HCO <sub>3</sub> | 400   |
| Na              | 620   | SO <sub>4</sub>  | 56    |
| K               | 14    | Cl               | 769.1 |
| NH <sub>4</sub> | 13    | NO <sub>3</sub>  | 43    |
| Sr              | 0.004 | B                | 0.70  |
|                 |       | SiO <sub>2</sub> | 1     |

## 2.- Materias primas

En este apartado se estudiarán las distintas materias primas o compuestos que se requieren para llevar a cabo el proceso. Durante la ósmosis inversa, la materia principal es el agua a tratar, el efluente de la industria papelera, aparte de esto es necesario una serie de compuestos químicos, tanto para llevar a cabo las tareas de limpieza de las membranas, como para evitar incrustaciones de las mismas. Y las propias membranas.

### 2.1.- Ácido cítrico

El ácido cítrico es un ácido orgánico tricarbónico este se utiliza como reactivo de limpieza de las membranas de ósmosis inversa. Es útil para eliminar las precipitaciones inorgánicas (carbonato cálcico, sulfato de calcio y de estroncio) así como los óxidos metálicos y materia coloidal inorgánica. Está disponible en polvo. Las propiedades del ácido cítrico se encuentran en la Tabla 1.3.

Tabla 1.3. Propiedades ácido cítrico [6]

| <b>Propiedades físicas</b>     |           |
|--------------------------------|-----------|
| Densidad ( Kg/m <sup>3</sup> ) | 1665      |
| Peso molecular (Kg/mol)        | 192.13    |
| Punto de fusión (°C)           | 175       |
| <b>Propiedades químicas</b>    |           |
| Acidez pKa                     | 3.15-6.40 |
| Solubilidad (g/100ml)          | 133       |

### 2.2.- Hidróxido de amonio

El hidróxido de amonio, también llamado agua amoniacal, es una solución incolora de amoníaco, en agua de color arce. Por lo general se encuentra en concentraciones hasta el 30%. En este caso se utiliza como reactivo de limpieza de membranas de ósmosis inversa junto con el ácido cítrico. Es útil para eliminar contaminantes orgánicos de origen natural, contaminantes coloidales de origen orgánico/inorgánico, y materia biológica (hongos, moho, limos, biofilm). En la Tabla 1.4 se presentan las propiedades del hidróxido de amonio.

Tabla 1.4. Propiedades del hidróxido de amonio [7].

| <b>Propiedades físicas</b>    |          |
|-------------------------------|----------|
| Densidad (kg/m <sup>3</sup> ) | 880      |
| Peso molecular (g/mol)        | 35.04    |
| Punto de ebullición (°C)      | 27.7     |
| Punto de fusión (°C)          | -91.5    |
| <b>Propiedades químicas</b>   |          |
| Solubilidad                   | Miscible |

### 2.3.- Antiincrustante

El antiincrustante se utiliza para evitar incrustaciones en las membranas de ósmosis inversa. Este se adquiere en la empresa Genesys.

Se trata de una mezcla sinérgica de inhibidores, se ha desarrollado específicamente para sistemas de ósmosis inversa y nanofiltración. Previene las incrustaciones más frecuentes de sílice, fosfato cálcico, hierro y manganeso. [4]

Al ser efectivo frente al ensuciamiento y prevenir las incrustaciones más comunes, este compuesto permite el diseño y operación a mayores tasas de conversión reduciendo el volumen de agua de aporte y rechazo para vertido. De esta forma pueden alcanzarse ahorros significativos tanto en costes de inversión como de explotación, habrá una reducción de la frecuencia de limpieza y un aumento de la vida útil de las membranas. La empresa de compuestos químicos Genesys facilita la ficha de seguridad del compuesto, así como las propiedades del mismo. Estas se disponen en la Tabla 1.5. [4]

Tabla 1.5. Propiedades del antiincrustante.

| <b>Propiedades físicas</b>     |          |
|--------------------------------|----------|
| Densidad (kg/cm <sup>3</sup> ) | 1.33     |
| Punto de congelación (°C)      | -5       |
| <b>Propiedades químicas</b>    |          |
| Solubilidad                    | Miscible |

### 2.4.- Ácido sulfúrico

El ácido sulfúrico es un ácido fuerte que se emplea para acidificar el agua y evitar la precipitación de carbonato cálcico. Se dosifica al 96% en el efluente en la línea principal antes de su paso por las membranas. En la Tabla 1.6 se presentan las propiedades físico-químicas del ácido sulfúrico.

Tabla 1.6. Propiedades del ácido sulfúrico [5].

| <b>Propiedades físicas</b>    |          |
|-------------------------------|----------|
| Densidad (kg/m <sup>3</sup> ) | 1800     |
| Peso molecular (g/mol)        | 98.079   |
| Punto de fusión (°C)          | 10       |
| Punto de ebullición (°C)      | 340      |
| <b>Propiedades químicas</b>   |          |
| Solubilidad                   | Miscible |

## 2.5.- Membranas

Las membranas las consideraremos materias primas ya que son el elemento principal de la planta.

Estas son barreras físicas semipermeables que separan dos fases impidiendo el contacto y restringiendo el movimiento de las sales a través de ella de forma selectiva. Así permiten la separación de contaminantes del agua generando un efluente limpio de sales y patógenos. [8]

Las membranas de este proyecto serán en espiral de poliamida compuesta. Están son poco hidrófilas, con una gran resistencia al pH y al daño mecánico. A parte tienen gran densidad por ser en espiral y una facilidad de limpieza.

## 3.- Producto acabado

El producto acabado es un agua con una concentración muy baja en sales con una gran calidad para poder utilizarla en el proceso de producción, donde se necesita mejor agua. En la Tabla 1.7 se ve la diferencia de concentración de sales que tiene el permeado respecto del agua cruda.

Tabla 1.7. Sales del agua cruda y del permeado.

| <b>Ion</b>       | <b>Agua cruda (mg/l)</b> | <b>Permeado (mg/l)</b> |
|------------------|--------------------------|------------------------|
| Ca               | 34.0                     | 0.297                  |
| Mg               | 6.0                      | 0.052                  |
| Na               | 620.0                    | 25.657                 |
| K                | 14.0                     | 0.721                  |
| NH <sub>4</sub>  | 13.0                     | 0.670                  |
| Sr               | 0.004                    | 0.000                  |
| CO <sub>3</sub>  | 3.4                      | 0.001                  |
| HCO <sub>3</sub> | 400.0                    | 22.851                 |
| SO <sub>4</sub>  | 56.0                     | 0.880                  |
| Cl               | 769.1                    | 24.426                 |
| NO <sub>3</sub>  | 43.0                     | 6.720                  |
| B                | 0.70                     | 0.666                  |
| SiO <sub>2</sub> | 1.0                      | 0.03                   |
| CO <sub>2</sub>  | 6.76                     | 53.53                  |
| TDS              | 1960.2                   | 83.0                   |
| ph               | 7.90                     | 5.78                   |

**ANEJO 2:  
ESTUDIO DE  
VIABILIDAD**

## ÍNDICE

|                                                                              | Pagina |
|------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1.- Tratamiento de las aguas residuales .....                                | 6      |
| 2.- Descripción de los tratamientos asociados a la eliminación de sales..... | 6      |
| 2.1.- Intercambio iónico .....                                               | 7      |
| 2.2.- Tratamiento químico.....                                               | 7      |
| 2.3.- Destilación .....                                                      | 8      |
| 2.4.- Cristalización.....                                                    | 8      |
| 2.5.- Tecnología de membranas.....                                           | 8      |
| 3. Sistema de ósmosis inversa .....                                          | 12     |
| 3.1.- Membranas y tipos de membranas .....                                   | 13     |
| 3.3.- Criterios de operación .....                                           | 17     |
| 4.- Elección de la mejor alternativa .....                                   | 17     |

## **ANEJO 2.- ESTUDIO DE VIABILIDAD**

### **1.- Tratamiento de las aguas residuales**

La depuración de las aguas residuales consiste en la eliminación de las impurezas del agua utilizada. Es el paso previo para poder retornarla al medio natural con los mínimos riesgos ambientales, o para destinarla a otros usos. [9]

El tratamiento de las aguas industriales consta de tres etapas, la primera etapa es la de pretratamientos y tratamientos primarios con el objetivo de eliminar los sólidos de alta densidad, coloides, metales pesados y aceites y grasas, con operaciones como cribado, dilaceración, coagulación-floculación, sedimentación filtración desarenado y desengrasado. La segunda etapa o tratamientos secundarios tienen el objetivo de estabilizar y eliminar la materia orgánica biodegradable mediante lodos activos, lagunaje, filtros percoladores o lechos bacterianos, etc...Y la tercera etapa o tratamientos terciarios sirven para mejorar la calidad del efluente eliminando contaminantes específicos por medio de precipitación química-floculación, filtración, flotación, eliminación de nitrógeno y fosforo, adsorción, desorción, procesos de intercambio iónico, tratamientos con membranas, oxidación, desinfección, etc...

La elección del tratamiento terciario depende de los contaminantes que resisten después de los tratamientos primario y secundario, ya que son tratamientos específicos y costosos. En este proyecto se realizara un estudio para la eliminación de las sales, ya que nuestro efluente tiene una concentración que no permite su reutilización como agua de proceso en la fábrica papelera.

### **2.- Descripción de los tratamientos asociados a la eliminación de sales**

Dependiendo de la calidad de agua que queremos obtener, de la calidad del agua bruta, la fuente de suministro y del destino para el que se va a emplear, se realizaran distintos tratamientos para la eliminación de las sales Tabla 2.1:



Tabla 2.1. Métodos de desalinización.

|                          |                           |
|--------------------------|---------------------------|
| <b>Procesos químicos</b> | Intercambio iónico        |
|                          | Tratamiento químico       |
| <b>Procesos físicos</b>  | Destilación               |
|                          | Cristalización            |
|                          | Tratamiento con membranas |

## 2.1.- Intercambio iónico

Se utiliza un material llamado resinas de intercambio iónico. Son sustancias granulares insolubles que tienen en su estructura molecular radicales ácidos o básicos capaces de intercambiarse con los iones del mismo signo presentes en la solución del líquido en contacto con ellas. Retiene selectivamente sobre su superficie los iones disueltos en agua y los mantiene temporalmente.

Es un intercambio irreversible de iones entre un sólido y un líquido en el que no hay cambios sustanciales en la estructura del sólido.

Es habitual este sistema en la eliminación de sales cuando se encuentran en bajas concentraciones, siendo típica la aplicación para la desmineralización y el ablandamiento de aguas, así como la retención de ciertos productos químicos y la desmineralización de jarabes de azúcar. También son habituales las resinas de intercambio iónico en las fábricas para preparar el agua para los distintos procesos en los que se requiera de un agua limpia de sales. [8]

## 2.2.- Tratamiento químico

Se trata el agua salobre con sustancias químicas varias, de manera que se produzcan reacciones químicas entre las sales presentes en el agua cruda y los químicos agregados, así se producen neutralizaciones, intercambio de iones y aniones y precipitaciones de las sales indeseables. Al aplicar sustancias químicas se realizan precipitaciones y se forman conglomerados de sales (flóculos), estos con su peso descienden hasta el fondo del recipiente y proceder a su eliminación. Entre los procesos que se aplican en un tratamiento químico, tenemos la potabilización, neutralización, clarificación, y dosificación de sustancias. [10]

### **2.3.- Destilación**

Se trata de aplicar energía a la masa de agua, calentándola hasta su evaporación, posteriormente se colecta ese vapor de agua, para luego hacerlo pasar por un condensador. El vapor se queda libre de sales y las sales se quedan en el fondo ya que no han llegado a su temperatura de evaporación, ya que es mayor a la del agua. Entonces el permeado se recogerá en forma de vapor de agua y luego condensarlo. [14]

### **2.4.- Cristalización**

La congelación del agua salobre suministra cristales de hielo puro que se separan de la solución, mientras que el agua en forma líquida se concentra en sales. Los cristales son separados y deben ser lavados con agua limpia lo que hace bajar, considerablemente, el rendimiento de esta técnica. Además tiene los inconvenientes del uso de mucha energía térmica y que se trabaja con un gran volumen de agua [10].

### **2.5.- Tecnología de membranas**

Las membranas son barreras físicas semipermeables que separan dos fases, impidiendo su íntimo contacto y restringiendo el movimiento de las moléculas a través de ellas de forma selectiva. Este hecho permite la separación de las sustancias contaminantes del agua, generando un efluente acuoso depurado [8].

Dependiendo del tamaño de las partículas y de la naturaleza de los contaminantes se utilizara un proceso de membrana u otro, representados en la Figura 2.1.

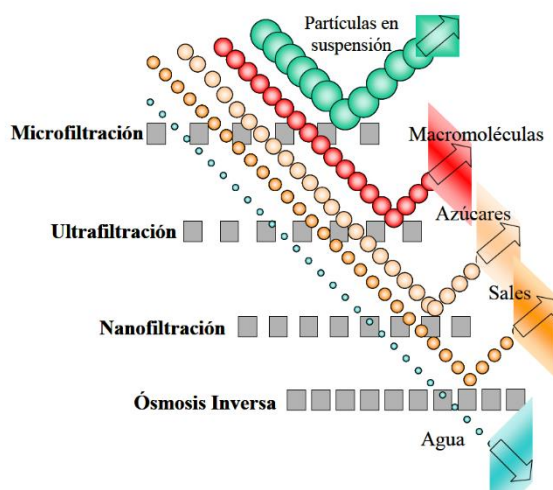


Figura 2.1. Sustancias retenidas en función del proceso de membrana utilizado [11].

Las tecnologías más utilizadas en el tratamiento de aguas residuales industriales se pueden agrupar entiendo a la fuerza impulsora responsable del flujo de permeado (Tabla 2.2) [8].

Tabla 2.2. Tecnologías de membrana atendiendo la fuerza impulsora.

| Tecnologías          | Fuerza impulsora                                |
|----------------------|-------------------------------------------------|
| Electrodialisis (ED) | Diferencia de potencial eléctrico transmembrana |
| Microfiltración (MF) | Diferencia de presión transmembrana             |
| Ultrafiltración (UF) |                                                 |
| Nanofiltración (NF)  |                                                 |
| Ósmosis inversa (RO) |                                                 |

En la Tabla 2.3 se encuentran las ventajas y los inconvenientes que presenta la utilización de procesos de membrana.

Tabla 2.3. Ventajas e inconvenientes de los procesos de membranas

| Ventajas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proceso continuo.</li> <li>• Temperaturas moderadas.</li> <li>• Consumo energético reducido.</li> <li>• Permite separaciones que se basan en tamaños moleculares.</li> <li>• Se requiere mínima utilización de productos químicos.</li> <li>• Gran flexibilidad y amplia variedad de membranas.</li> <li>• Sistemas modulares.</li> <li>• Facilidad de automatización.</li> </ul> |
| Inconvenientes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Coste del sistema.</li> <li>• Mantenimiento de las membranas.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

### Electrodiálisis (ED)

Los procesos de separación basados en electrodiálisis utilizan membranas donde se han incorporado grupos con cargas eléctricas, con el fin de restringir el paso de los iones presentes en una solución acuosa. En estos procesos la fuerza impulsora responsable del flujo de los iones, a través de la membrana, es una diferencia de potencial eléctrico. Figura 2.2.

El equipo de electrodiálisis está formado por un conjunto de membranas aniones y cationes, dispuestas en forma alterna y separadas por espaciadores o placas. Los espaciadores provocan turbulencias que evitan las deposiciones de los materiales en la superficie de las membranas y homogeneizan la concentración [8].

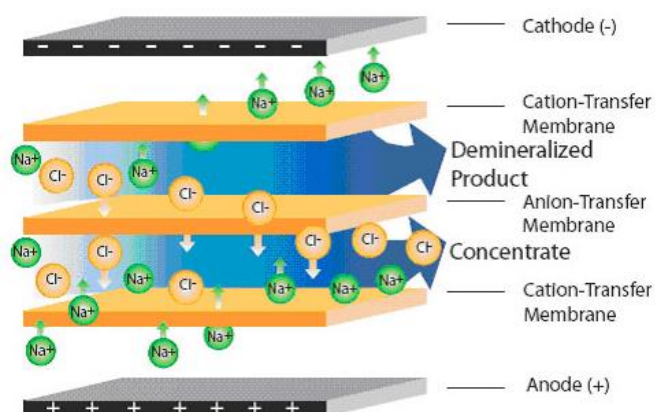


Figura 2.2. Equipo de electrodiálisis [13]

### **Microfiltración (MF)**

Mediante este proceso se asegura la retención de la totalidad de materiales coloidales de origen mineral y/u orgánico, incluso los microorganismos si se utilizan tamaños de poro más pequeño. La microfiltración actúa para retenciones de entre 10 y 0.1 micras. Agentes como virus, algunos compuestos orgánicos y por supuesto las sales disueltas no se encuentran en ese rango y por tanto no pueden ser retenidos por este proceso.

Se utilizan membranas del tipo filtro profundo dispuestas en cartuchos, que se instalan en línea y del tipo tamiz, que se disponen en diferentes configuraciones y que operan en la forma filtración tangencial. Suelen fabricarse con polifloruros de polivinilideno, poliamidas, poliolefinas y materiales cerámicos.

La microfiltración se utiliza industrialmente para la separación de sólidos y como pretratamiento para procesos de membrana de retención mayor. Su intervalo de presión de trabajo oscila entre 0.1 y 2 bares, presiones relativamente bajas [8] [1].

### **Ultrafiltración (UF)**

Es igual que la microfiltración, se emplea para separar materia no disuelta. A diferencia de la microfiltración las membranas de ultrafiltración poseen un tamaño de poro menor, su rango abarca de 0.1 a 0.001 micras y por tanto permite retener la totalidad de virus y bacterias así como macromoléculas y gran parte de los compuestos orgánicos.

Industrialmente este proceso se utiliza para el fraccionamiento, concentración y purificación, el producto deseado puede ser tanto el filtrado, como el concentrado o ambos. La ultrafiltración emplea la filtración tangencial trabajando a presiones moderadas entre 1 y 5 bares aproximadamente.

### **Nanofiltración (NF)**

La separación por nanofiltración usa una membrana con tamaños de poro y presiones operativas cuyos valores se ubican entre los de las membranas de ultrafiltración y los de las membranas de ósmosis inversa. Las presiones de operación verían entre 5 y 30 bares.

Estas membranas previenen el paso de solo una porción del total de los sólidos disueltos (principalmente iones divalentes) y remueven la mayor parte de la materia orgánica disuelta presente en el agua bruta.

Se utiliza en el tratamiento de aguas de consumo en pequeñas comunidades. Eliminación de la dureza del agua y como pretratamiento para la obtención de agua ultrapura [8].

### **Ósmosis inversa (OI, RO)**

El proceso de ósmosis inversa consiste en generar, mediante una membrana permeable al agua y presión, una solución acuosa con bajo contenido en sal a partir de otra con alto contenido en sal. La OI es capaz de rechazar contaminantes o partículas con diámetros tan pequeños como  $0.001\mu\text{m}$  y una diferencia de presión transmembrana de 7-70 bar [8].

## **3. Sistema de ósmosis inversa**

La ósmosis es el proceso que tiene lugar cuando una membrana, con permeabilidad selectiva al agua, separa dos soluciones salinas acuosas de distinta concentración, que se encuentran a la misma presión y temperatura. De tal forma que el agua pasa de la solución más diluida a la más concentrada a través de la membrana. (Figura 2.3. A).

El fenómeno cesa cuando el aumento de presión hidrostática, en el lado de la membrana de la solución más concentrada, supone una resistencia suficiente para impedir el paso del agua proveniente de la solución diluida. La diferencia de presión entre las dos soluciones cuando se alcanza este estado de equilibrio se denomina diferencia de presión osmótica transmembrana ( $\Delta\pi$ ) (Figura 2.3 B).

Si lo que se pretende es invertir el flujo de agua generado por ósmosis, es necesario aplicar, en el lado de la solución concentrada, una presión que origine una diferencia de presión transmembrana ( $\Delta p$ ) superior a la presión osmótica. De esta forma se logra que el flujo de agua sea en el sentido de la solución concentrada a la solución diluida (OI), obteniéndose agua desalada, a partir de soluciones acuosas salinas, de calidad suficiente para ser utilizada en el consumo humano o en otras aplicaciones (Figura 2.3. C) [8].

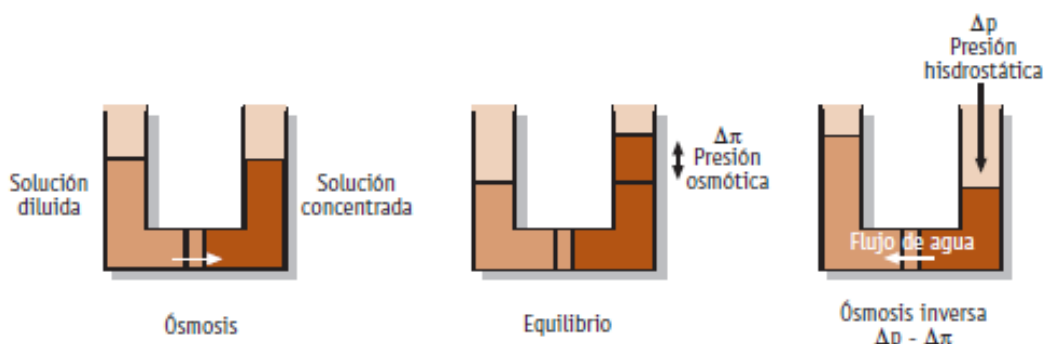


Figura 2.3. Principios de la ósmosis y la ósmosis inversa.

### 3.1.- Membranas y tipos de membranas

Las membranas se pueden clasificar según su [12]:

- Composición química:

Pueden ser orgánicas o inorgánicas.

*Las membranas orgánicas* presentan dos limitaciones: la estabilidad química y la resistencia a la temperatura. Estas están compuestas de polímeros como son el acetato de celulosa (semipermeable), triacetato de celulosa (trabaja a más amplia gama de pH que las de acetato de celulosa), poliamidas aromáticas (menos hidrófilas y tienen mayor resistencia al pH y al daño mecánico) y poliéter-urea (naturaleza fuertemente catiónica), entre otras.

*Las membranas inorgánicas* es la solución a las limitaciones de las membranas orgánicas, ya que las membranas orgánicas tienen resistencia limitada a los químicos y a las temperaturas. Siendo las membranas inorgánicas de cerámica (son de alúmina), vidrio (escasa resistencia a las vibraciones por su fragilidad) y carbono (soportan valores extremos de temperatura y pH, pero no existen membranas para ósmosis inversa).

- Forma: se pueden distinguir entre planas, tubulares, de fibra hueca y en espiral. Las membranas *planas* son hojas o láminas semipermeables por las que incide el agua, reteniendo estas las sales. Las *tubulares* se construyen en forma de tubo hueco, la solución pasa por dentro del tubo y el permeado sale hacia el exterior. A las membranas de *fibra hueca* también se les llama membranas capilares por su aspecto. Entre sus ventajas destacan: la reducción de volumen, mayor superficie activa, resistencia a la presión, facilidad en la instalación y su durabilidad.

Y las membranas en *espiral* son láminas rectangulares enrolladas en un eje cilíndrico con perforaciones que recoge el permeado.

- **Naturaleza:** pueden ser integrales o compuestas de capa fina.  
En las *integrales* existe continuidad entre la capa activa y el lecho poroso siendo del mismo polímero. El inconveniente es que la mejora de la capa activa es una desmejora del lecho poroso y al revés por tener misiones contrapuestas.  
Y en las *compuestas* el lecho poroso y la capa activa son de diferentes materiales.
- **Estructura:** asimétricas (presentan en la parte exterior una capa densa y delgada bajo la cual aparece el lecho poroso, esta capa se llama capa activa) o simétricas (llamadas también homogéneas, tienen una estructura porosa uniforme). Todas las membranas de ósmosis inversa presentan capa activa, por lo tanto son asimétricas.
- **Presión de trabajo:** define las condiciones de trabajo, y pueden ser membranas de muy baja presión, de baja presión, de media presión y de alta presión.
- **Morfología de su superficie:** lisas o rugosas, dependiendo del aspecto exterior de la capa activa.
- **Carga superficial:** neutras las que no presentan ninguna carga eléctrica y con potencial nulo, catiónicas con cargas positivas y aniónicas con carga eléctrica sobre su superficie negativa.

### **Configuración de las membranas. Módulos.**

Se conoce como modulo a la unidad de operación en la que se disponen las membranas para su utilización. Estos se diseñan para alcanzar tres objetivos esenciales:

- Asegurar a nivel de membrana una circulación suficiente del fluido que va a ser tratado, para evitar la concentración, precipitación y polarización de partículas.
- Producir un módulo compacto.
- Evitar fugas en los compartimientos de alimentación y permeado.

El módulo también debe satisfacer otro tipo de necesidades, como:

- Facilidad de limpieza.
- Facilidad de ensamblaje y desmontaje.



- Pequeño volumen a montar.

Existen cuatro tipos principales de módulos: placa-bastidor, tubulares, espirales y de fibra hueca.

### Placa-bastidor

Se disponen en las membranas en bastidores separados por placas. El agua circula por los espacios placa-membrana, pasando el permeado a través de las paredes de las membranas (Figura 2.4.) [8].

Son de fácil limpieza y fácil cambio de membranas ya que se detectan las defectuosas fácilmente.

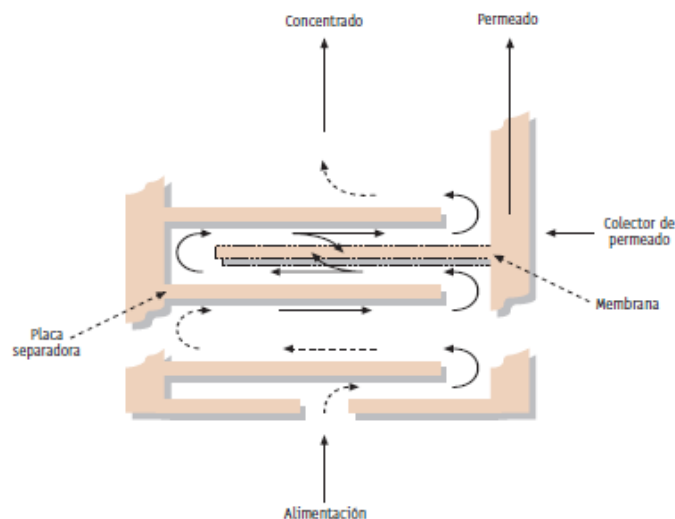


Figura 2.4. Esquema de un módulo tipo placa-bastidor

### Tubulares

Carcasas cilíndricas con un número variable de membranas tubulares. La alimentación se realiza por el interior de las membranas, produciéndose un flujo lateral de permeado a través de las paredes. Las membranas tubulares están constituidas por un soporte poroso sobre el que se deposita la superficie filtrante [2].

Tienen una gran desventaja y es su baja densidad de compactado, así que se necesitara de un mayor coste de inversión.

### Espiral

Envoltorio de dos membranas planas en un tubo colector de permeado. Las partes huecas permiten que pase el agua a través de la estructura y el permeado fluya lateralmente. Figura 2.5. [8].

Son muy compactas y tienen una pérdida de carga menor que los módulos de placa-bastidor. Además de facilidad de limpieza química.

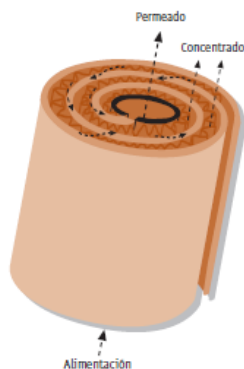


Figura 2.5. Membrana enrollada en espiral

### Fibra hueca

Los módulos contienen montones de tubos capilares, también llamados fibras empaquetados en un tubo cilíndrico. El flujo tiene paso por dentro de las fibras (configuración de dentro a fuera) o por fuera (configuración exterior-interior).

Resistencia al atascamiento, alta densidad de empaquetamiento y costes de bombeo más bajos.

### **Disposición de líneas de ósmosis inversa**

Se pueden montar en paralelo o en series, con o sin bombeo intermedio.

Siendo en paralelo para cuando se dispone de una etapa o paso y en serie cuando hay más de una etapa o paso.

La diferencia entre la etapa y el paso es, que cuando se pasa el permeado otra vez por el sistema se le llama paso y etapa cuando vuelves a pasar el concentrado.

También se pueden tener dos etapas en un mismo bastidor, teniendo en la parte inferior la etapa o paso 1 y en la parte superior la etapa o paso 2.

### **3.3.- Criterios de operación**

Los principales parámetros de operación desde el punto de vista químico, de una planta de ósmosis inversa, son los siguientes [12]:

- Índice de Fouling (SDI) o turbidez del agua a ser procesada: mide la capacidad de atascamiento en la entrada a una planta de ósmosis inversa. Debe estar en el rango que el fabricante recomiende. Materia orgánica, coloides, fango y óxidos metálicos con los que pueden subir el SDI.
- Concentración de sales en el agua a ser tratada y su tendencia a precipitar: para que esto no ocurra se modificara el pH con un pretratamiento.
- Presión diferencial: el incremento de la presión diferencial hace que aumente el ensuciamiento de las membranas.

### **4.- Elección de la mejor alternativa**

Para este proyecto nos hemos decantado por un tratamiento de ósmosis inversa

Descartando la electrodiálisis por su alto coste de energía al producir corriente para la eliminación de sales y por tanto el aumento elevado de costes. A parte solo elimina las sales, pudiendo dejar patógenos contaminantes que puedan afectar a la salud de los trabajadores en el momento de la reutilización del agua.

También se han descartado la destilación y la evaporación por los elevados costes de instalación y de mantenimiento. Además de la baja producción frente a otras tecnologías. También es difícil la posibilidad de la ampliación de la planta, cosa que con la ósmosis inversa no ocurre.

Dentro de las tecnologías de membrana, elegimos la ósmosis inversa por su gran capacidad de retención de sales y materia orgánica y por tener los poros más pequeños, siendo la más efectiva de todas para el presente proyecto.

Se utilizaran membranas en espiral y de poliamida compuesta.

De poliamida porque son menos hidrófilas, tienen menor permeabilidad y mayor resistencia al pH y al daño mecánico. Además de ser más económicas.

Y en espiral porque tienen una densidad de empaquetamiento alta y son de fácil limpieza química con costes reducidos.

**ANEJO 3:  
DESCRIPCIÓN  
DEL PROCESO**

## ÍNDICE

|                                   | Página |
|-----------------------------------|--------|
| 1.- Descripción del proceso:..... | 18     |
| 2.- Diagrama de flujo:.....       | 18     |
| 3.- Equipamiento:.....            | 19     |

## ANEJO 3.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

### 1.- Descripción del proceso:

El proceso consta en primer lugar de un tanque de almacenamiento (T-01) del efluente del reactor biológico que corresponde al tratamiento secundario de la planta. A continuación el contenido del tanque se impulsa mediante una bomba de alta presión a las membranas de osmosis inversa, en esta sección de la planta la corriente se divide en dos el permeado, manteniéndose en un tanque (T-02), el agua purificada, que se recircula de nuevo al proceso y el concentrado que se canaliza a la EDAR más cercana, la de Almazán (Soria).

Antes de la impulsión de la bomba centrífuga, se emplearán dos pretratamientos, una adicción de ácido sulfúrico para bajar el pH y un antiincrustante para la impedir la cristalización del  $\text{CaCO}_3$ .

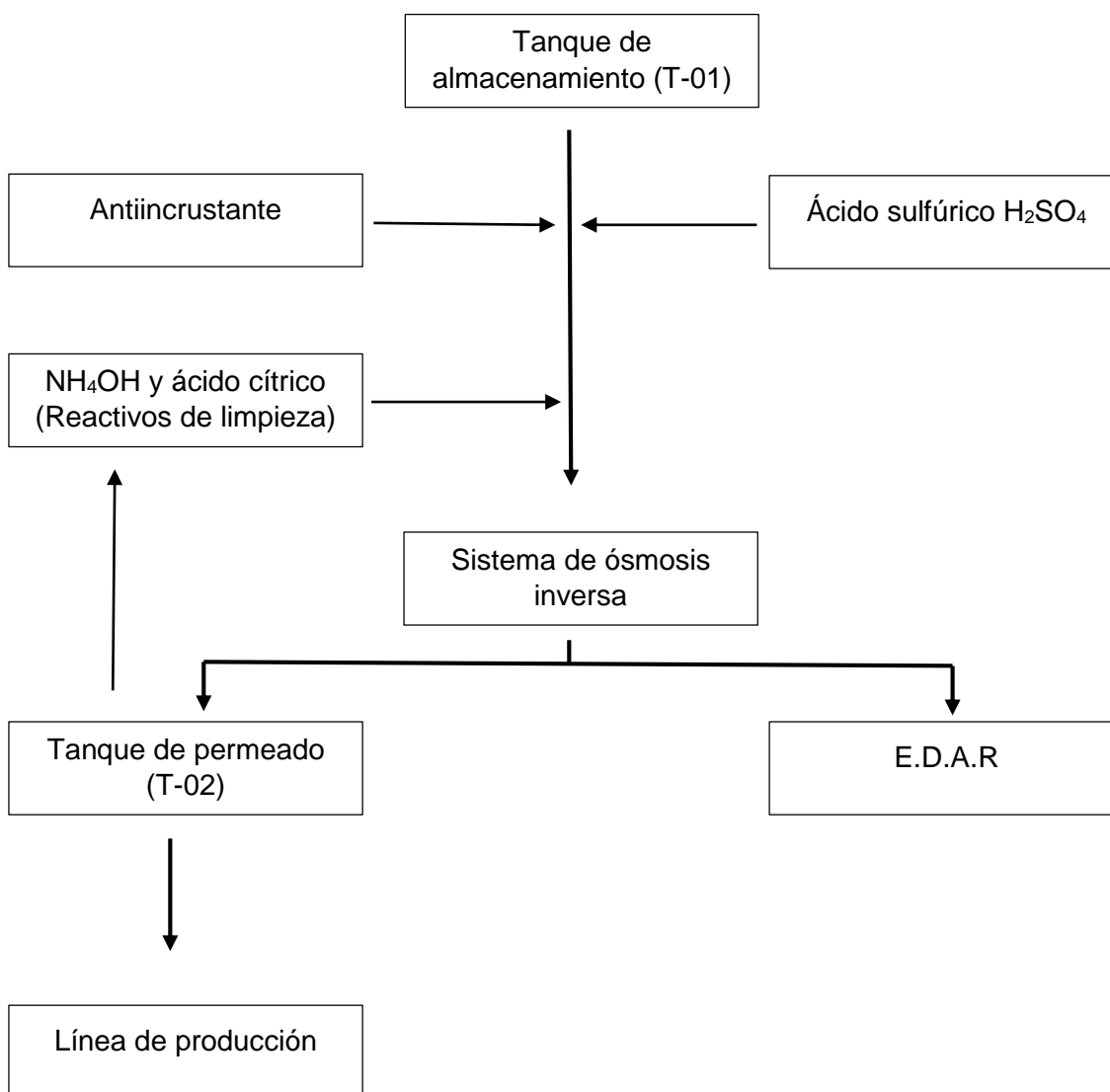
El sistema de tuberías de enlaces entre los tanques y el sistema tiene otro paralelo para que en el caso de que ocurra algún problema no pare la producción de permeado.

La descripción del proceso se encuentra en el plano de Proceso Productivo.

El diseño se encuentra en el Anejo 4.

### 2.- Diagrama de flujo:

A continuación presentamos el diagrama de flujo del proceso productivo:



### 3.- Equipamiento:

Para el diseño de este sistema contamos con la construcción de una nave de 480m<sup>2</sup> para el almacenamiento del sistema y de los tanques de reactivos y ácidos. Los tanques de agua, tanto el de almacenamiento como el de permeado se dispondrán fuera de la nave estando en conexión mediante perforaciones en el muro de dicha nave. Estas perforaciones se verán reflejadas en el Plano 5, Alzados.

El diseño de sistema dispondrá de bombas centrifugas y bombas dosificadoras explicadas con detalle en el Anejo 4 presente en este Trabajo de Fin de Grado, siendo necesarias para el movimiento del efluente y la adicción de los reactivos tanto del sistema de limpieza como los del pretratamiento.

Las bombas dosificadoras se instalarán para unir los reactivos desde los tanques con el agua a tratar, esta unión se realiza en la tubería principal que es la que conduce el agua con sales al sistema de ósmosis inversa. Esta tubería une el tanque de almacenamiento con el sistema y el agua es impulsado por una bomba centrífuga con alta potencia.

A la salida del sistema se instalaran bombas centrífugas para mover el permeado a su tanque de almacenamiento y el concentrado a la E.D.A.R.



# **ANEJO 4: DISEÑO DEL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA**

## ÍNDICE

|                                                              | Página |
|--------------------------------------------------------------|--------|
| 1.- Introducción: .....                                      | 21     |
| 2.- Diseño del tanque de almacenamiento (T-01): .....        | 21     |
| 3.- Parámetros básicos de diseño.....                        | 24     |
| 4.- Simulación etapa ósmosis inversa.....                    | 27     |
| 5.- Pretratamientos .....                                    | 34     |
| 5.1.- Antiincrustante .....                                  | 34     |
| 5.2.- Pretratamiento con ácido sulfúrico .....               | 35     |
| 6.- Diseño bomba alta presión (B-01) .....                   | 37     |
| 7.- Ensuciamiento y limpieza de las membranas .....          | 38     |
| 7.- Diseño tanque de almacenamiento del permeado (T-02)..... | 43     |
| 8.- Vertido del concentrado.....                             | 44     |
| 9.- Diseño de tuberías.....                                  | 45     |
| 10.- Diseño de equipos de impulsión .....                    | 51     |
| 11.- Diseño de sistema de control.....                       | 52     |

## ANEJO 4.- DISEÑO DEL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA

### 1.- Introducción:

Como se ha comentado anteriormente, esta etapa tiene lugar la separación de las sales del agua procedente del reactor biológico.

El diseño de los bastidores de osmosis inversa incluye la determinación de diversos parámetros básicos de funcionamiento de la planta, así como la distribución de los equipos en diferentes bastidores como unidades básicas de diseño.

Antes de llevar a cabo el diseño es necesario conocer el funcionamiento del proceso y los parámetros necesarios.

### 2.- Diseño del tanque de almacenamiento (T-01):

Una vez el efluente ha atravesado el reactor biológico de membranas (MRB), este se lleva a un tanque de almacenamiento del efluente. Se diseñará para una autonomía de cuatro horas incluyendo un tanque de almacenamiento. Así se evita la parada del proceso haciendo posible el funcionamiento continuo del sistema de ósmosis.

El tanque del efluente se diseñará contando que no puede almacenarse en el más del 80% de su capacidad, teniendo un 20% de margen de seguridad para evitar algún tipo de problema que surja durante el proceso.

$$V_{\text{tanque}} = 1,2 \cdot Q \cdot t = 1,2 \cdot 278,7 \cdot 4 = 1337,76 \text{ m}^3$$

Se realizara un tanque de 1400 m<sup>3</sup>.

La norma no establece una relación altura-diámetro específica por lo que se tomara una relación de altura-diámetro igual a uno, se trata de la relación utilizada comúnmente en tanques de almacenamiento de este tipo. Mediante la ecuación del volumen del cilindro se obtendrá el valor del diámetro y por tanto de la altura.

$$V_{\text{tanque}} = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot H = \frac{\pi}{4} \cdot D^3$$

Despejando el valor del diámetro de la ecuación anterior, se obtiene un valor de altura y diámetro. Las dimensiones del tanque de permeado se resumen en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1. Dimensiones del tanque de almacenamiento (T-01)

| Volumen, V (m <sup>3</sup> ) | Diámetro, D (m) | Altura, H (m) |
|------------------------------|-----------------|---------------|
| 1400                         | 12,12           | 12,12         |

Una vez obtenido el diámetro y la altura se calcula el espesor del tanque. En el caso del diseño mecánico se utiliza la altura del líquido en el tanque, en este caso será de unos 9,7m. Para calcularlo es necesario conocer el tipo de material. Al tratarse de un efluente con poco poder de corrosión se utilizara un acero A 516 Gr 55, el CA (Corrosion Allowance) es igual a 2mm. Además es necesario conocer la densidad relativa (SpGr) del agua que es 1g/cm<sup>3</sup>. Mediante el tipo de material se obtiene la Tabla 4.2.

Tabla 4.2. Esfuerzos de diseño Sd y de prueba St en función del material.

| Especificación de material | Esfuerzo de diseño, Sd (kg/cm <sup>2</sup> ) | Esfuerzo de prueba, St (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|----------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| A-36                       | 1630                                         | 1750                                         |
| A-283 Gr. C                | 1410                                         | 1580                                         |
| A-285 Gr. C                | 1410                                         | 1580                                         |
| A-516 Gr. 55               | 1410                                         | 1580                                         |
| A-516 Gr. 60               | 1500                                         | 1690                                         |
| A-516 Gr. 65               | 1640                                         | 1850                                         |
| A-516 Gr. 70               | 1780                                         | 2000                                         |

Se trata de un tanque de techo cónico autosoportado. La inclinación del techo en este tipo de tanques se mueve entre un máximos de 37° y un mínimo de 9,5°, para este caso particular se utilizara una inclinación de 20° (se trata de la inclinación típica en techos cónicos).

En primer lugar se calculará el espesor del cuerpo del tanque. Se calcula el espesor requerido por condiciones de diseño (td) y prueba hidrostática (tt) se tomará el más desfavorable.

$$t_c(\text{cm}) = 0,0005 \cdot D(\text{cm}) \cdot \frac{(H(\text{cm})-30,48) \cdot SpGr}{S_d(\text{kg/cm}^2)} + CA(\text{cm}) = 0,71 \text{ cm}$$

$$t_t(\text{cm}) = 0,0005 \cdot D(\text{cm}) \cdot \frac{(H(\text{cm})-30,48)}{St(\text{kg/cm}^2)} = 0,45 \text{ cm}$$

El valor más desfavorable es el cálculo por condiciones de diseño (td). Según se observa en la Tabla 4.3. El valor del espesor comercial más adecuado para este tanque es de 5/16" que corresponde a 7,93mm.

Tabla 4.3. Espesores comerciales

|        |         |            |        |          |             |
|--------|---------|------------|--------|----------|-------------|
| 3/16"  | 0,1875" | 4,7625 mm  | 2 1/8" | 2,1250"  | 53,9750 mm  |
| 1/4"   | 0,2500" | 6,3500 mm  | 2 1/4" | 2,2500"  | 57,1500 mm  |
| 5/16"  | 0,3125" | 7,9375 mm  | 2 1/2" | 2,5000"  | 63,5000 mm  |
| 3/8"   | 0,3750" | 9,5250 mm  | 2 3/4" | 2,7500"  | 69,8500 mm  |
| 7/16"  | 0,4375" | 11,1125 mm | 3"     | 3,0000"  | 76,2000 mm  |
| 1/2"   | 0,5000" | 12,7000 mm | 3 1/4" | 3,2500"  | 82,5500 mm  |
| 9/16"  | 0,5625" | 14,2875 mm | 3 1/2" | 3,5000"  | 88,9000 mm  |
| 5/8"   | 0,6250" | 15,8750 mm | 3 3/4" | 3,7500"  | 95,2500 mm  |
| 11/16" | 0,6875" | 17,4625 mm | 4"     | 4,0000"  | 101,6000 mm |
| 3/4"   | 0,7500" | 19,0500 mm | 4 1/4" | 4,2500"  | 107,9500 mm |
| 13/16" | 0,8125" | 20,6375 mm | 4 1/2" | 4,5000"  | 114,3000 mm |
| 7/8"   | 0,8750" | 22,2250 mm | 5"     | 5,0000"  | 127,0000 mm |
| 1"     | 1,0000" | 25,4000 mm | 5 1/2" | 5,5000"  | 139,7000 mm |
| 1 1/4" | 1,2500" | 31,7500 mm | 6"     | 6,0000"  | 152,4000 mm |
| 1 3/8" | 1,3750" | 34,9250 mm | 6 1/2" | 6,5000"  | 165,1000 mm |
| 1 1/2" | 1,5000" | 38,1000 mm | 7"     | 7,0000"  | 177,8000 mm |
| 1 5/8" | 1,6250" | 41,2750 mm | 7 1/2" | 7,5000"  | 190,5000 mm |
| 1 3/4" | 1,7500" | 44,4500 mm | 8"     | 8,0000"  | 203,2000 mm |
| 1 7/8" | 1,8750" | 47,6250 mm | 9"     | 9,0000"  | 228,6000 mm |
| 2"     | 2,0000" | 50,8000 mm | 10"    | 10,0000" | 254,0000 mm |

Calculando el espesor del cuerpo del tanque se calcula el espesor de fondo, este se obtiene tabulado en función del esfuerzo calculado por la prueba hidrostática (tt). Se obtiene un valor de espesor de fondo de 3/8" correspondiente a 9,53 mm.

Por último se calcula el espesor del techo, mediante la siguiente ecuación:

$$t = \frac{D(\text{cm})}{4800 \cdot \text{sen}\theta} + CA (\text{cm}) = 0,94 \text{ cm}$$

Se toma un espesor comercial de 3/8" para el espesor del techo. En la siguiente Tabla 4.4. se muestran los valores de los espesores calculado para este tanque de almacenamiento (T-01)

Tabla 4.4. Espesores del tanque de almacenamiento (T-01)

| Espesor cuerpo (mm) | Espesor fondo (mm) | Espesor techo (mm) |
|---------------------|--------------------|--------------------|
| 7,93                | 9,53               | 9,53               |

### 3.- Parámetros básicos de diseño

El funcionamiento del proceso se basa en las siguientes ecuaciones [1]:

- Balance de materia total:

$$Q_A = Q_P + Q_C$$

Donde  $Q_A$  es el caudal de alimentación,  $Q_P$ , el caudal de permeado y  $Q_C$  el caudal de concentrado.

- Balance de materia de sales:

$$Q_A \cdot C_A = Q_P \cdot C_P + Q_C \cdot C_C$$

Donde  $C_A$ ,  $C_P$  y  $C_C$  son las concentraciones de sales de la alimentación, del permeado y del concentrado respectivamente.

- Ecuación de flujo de solvente (agua):

$$J_A = k_w \cdot (\Delta P - \Delta \pi)$$

Donde  $J_A$  es el caudal por unidad de superficie,  $\Delta P$  es la diferencia de presión entre ambos lados de la membrana,  $\Delta \pi$  es la diferencia de presión osmótica entre dichos lados de la membrana y  $k_w$  es el coeficiente de permeabilidad del agua cuyo valor típico es cercano a  $0,02 \text{ m}^3/\text{d}\cdot\text{m}^2\cdot\text{bar}$ .

- Ecuación de flujo de sales:

$$J_S = B \cdot (C_S - C_P) + M \cdot J_A \cdot C_S$$

Donde  $J_S$  es el flujo de sales a través de la membrana será el resultado de la suma de la difusión molecular proporcional al gradiente de concentraciones de soluto a ambos lados de la membrana y debido al arrastre del agua.  $B$  es el coeficiente de permeabilidad de la membrana al soluto, cuyo valor típico es  $0,003 \text{ m}^3/\text{d}\cdot\text{m}^2$ ;  $M$  es el coeficiente de acoplamiento, se trata de un valor común para todas las membranas  $0,005$  y  $C_S$  es la concentración del soluto en la superficie de la membrana que deberá ser más elevada que la que hay en la corriente.

El valor de  $C_P$  del sistema se obtiene mediante las ecuaciones básicas para el desarrollo de los modelos de difusión, dando lugar a la siguiente ecuación:

$$C_P = \frac{k_i \cdot C_f}{k_w \cdot (\Delta P - \Delta \pi) \cdot \left[ \frac{2-2\tau}{2-\tau} \right] + k_i}$$

Incorporando la teoría de la película, se obtiene:

$$C_P = \frac{k_i \cdot C_f}{k_w \cdot (\Delta P - \Delta \pi) \cdot \left[ \frac{2-2\tau}{2-\tau} \right] + k_i \cdot e^{k_{CP} \cdot \frac{J}{k_i}}}$$

Generalizando para todo el sistema:

$$C_{P, \text{ sistema}} = \frac{C_f \cdot \sum_{i=1}^n (A_i \cdot k_{w,i} \Delta P_i Z_{i,CP}) \prod_{j=0}^{i-1} X_{j,i,CP}}{\sum_{i=1}^n A_i \cdot k_{w,i} \Delta P_i}$$

Además de las ecuaciones anteriores es necesario conocer una serie de factores básicos para conocer el diseño de los bastidores de ósmosis inversa [1]:

- Alcance temporal del cálculo: es fundamental tener en cuenta que el caudal producido por cada módulo disminuye con el tiempo. Por tanto lo correcto es realizar el cálculo a un tiempo próximo a la vida media de las membranas entre tres y seis años.
- El caudal mínimo necesario mediante el cual se define el número de módulos necesarios de instalar. Para determinar el valor es necesario el decidir la conversión del trabajo.
- Conversión (“Recovery”), se trata del porcentaje de agua de alimentación que se extrae como producto. Es decir el valor del caudal de permeado entre el caudal de alimentación multiplicado por cien.

Lo ideal será lograr la máxima conversión posible con el fin de obtener una mayor rentabilidad y aprovechamiento del agua. Sin embargo la conversión está limitada por varios factores de diseño así como por el contenido de sales incrustantes en el agua, el “recovery” no puede superar el límite de la precipitación de las sales ya que da lugar a incrustaciones en la membrana.

Mediante el índice de Langelier se lleva a cabo el control de los precipitados de carbonato cálcico, si se tiene un índice de Langelier positivo hay una tendencia a la precipitación de las sales, en el caso contrario, si es negativo, representa una tendencia agresiva del agua.

En el caso de este proyecto se tomara un valor objetivo de “recovery” del 75%.

- Factor beta (polarización de la concentración): se trata de una medida del incremento de la concentración de iones en la región límite del flujo con la membrana, en esta capa limite el flujo tiende a hacerse laminar y los iones en la soluciones se polarizan contra las cargas de la membrana. Para evitar esta polarización se debe aumentar la turbulencia en el flujo alimentación/concentrado, mediante el aumento de la velocidad del flujo. Para sistemas en aguas naturales no muy contaminantes el límite para el Factor beta recomendado es cerca del 1,2.
- Área superficial de las membranas: debe determinarse teniendo en cuenta la producción de agua prevista y el ensuciamiento de la membrana. En función del área superficial de la membrana a una presión fija y para cada tipo de agua, una membrana va a producir un volumen determinado de producto antes de ensuciarse.



Otros parámetros que afectan a las membranas y por tanto al sistema de ósmosis inversa son la temperatura, que afecta tanto a la presión osmótica como a la permeabilidad del agua a través de la membrana, la viscosidad del agua disminuye al aumentar la temperatura aumentando el flujo de permeado a través de la misma. Así mismo, el paso de sales aumenta con la temperatura, por lo que al incrementarse la temperatura la calidad del permeado disminuye. A su vez la presión también influye en el sistema, un aumento de presión conlleva un aumento del flujo de permeado; aunque el transporte de sales no depende de la presión, al aumentar el flujo de permeado conservando el mismo paso de sales, el resultado aparente es una dilución del permeado [1].

#### 4.- Simulación etapa ósmosis inversa

Para el diseño de la etapa de ósmosis inversa debido a su complejidad, se va a utilizar el programa de simulación que proporciona uno de los fabricantes de membranas de ósmosis inversa. El software se denomina IMSdesing de la empresa Hydranautics.

En primer lugar se selecciona el tipo de agua con el que se va a alimentar, en este caso el efluente del MRB.

Una vez seleccionado el tipo de agua que se va a tratar, se introducen los datos de pH, temperatura, turbidez y el índice de ensuciamiento (SDI), los valores de estos parámetros se recogen en la Tabla 4.5.

Tabla 4.5. Parámetros de diseño de la etapa de ósmosis inversa.

| Temperatura (°C) | pH  | Turbidez | SDI |
|------------------|-----|----------|-----|
| 35               | 7,9 | 0        | 2   |

A continuación se introducen las características del agua a tratar recogidas en la Tabla 1.2. del Anejo 1, una vez introducidos los distintos valores de cada catión y anión se realiza un autobalance para asegurar que estén equilibradas. Se observa lo descrito en la Figura 4.1.

Programa de Hydranautics - [Análisis]

Archivo Análisis Diseño OI UF Tratamiento Cálculo Ayuda

Proyecto: Planta OI papelera Código POIP: Alim.: Efluentes Fecha: 22/05/2015

|                 |       |         |           |         |                  |              |       |                |     |         |     |       |  |
|-----------------|-------|---------|-----------|---------|------------------|--------------|-------|----------------|-----|---------|-----|-------|--|
| pH              | 7,90  | Turbid. | 0,0       | Cond. E | 3274             | µS/cm        | CO2   | 6,800          | ppm |         |     |       |  |
| Temp.           | 35,0  | C       | SDI       | 2,0     | 15min            | H2S          | 0,0   | ppm            | Fe  | 1,000   | ppm |       |  |
| Ca              | 34,0  | ppm     |           | 1,70    | meq              | CO3          | 3,4   | ppm            |     | 0,11    | meq |       |  |
| Mg              | 6,0   | ppm     |           | 0,49    | meq              | HCO3         | 400,0 | ppm            |     | 6,56    | meq |       |  |
| Na              | 620,0 | ppm     |           | 26,96   | meq              | SO4          | 56,0  | ppm            |     | 1,17    | meq |       |  |
| K               | 14,0  | ppm     |           | 0,36    | meq              | Cl           | 769,1 | ppm            |     | 21,70   | meq |       |  |
| NH4             | 13,0  | ppm     |           | 0,72    | meq              | F            | 0,0   | ppm            |     | 0,00    | meq |       |  |
| Ba              | 0,000 | ppm     |           | 0,00    | meq              | NO3          | 43,0  | ppm            |     | 0,69    | meq |       |  |
| Sr              | 0,004 | ppm     |           | 0,00    | meq              | B            | 0,70  | ppm            |     | 0,00    | meq |       |  |
|                 |       |         |           |         |                  | SiO2         | 1,0   | ppm            |     | 0,00    | meq |       |  |
| Total Positiv.  |       |         |           | 30,23   |                  | Auto balance |       | Total Negativ. |     |         |     | 30,23 |  |
| SDT calculados  | 1960  |         | ppm       |         | Fuerza iónica    | 0,032        |       |                |     | Impr.   |     |       |  |
| Sat. CaSO4      | 0,3   |         | %         |         | Sat. BaSO4       | 0,0          |       |                |     |         |     |       |  |
| Sat. Sílice     | 0,6   |         | %         |         | Saturación de    | 0,0          |       |                |     | Guardar |     |       |  |
| Índ. saturación | 0,6   |         | Langelier |         | Presión osmótica | 21,3         |       |                |     |         |     |       |  |

Figura 4.1. Análisis del programa IMSdesing – Hydranautics

Mediante el análisis, como se observa en la Figura 4.1, se obtiene en primer lugar la cantidad de sólidos disueltos totales (SDT), el índice de saturación denominado índice Langelier, la fuerza iónica, la presión osmótica, así como la saturación por CaSO<sub>4</sub>, por sílice y por BaSO<sub>4</sub>. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente Tabla 4.6.

Tabla 4.6. Resultados obtenidos en el análisis OI.

|                                  |       |
|----------------------------------|-------|
| <b>SDT (ppm)</b>                 | 1960  |
| <b>Sat. CaSO<sub>4</sub> (%)</b> | 0,3   |
| <b>Sat. Sílice (%)</b>           | 0,6   |
| <b>Sat. BaSO<sub>4</sub> (%)</b> | 0,0   |
| <b>Índ. saturación</b>           | 0,6   |
| <b>Fuerza iónica</b>             | 0,032 |
| <b>Presión osmótica (psi)</b>    | 21,3  |

En función del índice de Langelier (índice de saturación) obtenido y atendiendo a la siguiente clasificación puede decirse que el agua tiene presencia de formación de incrustaciones, pero no corrosiva [1]. Para solucionar este problema añadiremos antes de su paso por las membranas un antiincrustante para que no se produzcan.

Tabla 4.7.- Clasificación índice de Langelier.

|                   |                                                      |
|-------------------|------------------------------------------------------|
| -2,0 < LSI < -0,5 | Corrosión severa                                     |
| -0,5 < LSI < 0    | Corrosión leve, pero sin formación de incrustaciones |
| LSI = 0           | Equilibrada, pero posible corrosión leve             |
| 0 < LSI < 0,5     | Formación leve de incrustaciones y corrosiva         |
| 0,5 < LSI < 2,0   | Formación de incrustaciones, pero no corrosiva       |

Realizado el análisis se comienza con el diseño de la membrana teniendo en cuenta el valor del pH y la temperatura de entrada. Se reducirá el pH a 7 con la adición de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Se introduce la disminución del flujo 7 %/año, el factor de ensuciamiento 1, el incremento de paso de sal 10 %/año, así como la edad de la membrana, en este diseño las membranas son nuevas.

El caudal de alimentación y el porcentaje de recuperación de permeado serán 279,7 m<sup>3</sup>/hora y 75% respectivamente.

En el caso del diseño de este proyecto se ha optado por las membranas Hydranautics CPA, se trata de membranas de alto rechazo utilizadas principalmente para el tratamiento de aguas industriales. Son membranas de poliamida compuesta, ofrecen un elevado rendimiento. Se trata de la mejor combinación de productividad y de rechazo de sal disponible, de la empresa Hydranautics, en la actualidad.

Dentro de este grupo existen distintos tipos de membranas, el software IMSdesing da distintas opciones, mostrándose en la Tabla 4.8.

Tabla 4.8. Modelos de membranas de ósmosis inversa CPA Hydranautics [2].

| Modelo             | Prod. Norm | Rechazo | Tipo de elemento         | Tamaño |
|--------------------|------------|---------|--------------------------|--------|
| <b>CPA5-LD4040</b> | 2100       | 99,70   | High Rejection Low Dp    | 4x40   |
| <b>CPA2</b>        | 10.000     | 99,70   | High Rejection composite | 8x40   |
| <b>CPA3</b>        | 11.000     | 99,70   | High Rejection Low Dp    | 8x40   |
| <b>CPA5 MAX</b>    | 12.000     | 99,70   | High Rejection Low Dp    | 8x40   |
| <b>CPA5-LD</b>     | 11.000     | 99,70   | High Rejection Low Dp    | 8x40   |

Mediante el software IMSdesing se simula la etapa de ósmosis inversa para los distintos modelos de membrana CPA. El modelo que ofrece el resultado más óptimo para este proyecto es el CPA5-LD.

Como el caudal de la planta de ósmosis inversa es alto un área de módulo alta facilitará la compactación del sistema. Los datos técnicos de la membrana se encuentran en la Figura 4.2.

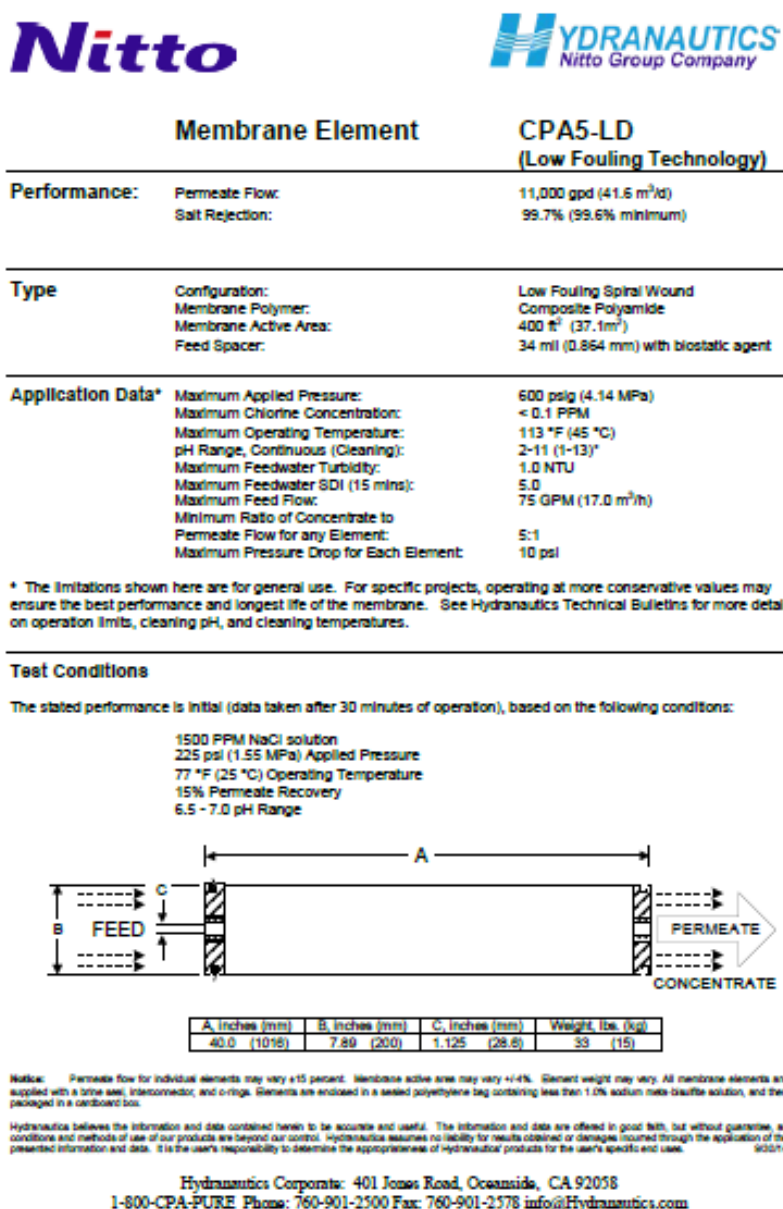


Figura 4.2. Ficha técnica membrana de ósmosis inversa CPA5-LD

Una vez escogida la membrana se lleva a cabo la simulación para un porcentaje de recuperación del permeado del 75%, con el modelo de membrana elegido, CPA-LD, se obtiene una configuración de dos etapas con un paso por etapa, en la primera etapa se da un arreglo de 37 x 6, tubos x elementos, y la segunda de 20 x 6.

Con esta configuración se obtienen resultados dentro de los límites del diseño, factores beta que no superan el límite y un flujo promedio adecuado. Por lo que se decide diseñar la membrana con dicha configuración. En la Figura 4.3. se representa el diagrama de flujo de la misma.

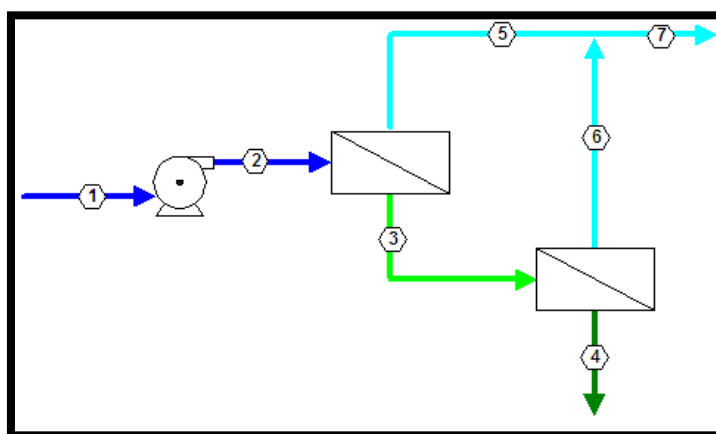


Figura 4.3. Diagrama de flujo de ósmosis inversa.

En la Figura 4.4. se encuentra la hoja de diseño mecánico del bastidor de ósmosis inversa, dando el resumen en la siguiente Tabla 4.9.

Tabla 4.9. Resumen simulación etapa ósmosis inversa.

| <b>Etapa</b>                          | <b>1</b> | <b>2</b> |
|---------------------------------------|----------|----------|
| <b>Tipo de elemento</b>               | CPA-LD   | CPA-LD   |
| <b>Elemento / tubo</b>                | 6        | 6        |
| <b>Tubos</b>                          | 37       | 20       |
| <b>Número de elementos</b>            | 222      | 120      |
| <b>Flujo medio (l/m<sup>2</sup>h)</b> | 20,9     | 8,1      |

DISEÑO DE UN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUA MEDIANTE ÓSMOSIS INVERSA EN UNA INDUSTRIA PAPELERA EN EL MUNICIPIO DE ALMAZÁN (SORIA)

ANEJO 4.- DISEÑO DEL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA

Programa de diseño de sistemas con membranas hidráulicas 2012 22/06/2012

**DISEÑO BASICO**

Programa O.I. licenciado a:  
Cálculo creado por:  
Proyecto: Planta OI papellera

Caudal bomba alta pres: 278,7 m3/hr Caudal de Permeado: 209,00 m3/hr  
Presión Alim.: 7,3 bar Caudal agua cruda: 278,7 m3/hr  
Temp. Agua Alim.: 35,0 C(95F) Recuperación: 75,0 %  
pH Agua Alim.: 7,00 Edad de las Membranas: 0,0 años  
Dosis Químico, kg/hr (96%): 15,9 H2SO4 Diminución flux %/año: 7,0  
Factor de Ensuciamiento: 1,00  
Incremento paso sales, %/año: 10,0

Flux promedio: 16,4 lm2hr Tipo de Alimentación: Efuentes

| Etap | Perm. Flujo m3/hr | Caudal/tubo Alim. m3/hr | Conc. m3/hr | Flux lm2-hr | Beta | Conc.&Contra. Presiones bar | Elemento Tipo | Elem. N° | Arreglo |
|------|-------------------|-------------------------|-------------|-------------|------|-----------------------------|---------------|----------|---------|
| 1-1  | 172,7             | 7,5                     | 2,9         | 20,9        | 1,18 | 7,0                         | CPA5-LD       | 222      | 37x6    |
| 1-2  | 36,3              | 5,3                     | 3,5         | 8,1         | 1,04 | 6,5                         | CPA5-LD       | 120      | 20x6    |

| Ión  | Agua cruda |       | Agua Alim. |       | Permeado |       | Conc.  |       |
|------|------------|-------|------------|-------|----------|-------|--------|-------|
|      | mg/l       | meq/l | mg/l       | meq/l | mg/l     | meq/l | mg/l   | meq/l |
| Ca   | 34,0       | 1,7   | 34,0       | 1,7   | 0,297    | 0,0   | 135,1  | 6,7   |
| Mg   | 6,0        | 0,5   | 6,0        | 0,5   | 0,052    | 0,0   | 23,8   | 2,0   |
| Na   | 620,0      | 27,0  | 620,0      | 27,0  | 25,657   | 1,1   | 2403,0 | 104,5 |
| K    | 14,0       | 0,4   | 14,0       | 0,4   | 0,121    | 0,0   | 53,8   | 1,4   |
| NH4  | 13,0       | 0,7   | 13,0       | 0,7   | 0,670    | 0,0   | 50,0   | 2,8   |
| Ba   | 0,000      | 0,0   | 0,000      | 0,0   | 0,000    | 0,0   | 0,0    | 0,0   |
| Sr   | 0,004      | 0,0   | 0,004      | 0,0   | 0,000    | 0,0   | 0,0    | 0,0   |
| CO3  | 3,4        | 0,1   | 0,2        | 0,0   | 0,001    | 0,0   | 0,7    | 0,0   |
| HCO3 | 400,0      | 6,6   | 338,3      | 5,5   | 22,851   | 0,4   | 1284,6 | 21,1  |
| SO4  | 56,0       | 1,2   | 109,7      | 2,3   | 0,880    | 0,0   | 436,2  | 9,1   |
| Cl   | 769,1      | 21,7  | 769,1      | 21,7  | 24,428   | 0,7   | 3003,1 | 84,7  |
| F    | 0,0        | 0,0   | 0,0        | 0,0   | 0,000    | 0,0   | 0,0    | 0,0   |
| NO3  | 43,0       | 0,7   | 43,0       | 0,7   | 6,720    | 0,1   | 151,8  | 2,4   |
| B    | 0,70       | 0,0   | 0,70       | 0,0   | 0,666    | 0,0   | 0,80   | 0,0   |
| SiO2 | 1,0        | 0,0   | 1,0        | 0,0   | 0,03     | 0,0   | 3,92   | 0,0   |
| CO2  | 6,76       | 0,0   | 53,53      | 0,0   | 53,53    | 0,0   | 53,53  | 0,0   |
| TDS  | 1980,2     | 0,0   | 1949,0     | 0,0   | 83,0     | 0,0   | 7547,0 | 0,0   |
| pH   | 7,90       | 0,0   | 7,00       | 0,0   | 5,78     | 0,0   | 7,50   | 0,0   |

|                              | Agua cruda | Agua Alim. | Conc.   |
|------------------------------|------------|------------|---------|
| CaSO4 / Ksp * 100:           | 0%         | 1%         | 4%      |
| SiSO4 / Ksp * 100:           | 0%         | 0%         | 0%      |
| BaSO4 / Ksp * 100:           | 0%         | 0%         | 0%      |
| Sat. SiO2:                   | 1%         | 1%         | 3%      |
| Indice Sat. de Langellier    | 0,83       | -0,35      | 1,28    |
| Indice Sat. de Stiff & Davis | 0,86       | -0,32      | 0,98    |
| Fuerza iónica                | 0,03       | 0,03       | 0,13    |
| Presión osmótica             | 1,5 bar    | 1,4 bar    | 5,6 bar |

Programa de diseño de sistemas con membranas hidráulicas 2012 22/06/2012

**DISEÑO BASICO**

Programa O.I. licenciado a:  
Cálculo creado por:  
Proyecto: Planta OI papellera

Caudal bomba alta pres: 278,7 m3/hr Caudal de Permeado: 209,00 m3/hr  
Presión Alim.: 7,3 bar Caudal agua cruda: 278,7 m3/hr  
Temp. Agua Alim.: 35,0 C(95F) Recuperación: 75,0 %  
pH Agua Alim.: 7,00 Edad de las Membranas: 0,0 años  
Dosis Químico, kg/hr (96%): 15,9 H2SO4 Diminución flux %/año: 7,0  
Factor de Ensuciamiento: 1,00  
Incremento paso sales, %/año: 10,0

Flux promedio: 16,4 lm2hr Tipo de Alimentación: Efuentes

| Etap | Perm. Flujo m3/hr | Caudal/tubo Alim. m3/hr | Conc. m3/hr | Flux lm2-hr | Beta | Conc.&Contra. Presiones bar | Elemento Tipo | Elem. N° | Arreglo |
|------|-------------------|-------------------------|-------------|-------------|------|-----------------------------|---------------|----------|---------|
| 1-1  | 172,7             | 7,5                     | 2,9         | 20,9        | 1,18 | 7,0                         | CPA5-LD       | 222      | 37x6    |
| 1-2  | 36,3              | 5,3                     | 3,5         | 8,1         | 1,04 | 6,5                         | CPA5-LD       | 120      | 20x6    |

| etapa | Elem N° | Alim. pres Bar | Pres gota Bar | Perm flujo m3/hr | Perm Flux l/m2h | Beta | Perm sal SDT (ppm) | Conc. osm pres | Ca   | Cumulative Mg | Perm ion levels Cl | B    | SiO2 |
|-------|---------|----------------|---------------|------------------|-----------------|------|--------------------|----------------|------|---------------|--------------------|------|------|
| 1-1   | 1       | 7,3            | 0,1           | 0,9              | 25,3            | 1,13 | 17,8               | 1,6            | 0,06 | 0,01          | 5                  | 0,51 | 0,01 |
| 1-1   | 2       | 7,2            | 0,1           | 0,9              | 23,9            | 1,10 | 20,1               | 1,9            | 0,07 | 0,01          | 6                  | 0,53 | 0,01 |
| 1-1   | 3       | 7,2            | 0,1           | 0,8              | 22,3            | 1,15 | 23,2               | 2,2            | 0,08 | 0,01          | 7                  | 0,56 | 0,01 |
| 1-1   | 4       | 7,1            | 0,1           | 0,8              | 20,4            | 1,17 | 27,3               | 2,6            | 0,09 | 0,02          | 8                  | 0,59 | 0,01 |
| 1-1   | 5       | 7,0            | 0,0           | 0,7              | 18,1            | 1,18 | 32,8               | 3,1            | 0,11 | 0,02          | 10                 | 0,62 | 0,01 |
| 1-1   | 6       | 7,0            | 0,0           | 0,6              | 15,4            | 1,18 | 40,4               | 3,7            | 0,14 | 0,02          | 12                 | 0,64 | 0,01 |
| 1-2   | 1       | 6,8            | 0,1           | 0,5              | 12,1            | 1,08 | 46,1               | 4,1            | 0,16 | 0,03          | 14                 | 0,57 | 0,01 |
| 1-2   | 2       | 6,7            | 0,1           | 0,4              | 10,2            | 1,08 | 52,6               | 4,5            | 0,17 | 0,03          | 16                 | 0,59 | 0,02 |
| 1-2   | 3       | 6,6            | 0,1           | 0,3              | 8,6             | 1,07 | 59,7               | 4,8            | 0,19 | 0,03          | 17                 | 0,60 | 0,02 |
| 1-2   | 4       | 6,6            | 0,0           | 0,3              | 7,0             | 1,06 | 67,2               | 5,1            | 0,22 | 0,04          | 20                 | 0,62 | 0,02 |
| 1-2   | 5       | 6,5            | 0,0           | 0,2              | 5,6             | 1,05 | 75,3               | 5,3            | 0,25 | 0,04          | 22                 | 0,65 | 0,02 |
| 1-2   | 6       | 6,5            | 0,0           | 0,2              | 4,4             | 1,04 | 83,8               | 5,5            | 0,28 | 0,05          | 28                 | 0,67 | 0,03 |

| Etap | PND bar |
|------|---------|
| 1-1  | 4,6     |
| 1-2  | 2,2     |

Figura 4.4. Diseño mecánico bastidor de ósmosis inversa.

La membranas irán metidas en las cajas de presión o tubos de presión, estas cajas de presión serán de la marca Codeline. Serán Codeline 80S300, con una entrada lateral y una presión de trabajo de 300 psi (20bar). Trabajan a una temperatura máxima de 88 °C. Tiene unas dimensiones para la capacidad de 6 membranas de 255 mm de diámetro en la parte más grande y 6582 mm de largo. Figura 4.5.

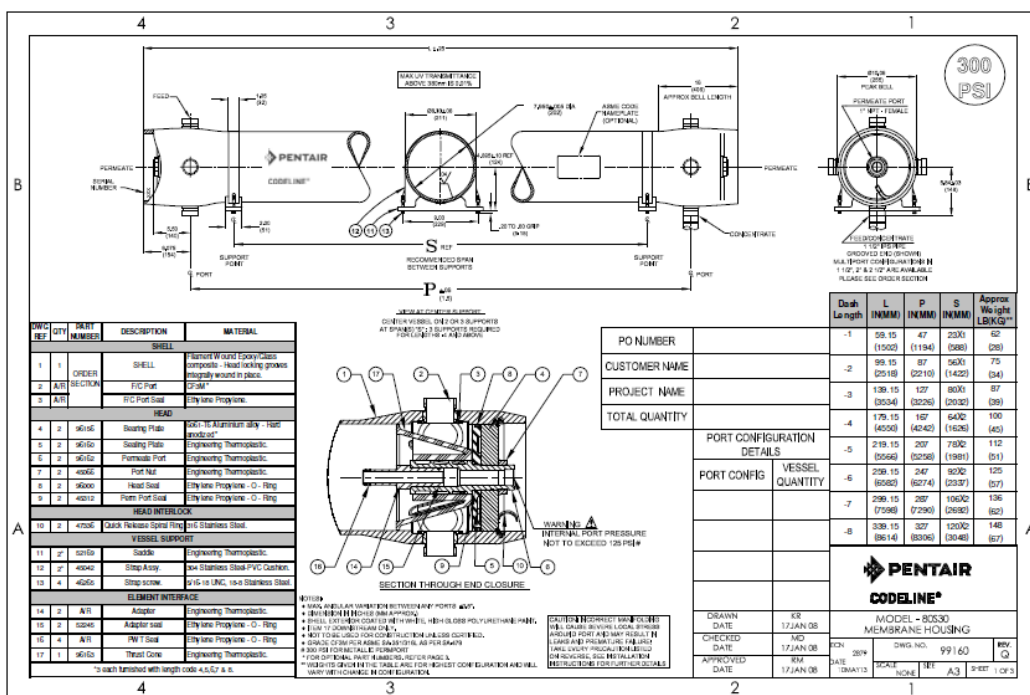


Figura 4.5. Cajas de presión. Codeline 80S300

El bastidor de ósmosis inversa la comprenden las cajas de presión, con el sistema de tuberías, válvulas, etc... también llevan un panel para toma de muestras y una bandeja de goteos en materiales plásticos. A la hora de la compra, se compra el conjunto ya instalado.

El bastidor posee dos secciones la del primer paso o primera etapa, en la parte inferior y el segundo paso, o segunda etapa, en la parte superior.

Un bastidor de ósmosis inversa cuenta con:

- Colectores verticales de reparto de agua a los tubos de presión con sus correspondientes boquillas de conexión y colectores de recogida del concentrado.
- Colectores de recogida del permeado.
- Colector general de recogida.
- Colector general de reparto de agua.

## 5.- Pretratamientos

### 5.1.- Antiincrustante

Una vez realizado el diseño, se observa que se obtiene un índice de saturación de Langelier muy elevado para evitar fenómenos de ensuciamiento en las membranas será necesario la utilización de un químico quelante/antiincrustante. Los agentes quelantes contienen dos o más átomos donadores de electrones que pueden formar enlaces de coordinación con elementos metálicos sencillos. La estructura formada por la unión del quelante y el metal se le denomina complejo de quelación y posee forma de anillo o ciclo. Estos compuestos insolubles en agua, actúan como secuestrante de cationes metálicos. Esto reduce significativamente la formación de incrustaciones de sales metálicas insolubles.

Algunos agentes quelantes más utilizados son: la sal disódica del ácido etilendiaminotetracético, citrato sódico, tripolifosfato sódico, carboximetilcelulosa de sodio y hexametáfosfato sódico. Este último es el antiincrustante más utilizado en la actualidad, ya que es un dispersante muy efectivo de pequeñas partículas y coloides, es usado ampliamente para la eliminación de agentes que tienen carácter orgánico que ensucian las membranas, el inconveniente que presenta al igual que el resto de compuesto fosfatados, es de que es susceptible de provocar eutrofización del medio receptor con los desechos del lavado. El producto se trata de un polvo blanco con una pureza entre 60-71% [4].

El antiincrustante a utilizar en este proyecto es Genesys LF de la empresa "Genesys". Es altamente efectivo en la prevención de incrustantes y depósitos inorgánicos, concretamente carbonato cálcico, hierro y sílice, reduciendo las frecuencia de limpieza y la sustitución de las membranas. Para ello según el fabricante se dosificará 2-4mg/l.

Para la dosificación se utilizará:

- Depósito de almacenamiento de polietileno de alta densidad (PEHD).
- Bombas dosificadoras (una de reserva).
- Tuberías para la conducción de la dosificación.

### Diseño del depósito (T-04)

Hay que tener en cuenta:

- El gasto de antiincrustante: 20,06 Kg/día.
- Por seguridad el depósito no se llenara más del 80% de su capacidad.
- El mayor envase de compra es de 1300 Kg.



Se comprará un depósito de 1200 l con un 977,5 l de antiincrustante (lo mismo que 1300 Kg  $\rightarrow$  masa/densidad = volumen;  $1300 \cdot 10^3 \text{ g} / 1330 \text{ g} = 977,5 \text{ l}$ ). Tendremos una autonomía de 64 días.

El depósito consta de:

- Tapa superior plana de encaje.
- Respiradero acodado tipo RC-1 D-63, colocado en la tapa.
- Una conexión para vaciado DN-50.

Las dimensiones del depósito figuran en la Tabla 4.10.

Tabla 4.10. Dimensiones depósito antiincrustante.

| Volumen (litros) | Diámetro (mm) | Altura total (mm) |
|------------------|---------------|-------------------|
| 1200             | 955           | 1700              |

## Dosificación

La dosificación será de 0,63 l/hora y se realizará con una bomba dosificadora (B-05) construida en PVDF (polifluoruro de vinilideno), altamente inerte químicamente. La bomba será de Bombas Torres, serie Eco 02x08. Tabla 4.11.

Tabla 4.11 Características de la bomba

| Tipo        | Caudal máx. | Presión máx.         | Tensión          | Peso |
|-------------|-------------|----------------------|------------------|------|
| ECO – 10x10 | 2 l/hora    | 8 Kg/cm <sup>2</sup> | 220V. Monofásico | 4 Kg |

## 5.2.- Pretratamiento con ácido sulfúrico

Se añadirá ácido sulfúrico al agua bruta para acidificarla y evitar la precipitación del carbonato cálcico (CaCO<sub>3</sub>). Para ello se añadirán 15,9 Kg/h de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 96%.

Para la dosificación del ácido se necesitara:

- Depósito de almacenamiento construido de polietileno de alta densidad (PEHD).
- Bombas dosificadoras (una de reserva) con variador de frecuencia para ajustar la dosis de ácido al pH del agua.
- Tuberías de acero al carbono para la conducción de la dosificación.

### Diseño del depósito de almacenamiento (T-03)

Hay que tener en cuenta:

- El gasto de ácido: 15,9 Kg/h o 381,6 Kg/día.
- Por seguridad el depósito no se llenara más del 80% de su capacidad.

Compramos un depósito de 20.000l de capacidad de polietileno de alta densidad, ya que se caracteriza por [15]:

- Excelente resistencia térmica y química.
- Muy buena resistencia al impacto.
- Flexible, aún a bajas temperaturas.
- Tenaz.
- Muy ligero.
- No es atacado por los ácidos, resistente al agua a 100°C y a la mayoría de los disolventes ordinarios.

Aplicando el 20% de seguridad disponemos de 16.000l de capacidad, siendo 8.888,8 Kg de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Tenemos una autonomía de 23 días.

El depósito consta de:

- Una boca de hombre superior con tapa atornillada.
- Respiradero.
- Una tubuladura superior para llenado con tubo buzo.
- Una tubuladura superior para aspiración con tubo buzo.
- Una tubuladura superior reserva ciega.
- Una tubuladura superior para alarma máxima con nivel.
- Un nivel de boya en PEHD incluso cable, poleas e indicador exterior en tubo transparente de PVC con escala graduada.
- Cubeto de retención.
- Vierteaguas/tejadillo para evitar la entrada de agua de lluvia.
- Sonda detectora de fugas con relé, colocada en el tejadillo.
- Orejetas para elevación en vacío.
- Cartelas antivuelco para anclaje al basamento.
- Soporte y placa.

Este tanque cuenta con doble fondo para no tener que realizar un muro de hormigón alrededor de él en caso de derrames de ácido sulfúrico.

En la Tabla 4.12 se encuentran las dimensiones del depósito.

Tabla 4.12. Dimensiones depósito de ácido sulfúrico.

| Capacidad  | Diámetro dep. | Diámetro cub. | Altura dep.       | Altura cub. |
|------------|---------------|---------------|-------------------|-------------|
| 20.000 lts | 2500 mm.      | 3000 mm.      | 4000 + 364<br>mm. | 3000 mm.    |

### Dosificación

La dosificación será de 8,83 l/hora y se realizará con una bomba dosificadora (B-04) construida en PVDF (polifluoruro de vinilideno), altamente inerte químicamente. La bomba será de Bombas Torres, serie Eco 10x10. Tabla 4.13.

Tabla 4.13. Características de la bomba de dosificación de ácido sulfúrico

| Tipo        | Caudal máx. | Presión máx.          | Tensión          | Peso |
|-------------|-------------|-----------------------|------------------|------|
| ECO – 10x10 | 10 l/hora   | 10 Kg/cm <sup>2</sup> | 220V. Monofásico | 4 Kg |

## 6.- Diseño bomba alta presión (B-01)

Las bombas de alta presión constituyen una de las partes más importantes del proceso de ósmosis inversa, puesto que deben aportar la presión neta de operación necesaria para obtener la producción necesaria.

Las bombas que se utilizan en este tipo de procesos son las de desplazamiento y las bombas centrifugas.

De la simulación de la etapa de ósmosis inversa se obtiene la diferencia entre la entrada y la salida de la bomba, en este caso 7,3 bar. El caudal de agua a tratar es de 278,7 m<sup>3</sup>/h. con la ayuda de estos datos y considerando la densidad del agua de 1000 kg/m<sup>3</sup>. Suponiendo un rendimiento de la bomba del 70%. Se precede al cálculo de la potencia de la bomba de impulsión de ósmosis inversa.

En primer lugar se calcula la carga comunicada a la bomba:

$$H = \frac{P_D - P_A}{\rho \cdot g} = \frac{730.000}{1000 \cdot 9,81} = 74,41 \text{ m}$$

A continuación se calcula el trabajo de la bomba, la tubería presentara accidentes menores del tipo de válvulas, codos, uniones, etc. y por tanto se producirán perdidas de carga. Estas pérdidas supondrán un aumento de trabajo que se estimara de un 20% superior, por tanto el trabajo será:

$$W = H \cdot g + \sum F = H \cdot g \cdot 1,2 = 74,41 \cdot 9,81 \cdot 1,2 = 876 \text{ J/kg}$$

Por último se calcula la potencia teórica, teniendo en cuenta el caudal de alimentación de la bomba y el potencial real suponiendo un rendimiento de la bomba del 70% como se ha comentado anteriormente:

$$P_t = W \cdot Q \cdot \rho = 67817 \text{ W}$$

$$P_r = \frac{P_t}{\eta} = 96881,4 \text{ W}$$

En la Tabla 4.14 se muestran los parámetros de la bomba de alta presión previa a la etapa de ósmosis inversa. Se dispondrán de dos bombas en paralelo, siendo una de ellas la bomba de reserva en caso de accidente o desperfecto de la principal.

Tabla 4.14. Resumen diseño de la bomba de alta presión (B-01).

| Bomba | Descripción | $P_D - P_A$<br>(bar) | W (J/kg) | Pt (kW) | Pr (kW) | Material       |
|-------|-------------|----------------------|----------|---------|---------|----------------|
| B-01  | Entrada OI  | 7,3                  | 876      | 67,817  | 96,881  | Hierro fundido |

Mediante la búsqueda en catálogos, decide adquirir una bomba de la empresa EBARA, el modelo elegido es ENR 200-500 con una potencia máxima de 110 kW construida en hierro fundido.

## 7.- Ensuciamiento y limpieza de las membranas

Durante el transcurso de la operación normal durante un periodo de tiempo, los elementos de membrana de ósmosis inversa están sujetos al ensuciamiento por la

materia suspendida y soluble que puede estar presente en el agua de alimentación. Algunos de los contaminantes más comunes son los precipitados de carbonato cálcico, así como de sulfatos de calcio, bario o estroncio, óxidos metálicos, precipitados de sílices, etc.

La naturaleza y la velocidad del ensuciamiento dependen de numerosos factores, como la calidad del agua de alimentación y el ratio de recuperación del sistema. Normalmente, el ensuciamiento es progresivo, y si no se controla pronto, no se cumplirán los rendimientos esperados en un tiempo relativamente corto. La Tabla 4.15. indica un resumen de los efectos esperados de los elementos ensuciadores más comunes [16].

Tabla 4.15. Síntomas de ensuciamiento.

| <b>Elemento generador de fouling</b>                                                                           | <b>Síntomas generales</b>                                                                                                                                                                                                          | <b>Respuesta</b>                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 1. Precipitados de calcio (carbonatos y fosfatos, generalmente encontrados en el lado de rechazo del sistema). | Una reducción importante en el rechazo de sales y un incremento moderado en el diferencial de las cajas de presión. También una ligera reducción en la producción del sistema.                                                     | Limpieza química con solución 1. |
| 2. Óxidos hidratados                                                                                           | Una rápida producción del rechazo de sales y un rápido incremento en el diferencial de presión entre la alimentación y concentrado. También una ligera reducción en la producción del sistema.                                     | Limpieza química con solución 1. |
| 3. Coloides varios (hierro, orgánicos y silicatos)                                                             | Una ligera reducción en el rechazo de sales y un incremento de ligero a moderado en el diferencial de presión entre alimentación y rechazo. También, una gradual reducción a lo largo de las semanas en la producción del sistema. | Limpieza química con solución 2. |

|                                                                          |                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>4. Sulfato cálcico (generalmente en lado del rechazo del sistema)</p> | <p>Una reducción significativa en el rechazo de sales y un incremento de ligero a moderado en el diferencial de presión entre alimentación y rechazo. También, una ligera reducción en la producción del sistema.</p> | <p>Limpieza química con solución 2.</p>                                                                     |
| <p>5. Depósitos orgánicos</p>                                            | <p>Posible reducción en el rechazo de sales y un aumento gradual en el diferencial de presión entre alimentación y rechazo. También, una reducción gradual en la producción del sistema.</p>                          | <p>Limpieza química con solución 2. Para un gran ensuciamiento emplear solución 3.</p>                      |
| <p>6. Fouling bacteriológico</p>                                         | <p>Posible reducción en el rechazo de sales y un incremento acusado del diferencial de presión entre alimentación y rechazo. También, una marcada reducción en la producción del sistema.</p>                         | <p>Limpieza química con cualquiera de las soluciones, dependiendo de los componentes del ensuciamiento.</p> |

En este proyecto tenemos un elemento generador de fouling de precipitados de calcio.

Hay un número de factores involucrados en la selección de los químicos de limpieza apropiados y los protocolos adecuados. De ahí que se recomiende contactar con el fabricante de las membranas para que este recomiende el reactivo o reactivos de limpieza adecuados en función de la calidad del agua a tratar, así como de la membrana a utilizar en el proceso. En la Tabla 4.15 se representa un resumen de las soluciones de limpieza recomendadas [16].

Tabla 4.15. Resumen de las soluciones de limpieza recomendadas.

| Solución | Ingrediente                     | Cantidad por 379 litros. | Ajuste de pH                                                        |
|----------|---------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 1        | Ácido cítrico                   | 7,7 kg                   | Ajuste a pH 4 con ácido sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) |
|          | Permeado OI (libre de cloro)    | 379 litros               |                                                                     |
| 2        | Tripolifostato sódico           | 7,7 kg                   | Ajuste a pH 10 con hidróxido amónico (NH <sub>4</sub> OH)           |
|          | EDTA                            | 3,18 kg                  |                                                                     |
|          | Permeado de OI (libre de cloro) | 379 litros               |                                                                     |
| 3        | Tripolifostato sódico           | 7,7 kg                   | Ajuste a pH 10 con hidróxido amónico (NH <sub>4</sub> OH)           |
|          | Sulfonato de dodecilbeno sódico | 0,97 kg                  |                                                                     |
|          | Permeado de OI (libre de cloro) | 379 litros               |                                                                     |

En nuestro sistema de limpieza utilizaremos una solución 1, con 7,7 kg de ácido cítrico al 2% y 5,13 kg de NH<sub>4</sub>OH por cada 379 litros. Se utilizarán 7m<sup>3</sup> por cada vez que se limpien las membranas. Que se realizará cada mes durante 60 minutos.

El proceso a seguir será el siguiente; los reactivos químicos se adquieren en estado sólido (polvo) estos se unirán en un tanque de homogeneización en el que se mezclarán ambos reactivos junto con el permeado. Esta mezcla se unirá al proceso una vez al mes. En la Figura 4.6. se encuentra el proceso a seguir.

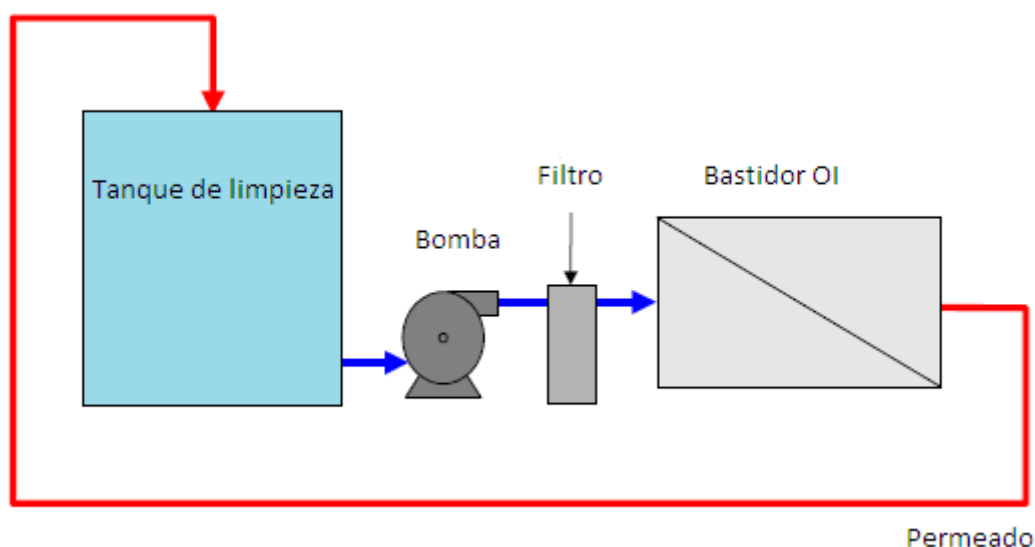


Figura 4.6. Proceso de limpieza de membranas OI [2].

### Diseño de tanque de almacenamiento (T-05)

Disponemos de un tanque de 10.000 litros tipo C-PE de forma cilíndrica vertical con tapa superior plana en dos secciones y el fondo inferior plano de apoyo directo al basamento de hormigón, construidos en polietileno de alta densidad. Se colocará un agitador vertical para que esté en funcionamiento y realice la mezcla. Las dimensiones del depósito se definen en la siguiente Tabla 4.17. Irá en el depósito un agitador eléctrico para que este en constante movimiento.

Tabla 4.17. Dimensiones depósito sistema de limpieza.

| Volumen (litros) | Diámetro (mm) | Altura total (mm) |
|------------------|---------------|-------------------|
| 10.000           | 2100          | 3000              |

Al depósito se añadirán:

- 8.000 litros de agua de permeado.
- 108,28 kg de NH<sub>4</sub>OH
- 3,25 kg de ácido cítrico al 96%

El depósito tendrá una autonomía de un mes.

### Dosificación

La dosificación será de 7 m<sup>3</sup>/hora y se realizará con una bomba dosificadora (B-06-07) construida en PVDF (polifluoruro de vinilideno), altamente inerte químicamente. Se trata de una bomba dosificadora especial para líquidos agresivos y altos caudales. La bomba será de Bombas Torres, serie MAG -10. Tabla 4.18.

Tabla 4.18. Características de la bomba del sistema de limpieza.

| Tipo            | Caudal máx.             | Presión máx.          | Tensión                 | Peso |
|-----------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|------|
| <b>MAG - 10</b> | 10 m <sup>3</sup> /hora | 10 Kg/cm <sup>2</sup> | 220/280 V.<br>Trifásico | 4 Kg |



Se utilizaran dos bombas de estas características, una en la salida del tanque de permeado (para llevar el permeado al tanque de limpieza) y otra en la salida del tanque de limpieza.

## 7.- Diseño tanque de almacenamiento del permeado (T-02)

Se trata del tanque donde se recoge el permeado obtenido de la etapa de ósmosis inversa para su recirculación al proceso, con el objetivo de la minimización del consumo de agua, así como la reducción del caudal de compra de agua fresca para la realización del papel.

A nivel de diseño es recomendable diseñarlo para una autonomía de cuatro horas.

El tanque se diseñará con un margen de seguridad del 20% para paliar algún problema que pueda surgir durante el proceso.

$$V_{\text{tanque}} = 1,2 \cdot Q \cdot t = 1,2 \cdot 278,7 \cdot 4 = 1003,2 \text{ m}^3$$

Con el valor calculado del volumen y la relación altura/diámetro se calcula el diámetro y la altura, mediante la ecuación del cilindro.

$$V_{\text{tanque}} = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot H = \frac{\pi}{4} \cdot D^3$$

Despejando la ecuación anterior se obtienen los datos del diámetro y altura que se muestran en la Tabla 4.19.

Tabla 4.19. Dimensiones tanque de almacenamiento de permeado (T-02)

| Volumen, V (m <sup>3</sup> ) | Diámetro, D (m) | Altura, H (m) |
|------------------------------|-----------------|---------------|
| 1050                         | 11              | 11            |

El cálculo del espesor se realizara con las mismas fórmulas utilizadas anteriormente en el diseño del tanque de almacenamiento (T-01). Dando lugar a los espesores que se reflejan en la siguiente Tabla 4.20. El tanque se realizara del mismo material, A-516 55 gr y las mismas características.

Tabla 4.20. Espesores del tanque de permeado (T-02)

| <b>Espesor cuerpo (mm)</b> | <b>Espesor fondo (mm)</b> | <b>Espesor techo (mm)</b> |
|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 6,35                       | 9,53                      | 9,53                      |

## 8.- Vertido del concentrado

El concentrado obtenido en cambio se canalizara a la EDAR más cercana, para ello se estudian los parámetros más característicos y se comparan con los límites de vertidos que facilita el Ayuntamiento de Almazán (Soria). En la Tabla 4.21. se encuentran los parámetros del concentrado, así como los límites establecidos [17].

Tabla 4.21. Parámetros del concentrado y límites de vertido.

| <b>Parámetro</b>              | <b>Valor concentrado</b> | <b>Límite de vertido</b> |
|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Temperatura (°C)</b>       | 35                       | 40                       |
| <b>pH</b>                     | 7,5                      | 5,5 – 9                  |
| <b>DBO<sub>5</sub> (mg/l)</b> | -                        | 300                      |
| <b>DQO (mg/l)</b>             | -                        | 700                      |
| <b>Cl (mg/l)</b>              | 3003,1                   | 4000                     |
| <b>F (mg/l)</b>               | -                        | 6                        |
| <b>Sulfatos (mg/l)</b>        | 436,2                    | 1000                     |
| <b>Al (mg/l)</b>              | -                        | 20                       |
| <b>As (mg/l)</b>              | 0,8                      | 1                        |
| <b>B (mg/l)</b>               | -                        | 2                        |
| <b>Ba (mg/l)</b>              | -                        | 10                       |
| <b>Cd (mg/l)</b>              | -                        | 0,4                      |
| <b>Cr (mg/l)</b>              | -                        | 5                        |
| <b>Cu (mg/l)</b>              | -                        | 2                        |
| <b>Hg (mg/l)</b>              | -                        | 0,5                      |
| <b>Fe (mg/l)</b>              | -                        | 10                       |
| <b>Mn (mg/l)</b>              | -                        | 1                        |
| <b>Ni (mg/l)</b>              | -                        | 5                        |
| <b>Pb (mg/l)</b>              | -                        | 1                        |
| <b>Se (mg/l)</b>              | -                        | 1                        |
| <b>Sr (mg/l)</b>              | -                        | 2                        |
| <b>Zn (mg/l)</b>              | -                        | 10                       |

Como se observa en la tabla anterior, el concentrado no supera en ningún caso los límites de vertido y por tanto su canalización a la EDAR es viable.

## 9.- Diseño de tuberías

Las tuberías serán de dos materiales, para las tuberías de los ácidos (pretratamientos y sistema de limpieza) utilizaremos fluoruro de polivinilideno (PVDF), son tuberías termoplásticas con una gran resistencia química. Y para las demás tuberías utilizaremos acero.

Para la instalación de las mismas se colocaran soportes, anclajes,...etc. necesarios para que no haya vibraciones durante su trabajo.

Se llevara un extremo cuidado en su instalación para que no entren partículas ni cuerpos extraños que puedan producir obstrucciones, daños en el sistema de ósmosis inversa o en las bombas.

Para el cálculo del diseño de las tuberías utilizaremos la siguiente formula, deduciendo el diámetro interno de las tuberías.

$$Q = v \cdot A$$

Siendo:

- Q el caudal (m<sup>3</sup>/s)
- v, la velocidad del fluido (m/s)
- A el área de sección interna ( $\pi \cdot D^2 / 4$ )

La velocidad será una velocidad de entre 0,5 – 3,50 m/s para líquidos. Tomaremos un valor medio de 2 m/s.

Deducimos que:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}}$$

D será el diámetro mínimo y a partir de él seleccionaremos el diámetro nominal (DN) normalizado, según la normativa ANSI.

En la Tabla 4.22. se representan los diámetros estándar de la normativa ASMI.

Tabla 4.21. Diámetros estándar de las tuberías

ANEJO 4.- DISEÑO DEL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA

| NPS<br>(pulgadas) | DN<br>(mm) | D <sub>externo</sub><br>(pulgadas) | D <sub>interno</sub><br>(pulgadas) |        |        |
|-------------------|------------|------------------------------------|------------------------------------|--------|--------|
|                   |            |                                    | 40s                                | 80s    | 160s   |
| 1/8               | 6          | 0,405                              | 0,269                              | 0,215  | ---    |
| 1/4               | 8          | 0,54                               | 0,364                              | 0,302  | ---    |
| 1/2               | 15         | 0,84                               | 0,622                              | 0,546  | 0,466  |
| 3/4               | 20         | 1,05                               | 0,824                              | 0,742  | 0,614  |
| 1                 | 25         | 1,315                              | 1,049                              | 0,957  | 0,815  |
| 1 1/2             | 40         | 1,99                               | 1,61                               | 1,5    | 1,338  |
| 2                 | 50         | 2,375                              | 2,067                              | 1,939  | 1,689  |
| 3                 | 80         | 3,5                                | 3,068                              | 2,9    | 2,626  |
| 4                 | 100        | 4,5                                | 4,026                              | 3,826  | 3,626  |
| 5                 | 125        | 5,563                              | 5,047                              | 4,813  | 4,563  |
| 8                 | 200        | 8,625                              | 7,981                              | 7,625  | 6,813  |
| 12                | 300        | 12,75                              | 11,938                             | 11,376 | 10,126 |
| 24                | 600        | 24                                 | 22,626                             | 21,564 | 19,376 |

En la Tabla 4.23. se representan las tuberías con los diámetros que utilizaremos.

Tabla 4.23. Diseño de tuberías del proceso

| Número | Tubería          | v (m/s) | Q (m3/s)             | D Interno (calc) (mm) | DN (mm) | DN (pulgadas) | D Exterior tubería | D Interior tubería | Espesor | Material |
|--------|------------------|---------|----------------------|-----------------------|---------|---------------|--------------------|--------------------|---------|----------|
| 1      | T-01 a B-01      | 2       | 0,08                 | 170                   | 200     | 8             | 219,1              | 200,4              | 18,7    | Acero    |
| 2      | B-01 a OI-01     | 2       | 0,08                 | 170                   | 200     | 8             | 219,1              | 200,4              | 18,7    | Acero    |
| 3      | OI-01 a B-02     | 2       | 0,06                 | 150                   | 200     | 8             | 219,1              | 200,4              | 18,7    | Acero    |
| 4      | B-02 a T-02      | 2       | 0,06                 | 150                   | 200     | 8             | 219,1              | 200,4              | 18,7    | Acero    |
| 5      | OI-01 a B-03     | 2       | 0,02                 | 90                    | 100     | 4             | 114,3              | 102,26             | 12,04   | Acero    |
| 6      | B-03 a EDAR      | 2       | 0,02                 | 90                    | 100     | 4             | 114,3              | 102,26             | 12,04   | Acero    |
| 7      | T-03 a B-04      | 2       | $2,45 \cdot 10^{-6}$ | 0,98                  | 6       | 1/8           | 10,29              | 6,83               | 3,45    | PVDF     |
| 8      | B-04 a Tubería 1 | 2       | $2,45 \cdot 10^{-6}$ | 0,98                  | 6       | 1/8           | 10,29              | 6,83               | 3,45    | PVDF     |
| 9      | T-04 a B-05      | 2       | $1,78 \cdot 10^{-7}$ | 0,26                  | 6       | 1/8           | 10,29              | 6,83               | 3,45    | PVDF     |
| 10     | B-05 a Tubería 1 | 2       | $1,78 \cdot 10^{-7}$ | 0,26                  | 6       | 1/8           | 10,29              | 6,83               | 3,45    | PVDF     |
| 11     | T-05 a B-06      | 2       | $1,9 \cdot 10^{-3}$  | 27,6                  | 40      | 1 1/2         | 50,54              | 40,89              | 9,646   | PVDF     |
| 12     | B-06 a Tubería 1 | 2       | $1,9 \cdot 10^{-3}$  | 27,6                  | 40      | 1 1/2         | 50,54              | 40,89              | 9,646   | PVDF     |
| 13     | T-02 a B-07      | 2       | $1,9 \cdot 10^{-3}$  | 27,6                  | 40      | 1 1/2         | 50,54              | 40,89              | 9,646   | Acero    |
| 14     | B-07 a T-05      | 2       | $1,9 \cdot 10^{-3}$  | 27,6                  | 40      | 1 1/2         | 50,54              | 40,89              | 9,646   | Acero    |

En el caso de las tuberías 7, 8, 9 y 10 se tomará la tubería más pequeña del mercado.

### Perdidas de carga

Para el cálculo de las pérdidas de carga tendremos en cuenta los codos, las curvas, las té y las válvulas que pondremos en el circuito de tuberías.

Para la tubería número 1 obtenemos el resultado en la Figura 4.7.

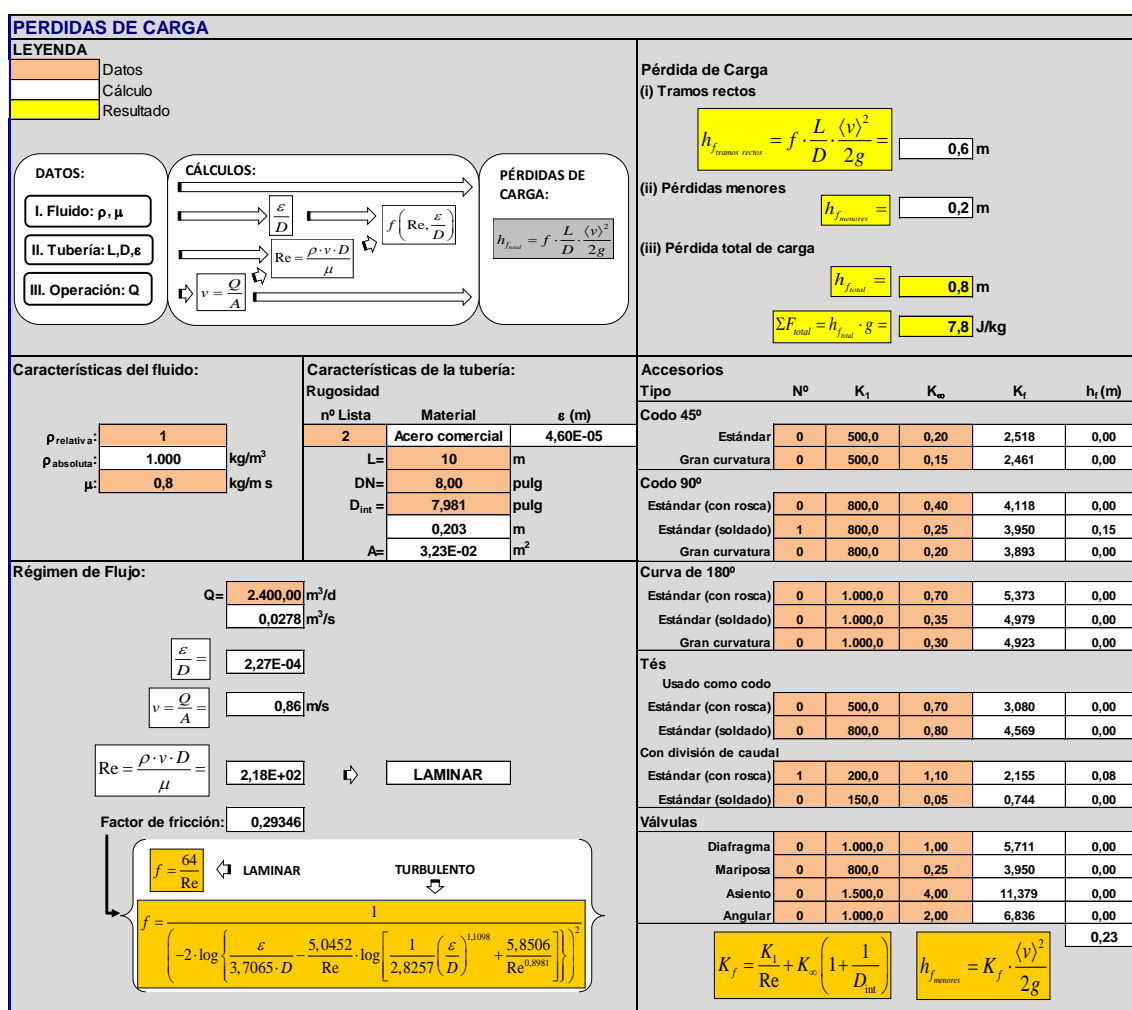


Figura 4.7. Resultado pérdida de carga de la Tubería 1

Obteniendo una pérdida de carga de 0,8 m y un trabajo de la bomba de 7,8 J/kg.

El resto de los cálculos para las demás tuberías vienen dadas en la Tabla 4.24. Solo se calcularán las pérdidas de carga en las tuberías de alta presión.

Tabla 4.24. Pérdidas de carga

| Número | Tubería      | Q (m <sup>3</sup> /d) | Longitud (m) | Material | DN (pulgadas) | D Interior tubería | Codos 90° | Tés | Válvulas | Pérdida de carga total (m) | Trabajo de la bomba (J/kg) |
|--------|--------------|-----------------------|--------------|----------|---------------|--------------------|-----------|-----|----------|----------------------------|----------------------------|
| 1      | T-01 a B-01  | 6912                  | 10,4         | Acero    | 8             | 7,891              | 1         | 4   | 1        | 0,8                        | 7,8                        |
| 2      | B-01 a OI-01 | 6912                  | 1,23         | Acero    | 8             | 7,891              | 1         | 1   | 5        | 1,3                        | 12,6                       |
| 3      | OI-01 a B-02 | 5184                  | 1,41         | Acero    | 8             | 7,891              | 1         | 1   | 0        | 1,5                        | 14,7                       |
| 4      | B-02 a T-02  | 5184                  | 7,29         | Acero    | 8             | 7,891              | 2         | 1   | 5        | 4,5                        | 43,8                       |
| 5      | OI-01 a B-03 | 1728                  | 1,41         | Acero    | 4             | 4,026              | 1         | 1   | 0        | 0                          | 0                          |
| 6      | B-03 a EDAR  | 1728                  | Km           | Acero    | 4             | 4,026              | 1         | 1   | 5        | X                          | X                          |

### Caída de presión

La caída de presión se calcula en las tuberías que el agua tiene que subir a una determinada altura, en este caso es en la tubería 2.

Para ello necesitamos la diferencia de altura  $A_z = 3,4$  m y la potencia de la bomba (110.000 W).

En la Figura 4.8. obtenemos la diferencia de presión en atmosferas, resultados en amarillo.

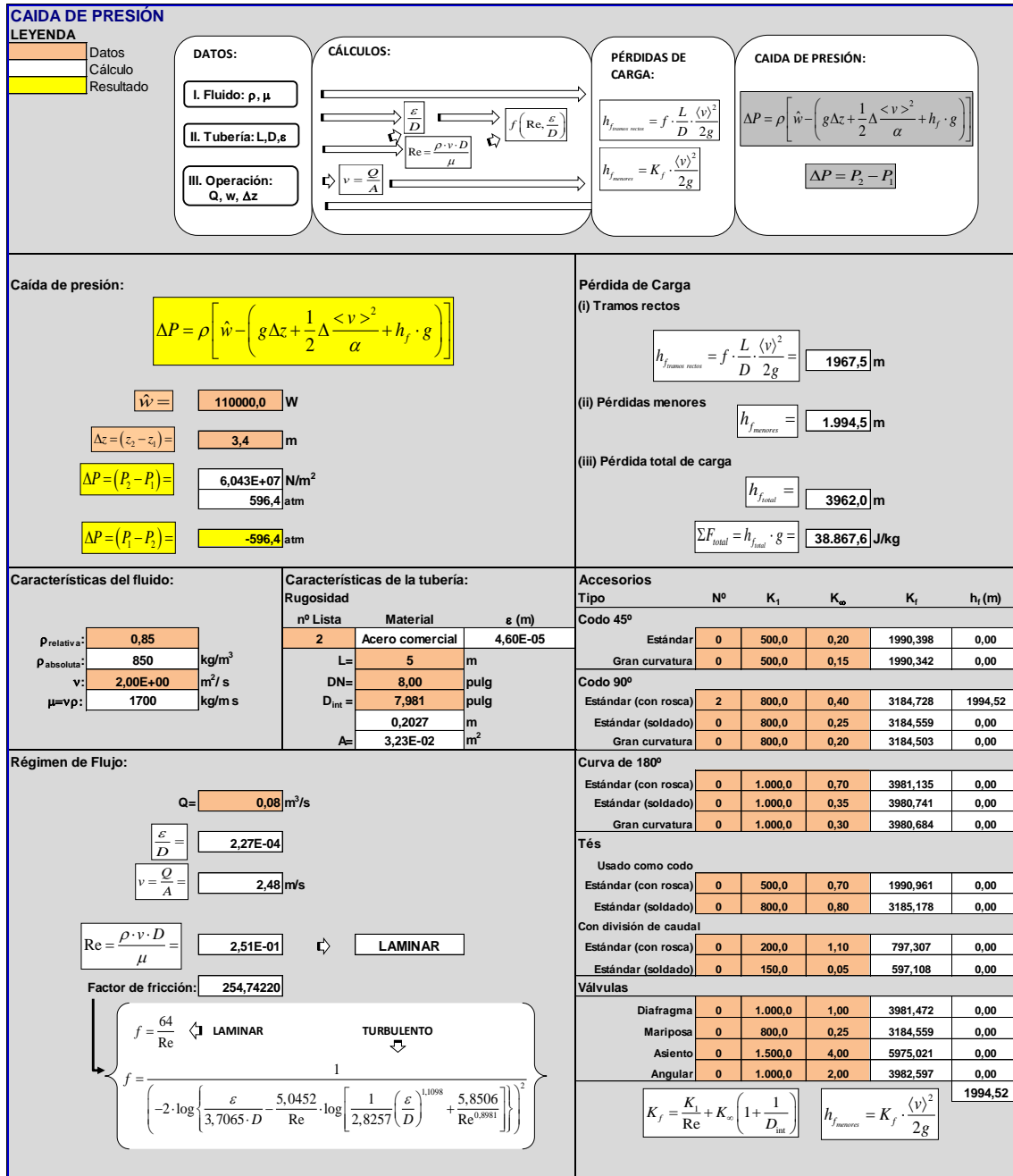


Figura 4.8. Resultados caída de presión de la Tubería 2



Obteniendo un resultado negativo, significa que la bomba que disponemos para esa tubería es apta para el trabajo que tiene que realizar.

## 10.- Diseño de equipos de impulsión

Una vez obtenidas las pérdidas de carga de las tuberías y el trabajo que tienen que realizar las bombas (Tabla 4.24.), vamos a calcular los equipos de impulsión.

Para ello lo que más se utiliza son las bombas centrífugas, ya que son de bajo coste, con caudal de descarga uniforme y sirven para altos caudales.

Para impulsar el agua desde el sistema de ósmosis inversa hasta el tanque de permeado T-02, se necesita una bomba con un trabajo mínimo de 43,8 J/kg. Con este trabajo se calcula la potencia que dicha bomba debe tener.

$$P = W \cdot Q \cdot \frac{1}{\eta_b \cdot \eta_m}$$

Donde:

- P es la potencia (kW)
- W el trabajo de la bomba
- Q el caudal (m<sup>3</sup>/s)
- $\eta_b$  rendimiento de la bomba (70%)
- $\eta_m$  rendimiento del motor de la bomba (80%)

Para la bomba que necesitamos:

$$P = 43,8 \cdot 0,08 \cdot \frac{1}{0,7 \cdot 0,8} = 6,25 \text{ kW}$$

Para impulsar el concentrado hasta la E.D.A.R. no se necesita cálculo de la potencia de la bomba, se sabe que el agua sale con una fuerza de 6,5 bar y que el trabajo necesario es de 0 J/kg, según la Tabla 4.7.

Para la adición de los químicos, y el sistema de limpieza utilizaremos bombas dosificadoras, para caudales muy bajos y resistentes a los mismos.

Una vez calculada la potencia y las necesidades de nuestras bombas decidimos las mejores opciones, están reflejadas en la siguiente Tabla 4.25.

Tabla 4.24. Características de las bombas

| <b>Bomba</b>                | <b>Función</b>                    | <b>Empresa y modelo</b> | <b>P<sub>calculada</sub> (kW)</b> | <b>P<sub>real</sub> (kW)</b> |
|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| <b>B-01</b>                 | Entrada OI                        | EBARA ENR 200-500       | 96,881                            | 110                          |
| <b>B-02</b>                 | Salida OI permeado                | EBARA ENR 150-200       | 6,25                              | 7,5                          |
| <b>B-03</b>                 | Salida OI concentrado             | EBARA ENR 65-250        | 0                                 | 22                           |
| <b>Bombas dosificadoras</b> |                                   |                         |                                   |                              |
| <b>B-04</b>                 | Ácido sulfúrico                   | B. TORRES ECO-02x08     | >0,01                             | 0,552                        |
| <b>B-05</b>                 | Antiincrustante                   | B. TORRES ECO-10x10     | >0,01                             | 0,552                        |
| <b>B-06</b>                 | Sist. Limpieza (T-05 a Tubería 1) | B. TORRES MAG-10        | >0,01                             | 0,552                        |
| <b>B-07</b>                 | Sist. Limpieza (T-02 a T-05)      | B. TORRES MAG-10        | >0,01                             | 0,552                        |

## 11.- Diseño de sistema de control

En este proyecto el sistema de control no se realiza ya que no es de mi ámbito realizarlo, pero es necesario para llevar a cabo la seguridad de la planta.

Se instalara un doble circuito de tubería, para posibles desperfectos en las bombas, siempre habrá otra para que la planta siga produciendo agua limpia. El cambio de tubería y de bomba se realizara con el sistema de control automático.

Para el sistema de control se instalan:

- Válvulas  
Estas serán siempre de primera calidad, de un material resistente a la corrosión y de accionamiento automático eléctrico. Habrá de distintos tipos, como:
  - Válvulas de retención: son de no-retorno, para que el flujo tenga siempre la misma dirección.
  - Válvulas de macho: para la regulación del caudal.
  - Válvulas con retorno
- Caudalímetros electromagnéticos.
- Manómetros controlaran la presión del agua.
- Presostatos, interruptores de presión que cierran o abren el circuito dependiendo de la presión. Estos serán de contacto.
- Termómetros, estos avisaran en el cuadro de mando de la temperatura.
- Transmisores de pH, regularan el pH.

**ANEJO 5:  
CÁLCULOS  
CONSTRUCTIVOS  
DE LA NAVE**

## ÍNDICE

|                                                       | Página |
|-------------------------------------------------------|--------|
| 1.- Introducción .....                                | 53     |
| 2.- Consideraciones previas.....                      | 53     |
| 2.1.- Características de la nave .....                | 53     |
| 2.2.- Normativa.....                                  | 55     |
| 2.3.- Consideraciones geométricas .....               | 56     |
| 3.- Cálculo de las correas .....                      | 56     |
| 3.1.- Cargas que soportan las correas.....            | 57     |
| 3.2.- Comprobaciones .....                            | 59     |
| 3.2.1.- Comprobación a flexión .....                  | 59     |
| 3.2.2.- Comprobación a flecha .....                   | 60     |
| 4.- Cálculo de la cercha .....                        | 61     |
| 4.1.- Acciones .....                                  | 61     |
| 4.2.- Cálculo de la cercha.....                       | 61     |
| 4.3.- Diseño de la cercha.....                        | 65     |
| 4.4.- Medición de la cercha .....                     | 69     |
| 5.- Cálculo de pilares .....                          | 70     |
| 5.1.- Cargas .....                                    | 70     |
| 5.2.- Cálculo de las reacciones .....                 | 71     |
| 5.3.- Comprobaciones para un perfil HEB200 .....      | 71     |
| 6.- Cálculo de las placas base .....                  | 76     |
| 6.1.- Cálculo de las acciones.....                    | 76     |
| 6.2.- Cálculo de las reacciones .....                 | 77     |
| 6.3.- Dimensionado de la placa base .....             | 77     |
| 7.- Dimensionado de la zapata .....                   | 81     |
| 7.1.- Cálculo de las acciones.....                    | 81     |
| 7.2.- Cálculo de las reacciones .....                 | 82     |
| 7.3.- Datos .....                                     | 82     |
| 7.4.- Comprobación de la estabilidad estructural..... | 83     |
| 7.4.- Armado de la zapata .....                       | 85     |

# ANEJO 5.- CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS DE LA NAVE

## 1.- Introducción

En el presente anejo se va a desarrollar el cálculo de la nave donde se llevará al cabo el tratamiento por ósmosis inversa del agua.

La nave se construirá en la parcela de la industria papelera de Almazán (Soria), por lo tanto es un terreno edificable.

Se construirá en ese lugar dado la proximidad de la actividad de la industria, y el traslado del agua a más distancia encarecería el presupuesto del presente proyecto.

La nave será de 480 m<sup>2</sup>, mayor del espacio que se necesita para el tratamiento de ósmosis inversa. Pero para un futuro puede servir para realizar otros tratamientos como desinfección del agua o gestión de lodos, ya que esta industria no dispone de ello.

Todos los elementos constructivos se podrán ver en los siguientes planos: Plano 4: Planta general, Plano 5: Alzados, Plano 6: Cimentación y Plano 7: Cubierta y estructuras.

## 2.- Consideraciones previas

### 2.1.- Características de la nave

- Localización de la nave: Almazán (Soria)
- Luz: 16 m
- Longitud del edificio: 30 m
- Separación entre pilares: 5 m
- Separación máxima entre cerchas: 5 m
- Altura pilares: 7 m
- Altura cumbre: 8,6 m
- Inclinación de la cubierta: 20%
- Separación entre correas: 1,36 m

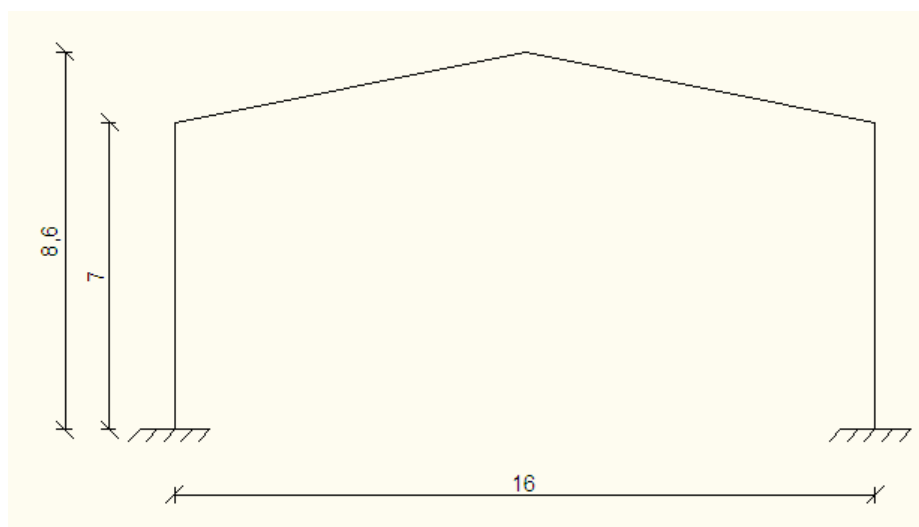


Figura 5.1. Esquema del pórtico

- Cimentación

La cimentación será en base a zapatas aisladas, en la base de los polares unidos estos a las zapatas a través de las placa base o basas. Estas placas estarán unidas a las zapatas a través de los pernos de anclaje.

El acero empleado para las armaduras, basas y pernos de anclaje será B-500-S ( $45 \text{ Kg/m}^3$ ) y el hormigón será HA-25/P/20/Ila con una resistencia compresión de  $25 \text{ N/mm}^2$ . Se dispondrán 250 mm de hormigón de limpieza.

- Solera

Será de 15 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/P/20/Ila, tamaño máximo del árido de 20 mm elaborado en central y una capa de polietileno de 2 cm para evitar las infiltraciones y humedades del terreno en la parte interior y en la superior se añadirá un pavimento antideslizante y resistente al rozamiento.

- Estructura portante

La estructura será metálica en base a perfiles laminados de acero S-275.

La altura del pórtico será de 7,0 m al alero. La cubierta tendrá una pendiente del 20 %. Los pórticos irán separados 5,00 metros.

- Pilares se encuentran empotrados en la cimentación, y la unión con las cerchas es empotrado-libre. Serán de perfil tipo HEB.
- Correas de cubierta serán de perfil tipo IPE. Sobre estas irá colocada la cubierta.

- Cerchas, son las estructuras metálicas, donde irán apoyadas las correas, están tendrán 16 metros de luz.

- Cubierta

Para la cubierta se ha elegido el panel sándwich por sus buenas propiedades en protección del calor, impermeabilidad, comportamiento ante el fuego, aislamiento acústico, ahorro de energía y un menor impacto ambiental.

La cubierta está formada por un panel de 30 mm de espesor total conformado con doble chapa de acero de 0,5 mm de espesor, lacado al exterior e interior y con relleno intermedio de espuma de poliuretano. Está cubierta tiene un peso total de 0,1020 KN/m<sup>2</sup> contando con el relleno y la tornillería.

- Cerramientos

Se realizará con paneles prefabricados de hormigón de 22 cm de espesor. Será un cerramiento en horizontal, ya que así descargan su propio peso sobre las riostras de cimentación o sobre otro panel. Se colocan atornillado por fuera de la estructura metálica. Están compuestos por una aislante central recubierto de hormigón macizo.

La ventaja de utilizar este tipo de cerramientos está en la facilidad y rapidez de montaje, versatilidad de acabados y sencillez a la hora de colocar la carpintería.

- Carpintería

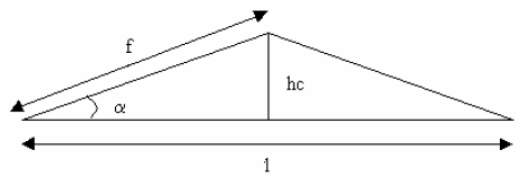
Se dispondrá de una puerta corredera de una hoja, a base de bastidor formado por tubos rectangulares de acero y chapa tipo Pegaso con cerco de perfil angular metálico, provisto de una garra por metro líneas, guías y cierre totalmente instalada. Con unas dimensiones de 6 metros de largo por 5,5 metros de alto.

## 2.2.- Normativa

La normativa a aplicar en este anejo del cálculo de la estructura para las siguientes normas de España:

- Acciones: CTE-DB-SE y CTE-DB-SE-AE (Código Técnico de la Edificación. Documento Básico. Seguridad Estructural y Acciones en la Edificación).
- Hormigón armado y en masa: EHE (Instrucción de Hormigón Estructural).
- Acero estructural: CTE-DB-SE-A (Estructuras de acero).

## 2.3.- Consideraciones geométricas



- Ángulo de inclinación:  $\operatorname{tg} \alpha = 0,20$      $\alpha = \operatorname{arctg} 0,20 = 11,30^\circ$
- Canto máximo de la cercha = canto de arranque de la cercha +  $h_c$

$$h_c = \frac{16\text{m}}{2} \times \operatorname{tg} 11,30^\circ = 1,6\text{m}$$

- Faldón de la cubierta:  $f_c = \frac{16\text{m}/2}{\cos 11,30^\circ} = 8,16\text{m}$
- Separación entre correas (teniendo en cuenta que la separación máxima es de 1,5m):

$$S_c = \frac{\text{faldón}}{\text{n}^\circ \text{ de vanos}}$$

$$\text{n}^\circ \text{ de vanos} = \frac{8,16\text{m}}{1,5\text{m}} = 5,43 \approx 6 \text{ vanos (7 correas por faldón)}$$

$$S_c = \frac{8,16\text{m}}{6} = 1,36\text{m}$$

- Altura de la nave:

$$\text{Altura del pilar} + h_c = 7 + 1,6 = 8,6\text{m}$$

## 3.- Cálculo de las correas



### 3.1.- Cargas que soportan las correas

a) Permanentes:

- Peso propio de la correa, suponemos un perfil IPE160 cuyo peso es de 15,80 Kg/m = 0,1550 KN/m.
- Peso de lo cubierta tipo sándwich con un peso de 9,20 Kg/m<sup>2</sup> más 1,2 Kg/m<sup>2</sup> del poliuretano y tornillería, hace un total de 10,4 Kg/m<sup>2</sup> = 0,1020 KN/m<sup>2</sup>.

b) No permanentes:

- Carga de nieve:

$$q_n = \mu \cdot S_k$$

- $\mu$  es un coeficiente, que tras consultar la tabla de acciones de la edificación DB-SE-AE, se obtiene un valor de 1 para valores de  $\alpha \leq 30^\circ$ .
- $S_k$  es la sobrecarga de nieve en un terreno horizontal, consultada en la DB-SE-AE, se obtiene que para la provincia de Soria el valor de  $S_k$  es igual a 0,9 KN/m<sup>2</sup>.

Por tanto:

$$q_n = \mu \cdot S_k$$

$$q_n = 0,9 \text{ KN/m}^2$$

- Empuje del viento:

Se han establecido estas acciones según la norma DB-SE-AE que viene definida por la siguiente ecuación en función de la situación:

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

- Donde  $q_b$  es la presión dinámica del viento con un valor igual a 0,5 KN/m<sup>2</sup>.
- $C_e$  es el coeficiente de exposición dependiendo del grado de aspereza del entorno y de la altura de coronación, toma un valor de 1,7.
- $C_p$  es el coeficiente eólico donde tenemos que  $C_p$  (faldón a barlovento) toma un valor de 0,2 y  $C_s$  (faldón a sotavento) de 0,3. al ser la carga con un signo negativo no se considera carga del viento, entonces  $C_p = 0,2 \text{ KN/m}^2$ . Todos los datos son obtenidos del DB-SE-AE.

Obtenemos que:

$$q_e = 0,17 \text{ KN/m}^2$$

- Carga de sobre uso:  
Al ser una cubierta con una inclinación inferior al 20% (G1) según la tabla del DB-SE-AE, obtenemos una carga de 1KN/m<sup>2</sup>.

Por lo tanto las cargas sobre la cubierta son las siguientes:

Tabla 5.1. Acciones sobre la cubierta

|                                 | Acciones totales (KN/m <sup>2</sup> ) | Acciones lineales (KN/m) |
|---------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|
| <b>Peso propio de la correa</b> |                                       | 0,1550                   |
| <b>Peso de la cubierta</b>      | 0,1020                                | 0,1387                   |
| <b>Carga de nieve</b>           | 0,9                                   | 1,224                    |
| <b>Carga viento</b>             | 0,17                                  | 0,2312                   |
| <b>Carga uso</b>                | 1                                     | 1,36                     |

### Combinación de acciones

Según la DB-SE-AE se recomienda hacer la combinación de acciones a una situación persistente, con la siguiente fórmula para el cálculo de los momentos recogiendo los datos en el código técnico:

$$\sum_{j \geq 1} Y_{G,j} \cdot G_{k,j} + Y_p \cdot P + Y_{Q,1} \cdot Q_{K,1} + \sum_{i > 1} Y_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

- Acción de uso:

$$\Sigma[(1,35 \cdot 0,1387) + (1,35 \cdot 0,1550)] + (1,5 \cdot 1,36) + [(1,5 \cdot 1,1224 \cdot 0,5) + (1,5 \cdot 0,2312 \cdot 0,6)] = 3,56 \text{ KN/m}$$

- Acción de nieve:

$$\Sigma[(1,35 \cdot 0,1387) + (1,35 \cdot 0,1550)] + (1,5 \cdot 1,224) + [(1,5 \cdot 1,36 \cdot 0) + (1,5 \cdot 0,2312 \cdot 0,6)] = 2,44 \text{ KN/m}$$

- Acción de viento:

$$\Sigma [(1,35 \cdot 0,1387) + (1,35 \cdot 0,1550)] + (1,5 \cdot 0,2312) + [(1,5 \cdot 1,36 \cdot 0) + (1,5 \cdot 1,224 \cdot 0,6)] = 1,84 \text{ KN/m}$$

Se considera como principal variable la acción de uso al ser mayor que las demás:

$$q = 3,56 \text{ KN/m}$$

Por lo tanto las cargas son:

$$q_x = q \cdot \text{sen} \alpha = 0,698 \text{ KN/m}$$

$$q_y = q \cdot \text{cos} \alpha = 3,491 \text{ KN/m}$$

### 3.2.- Comprobaciones

Tomamos como correa el perfil IPE 160:

Tabla 5.2. Características perfil IPE 160

| Perfil  | Peso (kg/m) | Sección (cm <sup>2</sup> ) | W <sub>x</sub> (cm <sup>3</sup> ) | W <sub>y</sub> (cm <sup>3</sup> ) | I <sub>x</sub> (cm <sup>4</sup> ) | I <sub>y</sub> (cm <sup>4</sup> ) |
|---------|-------------|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| IPE 160 | 15,80       | 20,10                      | 109,0                             | 16,70                             | 869,0                             | 68,30                             |

#### 3.2.1.- Comprobación a flexión

La correa es una viga biapoyada con una carga uniformemente repartida.

#### Momentos producidos

- $M_x = 1/8 \times q_y \times l^2 \times \gamma_f$

Siendo  $l$  la separación entre pórticos, y  $\gamma_f$  un coeficiente de seguridad con un valor de 1,5.

$$M_x = 16,39 \text{ KN/m}$$

- $M_y = 1/8 \times q_x \times l^2 \times \gamma_f$

$$M_y = 3,27 \text{ KN/m}$$

### Tensión máxima admisible

Para que la sección resista debe cumplir que:

- $W_x \geq \frac{M_x}{\sigma_d} \times (10^6)$
- $W_y \geq \frac{M_y}{\sigma_d} \times (10^6)$

Siendo:  $\sigma_d = \frac{f_y}{\gamma_{mo}}$ ; donde  $f_y = 275$  y  $\gamma_{mo} = 1,05$

$$\sigma_d = 261,90 \text{ N/mm}^2$$

- $W_x = 62.581,13 \text{ mm}^3 \leq 109000 \text{ mm}^3$
- $W_y = 12.492,84 \text{ mm}^3 \leq 16700 \text{ mm}^3$

### ADMISIBLE IPE 160

#### 3.2.2.- Comprobación a flecha

Calculo de la flecha máxima para correas.

$$\text{Flecha} = \frac{1}{185} \times \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I}$$

Donde:

- q es la carga ( $q_y = 3,491 \text{ KN/m}$ )
- l distancia entre pórticos ( $5000\text{mm}$ )<sup>4</sup>
- E módulo de elasticidad del acero =  $210000 \text{ N/mm}^2$
- $I = I_x (\cos\alpha)^2 + I_y (\sen\alpha)^2 = 838,26 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$
- $\alpha = 11,30^\circ$

Para que sea admisible el valor de la flecha tiene que ser menor de 2cm.

$$\text{Flecha} = 6,70 \text{ mm} \leq 2\text{cm}$$

### ADMISIBLE IPE 160

## 4.- Cálculo de la cercha

Para calcular la carga que soporta la cercha, primero hay que conocer las acciones que influyen en ella y tener en cuenta:

- Se dispone de una cercha cada 5 metros por lo tanto hay 7 cerchas.
- Son perfiles laminados continuos.
- La calidad del acero es S-275-JR.

### 4.1.- Acciones

- Cargas permanentes:
  - Como son el peso de las correas, que son 7 correas por faldón, son un total de 14 correas de un perfil IPE 160 con una carga igual a 0,155 KN/m.
  - Otra carga permanente es el peso de la cubierta, tipo sándwich con una carga igual a 0,1020 KN/m<sup>2</sup>.
- Sobrecargas:
  - Nieve: 0,9 KN/m<sup>2</sup>
  - Viento: 0,17 KN/m<sup>2</sup>
  - Uso: 1 KN/m<sup>2</sup>

### 4.2.- Cálculo de la cercha

La cercha que se va a emplear está representada en la Figura 5.2.

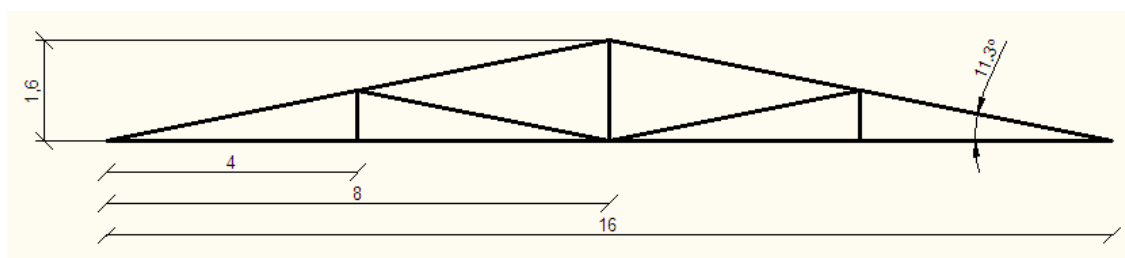


Figura 5.2. Cercha objeto de estudio.

La cercha que tenemos es a dos aguas con una pendiente del 20%. La luz de la nave es de 30 metros, y tenemos las cerchas cada 5 metros, en total tendremos 7 cerchas necesarias. La separación entre las correas es de 1,36 m y disponemos de un total de 14 correas (7 por faldón), son de un perfil IPE 160.

A continuación se va a realizar el cálculo de las cargas que influyen en la cercha:

- Cargas permanentes:
  - Peso de la cubierta:  $0,1020 \text{ KN/m}^2 \times 16\text{m de luz} \times 5\text{m} = 8,16 \text{ KN}$
  - Peso de las correas:  $0,1550 \text{ KN/m} \times 14 \text{ correas} \times 5 \text{ m} = 10,85 \text{ KN}$
  - TOTAL: 19,01 KN es el valor de las cargas permanentes.
- Sobrecargas:
  - Nieve:  $0,9 \text{ KN/m}^2 \times 16\text{m} \times 5 \text{ m} = 72\text{KN}$
  - Uso:  $1 \text{ KN/m}^2 \times 16\text{m} \times 5\text{m} = 80 \text{ KN}$
  - Viento:  $0,17 \text{ KN/m}^2 \times 16\text{m} \times 5\text{m} = 13,6 \text{ KN}$
  - TOTAL: 165,6 KN es el valor total de las sobrecargas.

### Combinación de acciones

Según el código DB-SE-AE se calcula la combinación de hipótesis más desfavorables, como se ha calculado anteriormente, la acción más desfavorable es la de uso.

Aplicando los coeficientes y la fórmula aplicada anteriormente, se obtiene:

$$\Sigma [(1,35 \cdot 19,01)] + (1,5 \cdot 80) + [(1,5 \cdot 72 \cdot 0,5) + (1,5 \cdot 13,6 \cdot 0,6)] = 211,90 \text{ KN}$$

Siendo  $q = 211,90 \text{ KN}$  la carga que soporta una cercha.

### Cálculo de las reacciones

En la cercha se tienen 2 nudos externos y 6 nudos internos, teniendo en cuenta que dos nudos externos soportan lo mismo que uno interno:

- $\text{Peso de un nudo interno} = q \cdot \frac{1 \text{ cercha}}{6 \text{ nudos internos} + \frac{2 \text{ nudos externos}}{2}} = 30,27 \text{ KN}$
- $\text{Peso de un nudo exterior} = \frac{30,27}{2} = 15,13 \text{ KN}$

Al tratarse de una cercha simétrica calcularemos la mitad y las reacciones en los apoyos son iguales.

Cálculo de las reacciones en los apoyos (equilibrio):

- $\Sigma F_H = 0$
- $\Sigma F_Y = 0 \rightarrow R_A + R_B = 6 \text{ nudos internos} + 2 \text{ nudos externos}$   
 $R_A + R_B = (6 \cdot 30,27) + (2 \cdot 15,13)$   
 $R_A + R_B = 211,9 \text{ KN}$
- $\Sigma M_A = 0 \rightarrow R_B \cdot 16 - (\text{nudo externo} \cdot 16) - 2(\text{nudos internos} \cdot 12) - 2(\text{nudos internos} \cdot 8) - 2(\text{nudos internos} \cdot 4) = 0$   
 $R_B \cdot 16 - (15,13 \cdot 16) - 2(30,27 \cdot 12) - 2(30,27 \cdot 8) - 2(30,27 \cdot 4) = 0$   
 $R_A = R_B = 105,94 \text{ KN}$

### Método de Cremona:

Por el método de Cremona, cálculo los esfuerzos en los nudos y a los que van a estar sometidas todas las barras.

Al ser la cercha simétrica calcularemos la mitad, la otra mitad será igual.

- NUDO 1:  
 $\Sigma F_X = 0 \rightarrow -F_{AX} \cdot \cos 11,30^\circ + F_B = 0$   
 $\Sigma F_Y = 0 \rightarrow F_{AY} \cdot \sin 11,30^\circ - 105,94 + 15,13 = 0$

$$F_A = 463,44 \text{ KN } \textit{Compresión}$$

$$F_B = 454,46 \text{ KN } \textit{Tracción}$$

- NUDO 2:

$$\Sigma F_X = 0 \rightarrow F_D - F_B = 0$$

$$\Sigma F_Y = 0 \rightarrow 30,27 - F_C = 0$$

$$F_C = 30,27 \text{ KN Compresión}$$

$$F_D = 454,46 \text{ KN Tracción}$$

- NUDO 3:

$$\Sigma F_X = 0 \rightarrow F_{AX} \cdot \cos 11,30^\circ - F_{EX} \cdot \cos 11,30^\circ - F_{FX} \cdot \cos 22,60^\circ = 0$$

$$\Sigma F_Y = 0 \rightarrow -F_{AY} \cdot \sin 11,30^\circ + F_{EY} \cdot \sin 11,30^\circ + F_{FY} \cdot \sin 22,60^\circ + 30,27 + F_C = 0$$

$$F_{EX} \cdot \cos 11,30^\circ + F_{FX} \cdot \cos 22,60^\circ = 454,46$$

$$F_{EY} \cdot \sin 11,30^\circ + F_{FY} \cdot \sin 22,60^\circ = 30,27$$

$$F_E = 374,79 \text{ KN Compresión}$$

$$F_F = 269,84 \text{ KN Compresión}$$

- NUDO 5:

$$\Sigma F_Y = 0 \rightarrow 30,27 - F_G = 0$$

$$F_G = 30,27 \text{ KN Compresión}$$

En la Tabla 5.3. se muestran los esfuerzos y las acciones que corresponden a cada barra de la cercha:

Tabla 5.3. Esfuerzos y acciones en la cercha

| Barra  | KN     | Acción     |          |
|--------|--------|------------|----------|
| A = A' | 463,44 | Compresión | Par      |
| B = B' | 454,46 | Tracción   | Tirante  |
| C = C' | 30,27  | Compresión | Montante |
| D = D' | 454,46 | Tracción   | Tirante  |
| E = E' | 374,79 | Compresión | Par      |
| F = F' | 269,84 | Compresión | Diagonal |
| G      | 30,27  | Compresión | Montante |



### 4.3.- Diseño de la cercha

Hay que tener en cuenta:

- Se emplearán perfiles tubulares cuadrados, ya que proporcionan más resistencia en menor sección (Tabla 5.8. al final del anejo)
- La calidad del acero es S-275-JR.

#### Dimensionado de la cercha

##### Tirantes

$$N_{Ed} = 454,46 \text{ KN}$$

$$N_{Ed} \leq N_{t,Rd}$$

$N_{Ed}$  = esfuerzo debido a la tracción.

$N_{t,Rd}$  = resistencia de la sección a la tracción.

Como  $N_{t,Rd}$  puede emplearse la  $N_{pl,Rd}$  (resistencia plástica de la sección bruta) sin superar  $N_{u,Rd}$  (resistencia última de la sección neta)

$$N_{t,Rd} = \text{mín} (N_{pl,Rd}, N_{u,Rd})$$

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$$N_{u,Rd} = 0,9 \cdot A_{neta} \cdot f_{ud}$$

*Predimensionamiento:*

$$A > \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{454460}{\frac{275}{1,05}} = 1735,21 \text{ mm}^2 \approx 1740 \text{ mm}^2.$$

Se elige un perfil # 120.4, que tenga una sección igual o mayor a 1740mm<sup>2</sup>.

*Comprobación:*

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} = 1800 \cdot \frac{275}{1,05} = 471,43 \text{ KN}$$

$$N_{u,Rd} = 0,9 \cdot A_{neta} \cdot f_{ud} = 0,8 \cdot 1800 \cdot \frac{410}{1,25} = 531,36 \text{ KN}$$

$$N_{t,Rd} = \text{mín} (471,43; 531,36) = 471,43 \text{ KN}$$

$$N_{Ed} \leq N_{t,Rd}$$

$$454,46 \text{ KN} \leq 471,43 \text{ KN}$$

Además se cumple la condición de agotamiento dúctil, al ser  $N_{pl,Rd} \leq N_{u,Rd}$ .

### ADMISIBLE #120.4

#### Par

$N_{Ed} = 463,44$  KN, elegimos el más desfavorable.

$$N_{Ed} \leq N_{c,Rd}$$

$N_{c,Rd}$  = resistencia de la sección a la compresión.

$N_{c,Rd}$  no superará  $N_{pl,Rd}$  (resistencia plástica de la sección bruta) y será menor que  $N_{b,Rd}$  (resistencia última de la barra a pandeo).

Al ser un perfil tubular cuadrado, la resistencia al pandeo será igual en ambos planos, por lo que la comprobación será única.

Se calcula la esbeltez reducida  $\lambda_k$ , para lo cual previamente es necesario calcular  $N_{cr}$  (carga crítica de Euler) para el caso de una barra biarticulada.

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L_k^2}$$

$$L_k = \beta \cdot L$$

Según la tabla 6.1 del DB-SE-A, la longitud de pandeo ( $L_k$ ) para una barra biarticulada será:

$$L_k = 1 \cdot 4,08$$

$$L_k = 4,08 \text{ m}$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot 210.000 \cdot 304,00 \cdot 10^4}{4080^2} = 1.126.801,18 \text{ N}$$

$$\lambda_k = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} = 0,86$$

Al perfil #140.6 le corresponde una curva de pandeo  $c$  (según la tabla 6.2 del DB-SE-A).

Como  $\lambda_k = 0,86 > 0,20$ , el coeficiente de reducción del pandeo  $\chi$  se obtiene:

$$\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda_k - 0,2) + (\lambda_k)^2]$$

$\alpha = 0,49$  (según la tabla 6.3) Por tanto:

$$\Phi = 1,03$$

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 + \lambda_k^2}} = 0,62 < 1$$

Por tanto:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} = 0,41 \cdot 3090 \cdot \frac{275}{1,05} = 506,80 \text{ KN}$$

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} = 809,285 \text{ KN}$$

$$N_{c,Rd} = \min(N_{pl,Rd}; N_{b,Rd}) = 506,80 \text{ KN}$$

$$463,44 < 506,80 \text{ KN}$$

### ADMISIBLE # 140.6

#### Montantes

Todos trabajan a compresión, y han de soportar la carga por nudo (30,27 KN). El montante más desfavorable será el de mayor longitud ( $l = 1,60\text{m}$ ).

$$N_{Ed} = 30,27 \text{ KN}$$

Se tantea con un perfil #50.4 ( $A = 581 \text{ mm}^2$ ,  $I = 22,90 \text{ cm}^4$ )

Se calcula la esbeltez reducida  $\lambda_k$ , para lo cual es necesario el valor de la carga crítica de Euler ( $N_{cr}$ ) para una barra biarticulada.

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L_k^2}$$

Siendo  $L_k = \beta \cdot L$ ;  $L_k = 1600\text{mm}$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot 210.000 \cdot 22,90 \cdot 10^4}{1600^2} = 185402,06 \text{ N}$$

$$\lambda_k = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} = 0,92$$

Le corresponde una curva de pandeo c (según la tabla 6.2)

Como  $\lambda_k = 0,92 > 0,20$ ,  $\chi$  se obtiene:

$$\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda_k - 0,2) + (\lambda_k)^2]$$

$\alpha = 0,49$  (según la tabla 6.3) Por tanto:

$$\Phi = 1,09$$

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 + \lambda_k^2}} = 0,59 < 1$$

Por tanto:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} = 0,59 \cdot 581 \cdot \frac{275}{1,05} = 90,87 \text{ KN}$$

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} = 152,16 \text{ KN}$$

$$N_{c,Rd} = \text{mín} (N_{pl,Rd}; N_{b,Rd}) = 90,87 \text{ KN}$$

De este modo:  $30,27 < 90,87$

#### ADMISIBLE #50.4

#### Diagonales

Soportan una carga de compresión de 269,84 KN. Tanteamos con un perfil #120.5 ( $A = 2210 \text{ mm}^2$ ,  $I = 478 \text{ cm}^4$ ).

$$N_{Ed} = 269,84 \text{ KN}$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L_k^2}$$

Siendo  $L_k = \beta \cdot L$ ;  $L_k = 4080 \text{ mm}$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot 210.000 \cdot 478 \cdot 10^4}{4080^2} = 595150,2 \text{ N}$$

$$\lambda_k = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} = 1$$

Al perfil #120.5 le corresponde una curva de pandeo c (tabla 6.2).

Como  $1 > 0,20$ , se obtiene el coeficiente de reducción del pandeo  $\chi$ :

$$\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda_k - 0,2) + (\lambda_k)^2]$$

$\alpha = 0,49$  (según la tabla 6.3) Por tanto:

$$\Phi = 1,19$$

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 + \lambda_k^2}} = 0,54 < 1$$

Por tanto:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} = 0,54 \cdot 2210 \cdot \frac{275}{1,05} = 315,41 \text{ KN}$$

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} = 578,80 \text{ KN}$$

$$N_{c,Rd} = \min(N_{pl,Rd}; N_{b,Rd}) = 315,41 \text{ KN}$$

De este modo:  $N_{Ed} \leq N_{c,Rd}$  ( $269,84 \leq 315,41$ )

#### ADMISIBLE #120.5

### 4.4.- Medición de la cercha

Tabla 5.4. Medición y peso de la cercha

| Barra                                     | Longitud (m) | Perfil | Peso unitario (Kg/m) | Total (Kg) |
|-------------------------------------------|--------------|--------|----------------------|------------|
| Par                                       | 16,32        | #140.6 | 24,30                | 396,576    |
| Tirantes                                  | 16           | #120.4 | 14,10                | 225,60     |
| Montantes                                 | 3,2          | #50.4  | 5,35                 | 17,12      |
| diagonales                                | 8,16         | #120.5 | 17,40                | 141,98     |
| <b>Peso total de la cercha</b>            |              |        |                      | 781,28     |
| <b>Aumento del 15% acartelado y otros</b> |              |        |                      | 117,19     |
| <b>Peso total</b>                         |              |        |                      | 898,47     |

## 5.- Cálculo de pilares

Los pilares deben soportar las cargas aportadas por la cercha y la acción del viento.

Elegimos un perfil, con él realizaremos los cálculos apropiados y comprobamos si es válido. Se prueba con un perfil HEB 200, cuyas características están en la Tabla 5.5.

Tabla 5.5. Características del perfil HEB 200

| Perfil                            | Dimensiones (mm)                     |                                   |                                   |                                      |                                   | Secc.                             | Peso                  |
|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
|                                   | h                                    | b                                 | e                                 | e <sub>1</sub>                       | r                                 | A (cm <sup>2</sup> )              | (KN/m)                |
| HEB 200                           | 200                                  | 200                               | 9                                 | 15                                   | 18                                | 78,1                              | 0,60                  |
| Referencias eje y-y               |                                      |                                   | Referencias eje z-z               |                                      |                                   | Pandeo lateral                    |                       |
| W <sub>y</sub> (cm <sup>3</sup> ) | W <sub>pl,y</sub> (cm <sup>3</sup> ) | I <sub>y</sub> (cm <sup>4</sup> ) | W <sub>z</sub> (cm <sup>3</sup> ) | W <sub>pl,z</sub> (cm <sup>3</sup> ) | I <sub>z</sub> (cm <sup>4</sup> ) | I <sub>T</sub> (cm <sup>4</sup> ) | I <sub>f,z</sub> (mm) |
| 570                               | 642                                  | 5696                              | 200                               | 306                                  | 2003                              | 63,40                             | 53,4                  |

### 5.1.- Cargas

- Acción del viento:

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

Siendo:

- $q_b = 0,5 \text{ KN/m}^2$
- $C_e = 1,7$
- $C_p = 0,2$

$$q_e = 0,17 \text{ KN/m}^2$$

Con la separación entre pilares de 5 metros, obtengo una carga lineal de 0,85 KN/m. multiplicando por un coeficiente de seguridad con un valor igual a 1,5, obtenemos:

$$q_{\text{viento}} = 1,275 \text{ KN/m}$$

- Peso de la cercha:

Según la Tabla 5.4. del apartado anterior el peso total de la cercha es de 898,47 Kg, para media cercha 449,24 Kg que es igual a 4,41KN.

Se aplica un coeficiente de seguridad de 1,35 y se obtiene un valor de 5,95 KN.

- Reacción en el apoyo de la cubierta:

Corresponde al peso medio de la cubierta, realizados los cálculos anteriormente:

$$R_A = 150,94 \text{ KN}$$

$$\text{Peso total de cercha} = P_{\text{propio}} + R_A = 5,95 + 105,94 = 111,89 \text{ KN}$$

## 5.2.- Cálculo de las reacciones

- $\Sigma F_X = 0 \rightarrow q_{\text{viento}} \cdot L - H_A = 0$

$$H_A = 8,93 \text{ KN}$$

- $\Sigma F_Y = 0 \rightarrow R_A - (P_{\text{total cercha}} + P_{\text{pilar}} \cdot L) = 0$

$$R_A = 116,09 \text{ KN}$$

- $\Sigma M_A = 0 \rightarrow M_A = q_{\text{viento}} \cdot L \cdot L/2$

$$M_A = 31,24 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

## 5.3.- Comprobaciones para un perfil HEB200

$$N_{Ed} = 116,09 \text{ KN}$$

$$V_{Ed} = 8,93 \text{ KN}$$

$$M_{Ed,y} = 31,24 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

### Comprobación de la resistencia de la sección

*Interacción momento – cortante*

Si se cumple  $V_{Ed} \leq 0.5 V_{pl,Rd}$  se puede despreciar el cortante.

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot e_1 + (e + 2 \cdot r) \cdot e$$

$$A_v = 7810 \cdot 2 \cdot 200 \cdot 15 + (9 + 2 \cdot 18) \cdot 15 = 2485 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 375,75 \text{ KN}$$

Como  $V_{Ed} = 8,93 \text{ KN}$ , se cumple que  $V_{Ed} = 8,83 \leq (0,5 \cdot 375,75) 187,88 \text{ KN}$

Por tanto no se va a tener en cuenta la interacción entre el momento y el cortante.

#### Comprobación a flexión compuesta sin cortante

El área del alma es:

$$A_w = (h \cdot 2 \cdot e_1 - 2r) \cdot e$$

$$A_w = 1206 \text{ mm}^2$$

La resistencia a la tracción viene dada por:

$$N_{pl,w} = A_w \cdot f_{yd} = 1206 \cdot \frac{275}{1,05} = 315,85 \text{ KN}$$

Por tanto, no se puede despreciar el efecto del axil (este se puede despreciar en perfiles en doble "T" si no llega a la mitad de la resistencia a tracción del alma).

Entonces la comprobación es:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1$$

Como el momento  $M_{z,Ed}$  es nulo, la expresión se simplifica quedando:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} \leq 1$$

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} = 2045,5 \text{ KN}$$

$$M_{pl,Rdy} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 642 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05} = 1,68143 \cdot 10^8 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

Por tanto:

$$\frac{116,09}{2045,5} + \frac{31,24}{1,68146 \cdot 10^8} = 0,05 < 1$$

#### Comprobación a flexión y compresión

Se llevará a cabo con las siguientes fórmulas:

- En todas las piezas:

$$\frac{N_{Ed}}{X_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{X_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$



- En piezas susceptibles de pandeo por torsión:

$$\frac{N_{Ed}}{X_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yLT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{X_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Como  $M_{z,Ed} = 0$  las expresiones se simplifican a:

$$\frac{N_{Ed}}{X_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{X_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{X_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yLT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{X_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Donde:

- $W_y = W_{pl,y}$  para secciones de clase 1 y 2
- $e_{N,y} = 0$ , según la tabla 6.8 del DE-SE-A

### Comprobación a pandeo

Como ya se ha indicado, las longitudes equivalentes de pandeo son:

$$L_{k,y} = \beta \cdot L = 2 \cdot 700 = 1400 \text{ cm}$$

$$L_{k,z} = \beta \cdot L = 0,7 \cdot 700 = 490 \text{ cm}$$

Se van a calcular los coeficientes de reducción por pandeo de cada eje.

#### *Alrededor del eje y-y*

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{k,y}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000 \cdot 5696 \cdot 10^4}{1400^2} = 602327,86 \text{ N}$$

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} = 1,8$$

Al perfil HEB 200 le corresponde una curva de pandeo  $b$  (tabla 6.2 DB-SE-A)

$$\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda_y - 0,2) + (\lambda_y)^2]$$

$\alpha = 0,34$  (según la tabla 6.3) Por tanto:

$$\Phi = 2,39$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 + \lambda_y^2}} = 0,25 < 1$$

Alrededor del eje z-z

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{k,z}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000 \cdot 2003 \cdot 10^4}{4900^2} = 1729051,103 \text{ N}$$

$$\lambda_z = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} = 1,11$$

Al perfil HEB 200 le corresponde una curva de pandeo c alrededor del eje z-z (tabla 6.2 DB-SE-A)

$$\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda_z - 0,2) + (\lambda_z)^2]$$

$$\alpha = 0,34 \text{ (según la tabla 6.3)}$$

$$\Phi = 1,33$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 + \lambda_z^2}} = 0,48 < 1$$

Determinación del coeficiente  $k_y$  (tabla 6.9 DE-SE-A)

$$k_y = 1 + (\lambda_y - 0,2) \cdot \frac{N_{ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \quad \text{donde } \lambda_y \text{ no poder ser mayor que } 1$$

$$N_{c,Rd} = A^* \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$$

Por ser la sección de clase 1  $A^* = A$

$$\text{Así, } k_y = 1 + (1,00 - 0,2) \cdot \frac{116,09 \cdot 10^3}{0,25 \cdot 7810 \cdot \frac{275}{1,05}} = 1,18$$

Determinación del coeficiente  $C_{m,y}$  (tabla 6.10 DE-SE-A).

El diagrama de flectores es triangular, por lo que  $\psi = 0$ , y  $C_{m,y} = 0,6 + 0,4 \cdot \psi \geq 0,4$  entonces  $C_{m,y} = 0,6$ .

### Comprobación a pandeo lateral

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{LT} - 0,2) + (\lambda_{LT})^2]$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 + \lambda_{LT}^2}} \leq 1$$

Para un perfil HEB 200, como  $h/b = 1$ , corresponde una curva de pandeo a (tabla 6.2) y un valor del coeficiente de imperfección  $\alpha_{LT} = 0,21$  (tabla 6.3 DE-SE-A).

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$M_{cr}$  (momento crítico elástico de pandeo lateral) se calcula:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2}$$

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_T \cdot E \cdot I_z}$$

Donde  $C_1 = 1,88$

$$M_{LTV} = 1,88 \cdot \frac{\pi}{7000} \cdot \sqrt{8100 \cdot 63,4 \cdot 210000 \cdot 2003 \cdot 10^4} = 1240072 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$$M_{LTW} = W_y \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

$$M_{LTW} = 570 \cdot 10^3 \cdot \frac{\pi^2 \cdot 210000}{7000^2} \cdot 1,88 \cdot 53,4^2 = 129252270 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

En un HEB 200,  $i_{f,z} = 53,4 \text{ mm}$

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2} = \sqrt{1240072^2 + 129252270^2} = 129258218,6 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{642 \cdot 10^3 \cdot 275}{129258218,6}} = 1,16$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 [1 + 0,21 \cdot (1,16 - 0,2) + 1,16^2]$$

$$\Phi_{LT} = 1,27$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{1,27 + \sqrt{1,27^2 - 1,16^2}} = 0,56 < 1$$

Determinación del coeficiente  $C_{m,LT}$  (tabla 6.10)

El diagrama de flectores es triangular, por lo que  $\psi = 0$ , y  $C_{m,LT} = 0,6 + 0,4 \cdot \psi \geq 0,4$  entonces  $C_{m,LT} = 0,6$ .

Determinación del coeficiente  $k_{y,LT}$  (tabla 6.9)

$$k_{y,LT} = \text{mín} \left\{ 1 - \frac{0,1 \cdot \lambda_z}{C_{m,LT} - 0,25} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} ; 0,6 + \lambda_z \right\}$$

$$\text{Así } k_{y,LT} = \text{mín} \left\{ 1 - \frac{0,1 \cdot 1,11}{0,6 - 0,25} \cdot \frac{116,09 \cdot 10^3}{0,48 \cdot 7810 \cdot \frac{275}{1,05}} ; 0,6 + 1,11 \right\}$$

$$k_{y,LT} = \{ 0,96 ; 1,71 \} = 0,96$$

### Comprobaciones

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\frac{116,09 \cdot 10^3}{0,25 \cdot 7810 \cdot \frac{275}{1,05}} + 1,18 \cdot \frac{0,6 \cdot 31,24 \cdot 10^6 + 0 \cdot 116,09 \cdot 10^3}{0,56 \cdot 642 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05}} = 0,46 < 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\frac{116,09 \cdot 10^3}{0,48 \cdot 7810 \cdot \frac{275}{1,05}} + 0,96 \cdot \frac{31,24 \cdot 10^6 + 0 \cdot 116,09 \cdot 10^3}{0,56 \cdot 642 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05}} = 0,43 < 1$$

Por lo tanto el perfil HEB 200 es admisible.

**ADMISIBLE HEB 200**

## 6.- Cálculo de las placas base

### 6.1.- Cálculo de las acciones

- Las acciones ya han sido calculadas en el Punto 4.1. de este anejo.
- Peso de la cubierta:  $0,1020 \text{ KN/m}^2 \cdot 16\text{m luz} \cdot 5\text{m} = 8,16 \text{ KN}$

- Peso propio de las correas (IPN 160):  $0,1550 \text{ KN/m}^2 \cdot 14 \text{ correas} \cdot 5\text{m} = 10,85 \text{ KN}$
- Peso propio de la cercha: 5,95 KN media cercha, por lo tanto, 11,91KN cercha entera.
- Peso propio del pilar (HEB200):  $0,60 \text{ KN/m} \cdot 7\text{m} = 4,2 \text{ KN}$ , por 1,35 (coeficiente de mayoración) 5,67 KN
- Acción del viento:  $q_{\text{viento}} = 1,275 \text{ KN/m}$

## 6.2.- Cálculo de las reacciones

$$N^* = P_{\text{cubierta}} + P_{\text{correas}} + P_{\text{cercha}} + P_{\text{pilar}} = 8,16 + 10,85 + 11,91 + 11,34$$

$$N^* = 42,26 \text{ KN}$$

$$V^* = q_{\text{viento}} \cdot L = 1,275 \cdot 7$$

$$V^* = 8,93 \text{ KN}$$

$$M^* = \frac{q_{\text{viento}} \cdot L^2}{2} = \frac{1,275 \cdot 7^2}{2}$$

$$M^* = 31,237 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

## 6.3.- Dimensionado de la placa base

Adoptamos unas dimensiones de las placas cuadradas de 400 x 400 mm.

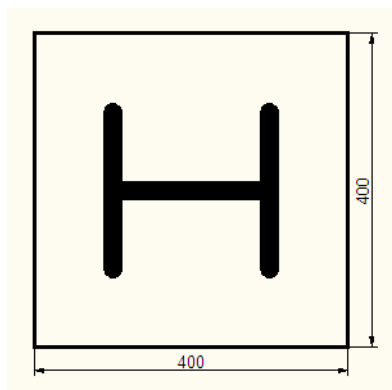


Figura 5.3. Placa base

### Cálculo de la excentricidad mecánica

$$e = \frac{M}{N} = \frac{31,237}{42,26} = 0,74\text{m} = 0,74\text{cm} > \frac{a}{6}$$

Al ser  $e > \frac{a}{6}$ , estamos ante una distribución triangular con una zona comprimida y otra zona traccionada. Además, al ser  $e > 0,75 \cdot a$  se puede emplear el modelo simplificado para gran excentricidad.

### Modelo simplificado para gran excentricidad

$$\sigma_b = \frac{4 \cdot [M^* + N^* \cdot (0,5 \cdot a - d)]}{a \cdot b \cdot (0,875 \cdot a - d)}$$

$$T^* = -N^* + \frac{M^* + N^* \cdot (0,5 \cdot a - d)}{(0,875 \cdot a - d)}$$

Siendo a y b las dimensiones de la placa y d la distancia del perno al borde de la placa siendo igual al 10 – 15% de la dimensión longitudinal de la base,  $d = 60$  mm.

$$\sigma_b = \frac{4 \cdot [31,237 \cdot 10^6 + 42260 \cdot (0,5 \cdot 400 - 60)]}{400 \cdot 400 \cdot (0,875 \cdot 400 - 60)} = 3,21 \text{ KN/mm}^2$$

$$T^* = -42260 + \frac{31,273 \cdot 10^6 + 42260 \cdot (0,5 \cdot 400 - 60)}{(0,875 \cdot 400 - 60)} = 85855,17 \text{ N}$$

### Comprobación del espesor de la placa

El momento flector de la placa máximo por unidad de longitud  $M_{Ed}$  es:

$$M_{Ed} = \frac{\sigma_b \cdot a}{4} \cdot \left( \frac{3 \cdot a}{8} - \frac{h}{2} \right)$$

Siendo h el espesor, tomando  $h = 15$  mm

$$M_{Ed} = \frac{3,21 \cdot 400}{4} \cdot \left( \frac{3 \cdot 400}{8} - \frac{15}{2} \right) = 45742,5 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

El momento resistente por unidad de longitud en la línea de empotramiento tiene un valor de:

$$M_{p,Rd} = \frac{e^2 \cdot f_{yd}}{4} = \frac{15^2 \cdot 265 / 1,05}{4} = 20442,86 \text{ N}$$

Se cumple la desigualdad  $M_{p,Rd} < M_{Ed}$  por lo tanto son adecuadas las dimensiones de la placa de 400 x 400 x 15 mm.

### Cálculo de los pernos de anclaje

Se colocarán dos pernos en la placa, es decir un perno por lado.

$$T = n_1 \cdot \frac{\pi \cdot \varnothing^2}{4} \cdot f_{yd}$$

El diámetro de los pernos será:

$$\varnothing \geq \sqrt{\frac{4 \cdot T}{n_1 \cdot \pi \cdot f_{yd}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 85855,17}{2 \cdot \pi \cdot \frac{265}{1,05}}} = 14,72 \text{ mm}$$

El área de los pernos debe ser el 2,8‰ de la sección total del hormigón (acero B500S), por tanto:

$$A_s \geq \frac{2,8}{1000} \cdot 400 \cdot 400 = 448 \text{ mm}^2 = 4,48 \text{ cm}^2$$

Atendiendo a los valores adoptamos dos pernos de  $\varnothing 20$ , cuya área es de 628 mm<sup>2</sup>, separados 260mm.

### Comprobación a tracción y cortante

Suponiendo que se emplea un mortero de nivelación  $C_{f,d} = 0,30$ , son morteros especiales para contacto directo con el hormigón.

La resistencia de cálculo por rozamiento entre la placa base y el mortero de nivelación será:

$$F_{f,Rd} = C_{f,d} \cdot N^*$$

$$F_{f,Rd} = 0,30 \cdot 42260 = 12678 \text{ N}$$

La resistencia a cortante de un perno de anclaje será el menor de los siguientes valores:

$$- F_{vb, Rd} = n \cdot \frac{0,5 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = 2 \cdot \frac{0,5 \cdot 550 \cdot 314,16}{1,25} = 138230 \text{ N}$$

Siendo:

- $A_s = \frac{\pi \cdot 20^2}{4} = 314,16 \text{ mm}^2$
- $\gamma_{M2} = 1,25$  según el DB-SE-A, coeficiente parcial de seguridad relativo a la resistencia última del material.
- $f_{ub} = 550$ , resistencia última del acero o sección, y a la resistencia de los medios de unión del perno.

$$- F_{vb, Rd} = \frac{\alpha_b \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,29 \cdot 550 \cdot 314,16}{1,25} = 40087 \text{ N}$$

Siendo:

- $\alpha_b = 0,44 - 0,0003 \cdot f_{ub} = 0,44 - 0,0003 \cdot 550 = 0,29$

Por tanto, 40087 N es la resistencia al cortante.

La resistencia de cálculo a cortante de los pernos es:

$$F_{v,Rd} = F_{f,Rd} + n \cdot F_{vb,Rd}$$

$$F_{v,Rd} = 12678 + 2 \cdot 40087 = 173026 \text{ N}$$

Se calcula la resistencia a tracción de los dos pernos de anclaje:

$$F_{t,Rd} = \frac{2 \cdot A_s \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = \frac{2 \cdot 314,16 \cdot 550}{1,25} = 92852 \text{ N}$$

La comprobación a tracción y cortante combinados es:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1$$

$$F_{v,Ed} = V^* = 8,93 \text{ KN}$$

$$F_{t,Ed} = T^* = 85855,17 \text{ N}$$



Por tanto:

$$\frac{8,93}{92852} + \frac{85855,17}{1,4 \cdot 276461} = 0,22 \leq 1$$

**ADMISIBLE**

### Cálculo de la longitud de anclaje

$$l_{bl} = m \cdot \varnothing^2 \text{ no puede ser menor que } \frac{f_{yk}}{20} \cdot \varnothing$$

Siendo  $m = 1,5$

- $m \cdot \varnothing^2 = 1,5 \cdot 20^2 = 600 \text{ mm}$
- $\frac{500}{20} \cdot 20 = 500 \text{ mm}$

Tomamos el valor más alto para  $l_{bl, \varnothing 20} = 600 \text{ mm}$

$$l_{b, neta} = l_{bl} \cdot \beta \cdot \frac{A_{s, nec}}{A_{s, real}}$$

Siendo:

$\beta$  el factor de reducción igual a 1.

$$A_{s, nec} = \frac{T^*}{f_{yd}} = \frac{85855,17}{510/1,15} = 193,59 \text{ mm}^2$$

$$A_{s, real} = 2 \cdot \frac{\pi \cdot 20^2}{4} = 628,32 \text{ mm}^2$$

$$l_{b, neta} = l_{bl} \cdot \beta \cdot \frac{A_{s, nec}}{A_{s, real}} = 60,0 \cdot 1 \cdot \frac{193,59}{628,32} = 18,48 \text{ cm}$$

18,48 cm aunque se adopta emplear una longitud de anclaje de 20 cm.

## 7.- Dimensionado de la zapata

### 7.1.- Cálculo de las acciones

Acciones permanentes:

- Peso de la cubierta:  $0,1020 \text{ KN/m}^2 \cdot 16 \text{ m de luz} \cdot 5 \text{ m} = 8,16 \text{ KN}$

- Peso propio de la correa (IPN160):  $0,1550 \text{ KN/m} \cdot 14 \text{ correas} \cdot 5 \text{ m} = 10,85 \text{ KN}$
- TOTAL cargas permanentes: 19,01 KN

Sobrecargas:

- Uso:  $1 \text{ KN/m}^2 \cdot 16 \cdot 5 = 80 \text{ KN}$
- Nieve:  $0,9 \text{ KN/m}^2 \cdot 16 \cdot 5 = 72 \text{ KN}$
- Viento:  $0,17 \text{ KN/m}^2 \cdot 16 \cdot 5 = 13,6 \text{ KN}$
- TOTAL sobrecargas: 165,6 KN

El valor total de las cargas es  $P_{\text{permanentes}} + P_{\text{sobrecargas}} = 184,61 \text{ KN}$

Siendo 184,61 KN el peso que soporta una cercha sin mayorar.

La reacción en el apoyo es igual a  $R_A = R_B = 184,61/2 = 92,31 \text{ KN}$

- Peso propio de media cercha:  $P_{\text{cercha}} = 4,41 \text{ KN}$
- Peso propio del pilar (HEB200):  $P_{\text{pilar}} = 0,60 \text{ KN/m} \cdot 7\text{m} = 4,2 \text{ KN}$

Cargas que actúan en la cimentación:

- $P = R_A + P_{\text{cercha}} + P_{\text{pilar}} = 92,31 + 4,41 + 4,2 = 100,92 \text{ KN}$
- $q_{\text{viento}} = 0,17 \text{ KN/m} \cdot 5 \text{ m de separación entre pilares} = 0,85 \text{ KN}$

## 7.2.- Cálculo de las reacciones

- $N_o = P = 100,92 \text{ KN}$
- $Q_o = V_o = q_{\text{viento}} \cdot L = 0,85 \cdot 7 = 5,95 \text{ KN}$
- $M_o = q_{\text{viento}} \cdot L \cdot (L/2) = 0,85 \cdot 7 \cdot (7/2) = 20,824 \text{ KN}\cdot\text{m}$

## 7.3.- Datos

- Datos del terreno:

- Resistencia característica (tensión admisible):  $\sigma_{adm} = 0,20 \text{ KN/mm}^2$
- Ángulo de rozamiento interno:  $\varphi = 30^\circ$
- Peso específico:  $\gamma_{terreno} = 18 \text{ KN/m}^3$
  
- Datos de los materiales:
  - Peso específico del hormigón:  $\gamma_h = 25 \text{ KN/m}^3$
  - Hormigón HA-25:  $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$
  - Acero B500S
  
- Dimensiones de la zapata:

La zapata tendrá unas dimensiones de 1,5 m de largo, en dirección perpendicular al eje longitudinal de la nave, 1,1 m de ancho y 0,75 m de canto. Se dispondrán 250mm de hormigón de limpieza. Dado que el pilar es metálico, no existirá material de relleno por encima de la zapata, sino que irá a ras del suelo.
  
- Dimensiones de la placa base:

400 x 400 x 15 mm

#### 7.4.- Comprobación de la estabilidad estructural

$$N = N_o + \gamma_h \cdot B \cdot L \cdot h = 100,92 + 25 \cdot 1,5 \cdot 1,1 \cdot 0,75 = 131,86 \text{ KN}$$

$$M = M_o + Q_o \cdot h = 20,285 + 5,95 \cdot 0,75 = 25,29 \text{ KN}$$

$$V = V_o = 5,95 \text{ KN}$$

- Vuelco:

$$C_{sv} = \frac{M_E}{M_v} = \frac{N \cdot L/2}{M} = \frac{131,86 \cdot 1,50/2}{25,29} = 3,91 > 1,5$$

CUMPLE

- Deslizamiento:

$$C_{sd} = \frac{M \cdot \mu}{V} = \frac{N \cdot \text{tg}\left(\frac{2\varphi}{3}\right)}{V} = \frac{131,86 \cdot \text{tg}\left(\frac{2 \cdot 30}{3}\right)}{5,95} = 8,06 > 1,5$$

### CUMPLE

- Hundimiento:

$$e = \frac{M}{N} = \frac{25,29}{131,86} = 0,19 \text{ m} \leq \frac{L}{6} = 0,25$$

Corresponde a una distribución trapezoidal de tensiones donde:  
 $\sigma_{\text{máx}} = \frac{N}{L \cdot B} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e}{L}\right)$  y  $\sigma_{\text{mín}} = \frac{N}{L \cdot B} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot e}{L}\right)$ , y se deberá cumplir:

$$\sigma_{\text{máx}} \leq 1,25 \cdot \sigma_{\text{adm}}$$

$$\sigma_{\text{media}} \leq \sigma_{\text{adm}}$$

$$\sigma_{\text{máx}} = \frac{N}{L \cdot B} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e}{L}\right) = \frac{131,86}{1,5 \cdot 1,1} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot 0,19}{1,5}\right) = 140,65 \text{ KN/m}^2$$

$$\sigma_{\text{máx}} \leq 1,25 \cdot \sigma_{\text{adm}}$$

$$140,65 \leq 250$$

### CUMPLE

$$\sigma_{\text{mín}} = \frac{N}{L \cdot B} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot e}{L}\right) = \frac{131,86}{1,5 \cdot 1,1} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot 0,19}{1,5}\right) = 19,18 \text{ KN/m}^2$$

$$\sigma_{\text{media}} = \frac{\sigma_{\text{máx}} + \sigma_{\text{mín}}}{2} = \frac{140,65 + 19,18}{2} = 79,91 \text{ KN/m}^2$$

$$\sigma_{\text{media}} \leq \sigma_{\text{adm}}$$

$$79,91 \leq 200$$

### CUMPLE

Por lo tanto, no se hunde

### Cálculo a flexión

- Vuelo físico:

$$v = \frac{L-L'}{2} = \frac{1500-400}{2} = 550 \text{ mm}$$

$$2 \cdot h = 2 \cdot 750 = 1500 \text{ mm}$$

$L'$  = longitud de la placa base

$$v < 2 \cdot h$$

Al ser  $v < 2 \cdot h$  la zapata es rígida.

– Vuelo de cálculo:

$$m = v + \frac{L'-c}{4} = 550 + \frac{400-200}{4} = 600 \text{ mm}$$

Siendo  $c$  el canto del perfil del pilar HEB200

### Obtención de las tensiones de cálculo

$$\sigma_{\text{zapata}} = h \cdot \gamma_h = 0,75 \cdot 25 = 18,75 \text{ KN/m}^2$$

$$\sigma_{\text{cálculo}} = \sigma_{\text{máx}} - \sigma_{\text{zapata}} = 140,65 - 18,75 = 121,9 \text{ KN/m}^2 = 0,122 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{\text{máx}} - \sigma_{\text{min}}}{L} = \frac{\sigma'}{L-m}$$

$$\sigma' = \frac{(\sigma_{\text{máx}} - \sigma_{\text{min}})(L-m)}{L} = \frac{(140,65-19,18)(1500-600)}{1500} = 72,88 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} = 0,073 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_1 = \sigma' + \sigma_{\text{min}} = 72,88 + 19,18 = 92,06 \text{ KN/m}^2 = 0,09 \text{ N/mm}^2$$

### 7.4.- Armado de la zapata

Al ser una zapata rígida, empleamos el método de bielas y tirantes.

$$T_d = \gamma_f \cdot \frac{R_{1d}}{0,85 \cdot d} \cdot (x_1 - 0,25 \cdot a)$$

Siendo:

$$R_{1d} = \frac{\sigma_{\text{máx}} + \sigma_1}{2} \cdot B \cdot \frac{L}{2}$$

$$x_1 = \frac{\left( \frac{L^2}{4} \cdot \frac{2 \cdot \sigma_{\text{máx}} + \sigma_1}{6} \right) \cdot B}{R_{1d}}$$

Entonces:

$$R_{1d} = \frac{0,141+0,09}{2} \cdot 1100 \cdot \frac{1500}{2} = 95287 \text{ N}$$

$$X_1 = \frac{\left(\frac{1500^2}{4} \cdot \frac{2 \cdot 0,141+0,09}{6}\right) \cdot 1100}{95287} = 402,6 \text{ mm}$$

Al tener hormigón de limpieza, adoptamos  $d' = 50 \text{ mm}$ , por lo tanto  $d = h - d' = 750 - 50 = 700 \text{ mm}$

$a = 200 \text{ mm}$  (anchura soporte)

Por tanto:

$$T_d = \gamma_f \cdot \frac{R_{1d}}{0,85 \cdot d} \cdot (x_1 - 0,25 \cdot a) = 1,6 \cdot \frac{95287}{0,85 \cdot 700} \cdot (402,6 - 0,25 \cdot 200) = 90348,1 \text{ N} = 903,4 \text{ KN}$$

Con esta capacidad:

$$A = \frac{T_d}{f_{yd}} = \frac{90348}{\frac{510}{1,15}} = 203,73 \text{ mm}^2$$

Cuantía geométrica mínima:

$$1,5\% \cdot B \cdot h = 1,5\% \cdot 1100 \cdot 750 = 1237,5 \text{ mm}^2$$

Cuantía mecánica mínima:

$$A_s \geq 0,04 \cdot A_c \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}}$$

$$0,04 \cdot 1100 \cdot 750 \cdot \frac{25/1,5}{510/1,15} = 1240,20 \text{ mm}^2$$

Por tanto  $A_s = 1240,20 \text{ mm}^2$

Utilizando barras de diámetro 16 mm:

$$1240,20 = n \cdot \frac{\pi \cdot 16^2}{4}$$

$$n = 6,16 \rightarrow 7 \text{ } \varnothing 16$$

La distancia entre ejes de la armadura longitudinal será:

$$S = \frac{B-2\cdot r-n\cdot\emptyset}{n-1} + \emptyset = \frac{1100-2\cdot 70-7\cdot 16}{7-1} + 16 = 157,3 \text{ mm}$$

Por tanto, la armadura longitudinal está compuesta por 7Ø16 separados 157,3 mm entre ejes.

### Armadura transversal

b' no puede ser mayor que  $a + 2 \cdot h$

$$400 + 2 \cdot 750 = 1900$$

Como supera la longitud de la zapata, distribuiremos la armadura transversal uniformemente:

$$\frac{1500-2\cdot 70}{400} = 3,4 \rightarrow 4 \text{ vanos} \rightarrow 5 \text{ } \emptyset 16 \text{ mm}$$

Separación entre ejes:

$$S = \frac{1500-2\cdot 70-5\cdot 16}{4} + 16 = 320 \text{ mm}$$

Por tanto utilizaremos 5 Ø 16 separados 320 mm entre ejes.

### Anclajes

#### Armadura longitudinal

$$l_{b,neta} = \beta \cdot l_b \cdot \frac{A_s}{A_{s,real}}$$

$$A_{s,real} (7\emptyset 16) = 7 \cdot \frac{\pi \cdot 16^2}{4} = 1407,4 \text{ mm}^2$$

$$l_b = m \cdot \emptyset^2 \leq \frac{f_{yk}}{20} \cdot \emptyset$$

$$\circ m \cdot \emptyset^2 = 12 \cdot 1,6^2 = 30,72 \text{ cm}$$

$$\circ \frac{f_{yk}}{20} \cdot \emptyset = 510/20 \cdot 16 = 40,8 \text{ cm}$$

Tomamos el valor más alto para  $l_b = 40,8 \text{ cm}$

$$l_{b,neta} = \beta \cdot l_b \cdot \frac{A_s}{A_{s,real}} = 1 \cdot 40,8 \cdot \frac{1240,20}{1407,4} = 35,9 \text{ cm} = 359 \text{ mm}$$

$$L/4 = 1500/4 = 375 \text{ mm}$$

$$L/4 - 70 = 1500/4 - 70 = 305 \text{ mm}$$

$$0,7 \cdot l_{b,neta} = 251,3 \text{ mm}$$

Por tanto:

$$0,7 \cdot l_{b,neta} \leq L/4 - 70 \leq l_{b,neta}$$

Basta con una terminación en patilla normalizada.

### *Armadura transversal*

$$l_{b,neta,tr} = 0,6 \cdot l_{b,neta}$$

$$l_{b,neta,tr} = 215,4 \text{ mm}$$

$$B/4 = 1100/4 = 275 \text{ mm}$$

$$B/4 - 70 = 1100/4 - 70 = 205 \text{ mm}$$

$$0,7 \cdot l_{b,neta,tr} = 150,78 \text{ mm}$$

Por tanto:

$$0,7 \cdot l_{b,neta} \leq B/4 - 70 \leq l_{b,neta,tr}$$

Basta con una terminación en patilla normalizada

### **Comprobación a esfuerzo cortante**

$$v = 550 \text{ mm}$$

$$d = 700 \text{ mm}$$

Como  $v < d$ , la sección referente queda fuera del cimiento y por consiguiente no es necesaria la comprobación a cortante.

### **Comprobación a fisuración**

Se utilizan las tablas proporcionadas por el Eurocódigo EC-2. Este Eurocódigo permite abreviar los cálculos recogidos en la EHE.

Tabla 5.6. Diámetro máximo de barras.



| Diámetro máximo de barras de alta adherencia que hacen innecesaria la comprobación de fisuración<br>$w_k \leq 0.3$ mm según EC-2 |                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Tensión del acero $\sigma_s$<br>(N/mm <sup>2</sup> )                                                                             | $\phi$ máximo de la barra (mm)<br>Sección armada |
| 160                                                                                                                              | 32                                               |
| 200                                                                                                                              | 25                                               |
| 240                                                                                                                              | 20                                               |
| 280                                                                                                                              | 16                                               |
| 320                                                                                                                              | 12                                               |
| 360                                                                                                                              | 10                                               |
| 400                                                                                                                              | 8                                                |
| 450                                                                                                                              | 6                                                |

$$\sigma_s = \frac{T_d}{A_s} = \frac{90348/1,6}{1407,4} = 40,12 \text{ N/mm}^2$$

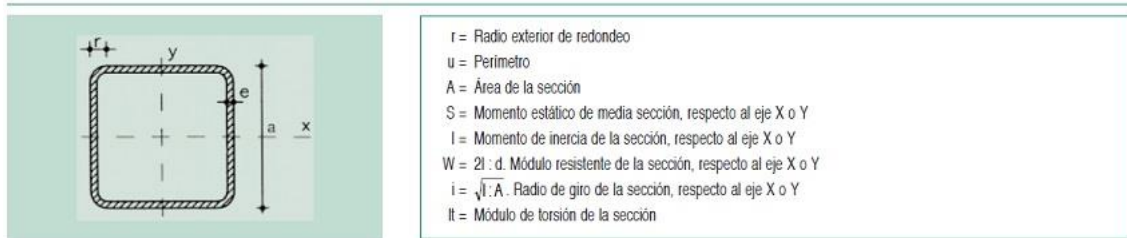
Con una tensión de servicio  $\sigma_s$  igual a 40,12 N/mm<sup>2</sup> obtenemos que el diámetro máximo permitido para la armadura es de 32 mm, en nuestro caso se han utilizado redondos de 16 mm, por lo tanto no es necesaria la comprobación estricta a fisuración.

La segunda comprobación exige una separación inferior a 300 mm entre los redondos. Como habíamos calculado, tenemos 7  $\phi$  16 separados 157,3 mm con lo que se cumple con las restricciones de la Tabla 5.7, no siendo necesaria la comprobación a fisuración.

Tabla 5.7. Separación máxima entre barras.

| Separación máxima entre barras de alta adherencia que hacen innecesaria la comprobación de fisuración<br>$w_k \leq 0.3$ mm según EC-2 |                                     |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------|
| Tensión del acero $\sigma_s$<br>(N/mm <sup>2</sup> )                                                                                  | Separación máxima entre barras (mm) |               |
|                                                                                                                                       | Flexión pura                        | Tracción pura |
| 160                                                                                                                                   | 300                                 | 200           |
| 200                                                                                                                                   | 250                                 | 150           |
| 240                                                                                                                                   | 200                                 | 125           |
| 280                                                                                                                                   | 150                                 | 75            |
| 320                                                                                                                                   | 100                                 | –             |
| 360                                                                                                                                   | 50                                  | –             |

Tabla 5.8.- Características de perfil hueco cuadrado, utilizado en la cercha



| Perfil  | Dimensiones |         |         |         | Términos de sección  |                      |                      |                      |         |                                   | Peso<br>p<br>kp/m |   |
|---------|-------------|---------|---------|---------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------|-----------------------------------|-------------------|---|
|         | a<br>mm     | e<br>mm | r<br>mm | u<br>mm | A<br>cm <sup>2</sup> | S<br>cm <sup>3</sup> | I<br>cm <sup>4</sup> | W<br>cm <sup>3</sup> | i<br>cm | I <sub>t</sub><br>cm <sup>4</sup> |                   |   |
| # 40.2  | 40          | 2       | 5       | 151     | 2,90                 | 2,04                 | 6,60                 | 3,40                 | 1,53    | 11,3                              | 2,28              | P |
| # 40.3  | 40          | 3       | 8       | 147     | 4,13                 | 2,80                 | 9,01                 | 4,51                 | 1,48    | 15,6                              | 3,24              | P |
| # 40.4  | 40          | 4       | 10      | 143     | 5,21                 | 3,40                 | 10,50                | 5,26                 | 1,42    | 18,9                              | 4,09              | P |
| # 45.2  | 45          | 2       | 5       | 171     | 3,30                 | 2,63                 | 9,94                 | 4,42                 | 1,74    | 16,3                              | 2,59              | C |
| # 45.3  | 45          | 3       | 8       | 167     | 4,73                 | 3,65                 | 13,40                | 5,95                 | 1,68    | 22,9                              | 3,71              | C |
| # 45.4  | 45          | 4       | 10      | 163     | 6,01                 | 4,49                 | 15,90                | 7,07                 | 1,63    | 28,2                              | 4,72              | C |
| # 50.2  | 50          | 2       | 5       | 191     | 3,70                 | 3,30                 | 13,90                | 5,57                 | 1,94    | 22,7                              | 2,91              | P |
| # 50.3  | 50          | 3       | 8       | 187     | 5,33                 | 4,62                 | 19,00                | 7,59                 | 1,89    | 32,0                              | 4,18              | P |
| # 50.4  | 50          | 4       | 10      | 183     | 5,81                 | 5,73                 | 22,90                | 9,15                 | 1,83    | 39,9                              | 5,35              | P |
| # 55.2  | 55          | 2       | 5       | 211     | 4,10                 | 4,04                 | 18,90                | 6,86                 | 2,14    | 30,5                              | 3,22              | C |
| # 55.3  | 55          | 3       | 8       | 207     | 5,93                 | 5,70                 | 25,90                | 9,43                 | 2,09    | 43,4                              | 4,66              | C |
| # 55.4  | 55          | 4       | 10      | 203     | 7,61                 | 7,12                 | 31,60                | 11,50                | 2,04    | 54,5                              | 5,97              | C |
| # 60.2  | 60          | 2       | 5       | 231     | 4,50                 | 4,86                 | 24,80                | 8,28                 | 2,35    | 39,9                              | 3,53              | P |
| # 60.3  | 60          | 3       | 8       | 227     | 6,53                 | 6,89                 | 34,40                | 11,50                | 2,30    | 57,1                              | 5,13              | P |
| # 60.4  | 60          | 4       | 10      | 223     | 8,41                 | 8,66                 | 42,30                | 14,10                | 2,24    | 72,2                              | 6,60              | P |
| # 60.5  | 60          | 5       | 13      | 219     | 10,10                | 10,20                | 48,50                | 16,20                | 2,19    | 85,2                              | 7,96              | C |
| # 70.2  | 70          | 2       | 5       | 271     | 5,30                 | 6,71                 | 40,30                | 11,50                | 2,76    | 64,1                              | 4,16              | P |
| # 70.3  | 70          | 3       | 8       | 267     | 7,73                 | 9,60                 | 56,60                | 16,20                | 2,71    | 92,6                              | 6,07              | P |
| # 70.4  | 70          | 4       | 10      | 263     | 10,00                | 12,20                | 70,40                | 20,10                | 2,65    | 118,0                             | 7,86              | P |
| # 70.5  | 70          | 5       | 13      | 259     | 12,10                | 14,50                | 82,00                | 23,40                | 2,60    | 141,0                             | 9,53              | P |
| # 80.3  | 80          | 3       | 8       | 307     | 8,93                 | 12,80                | 86,60                | 21,70                | 3,11    | 140,0                             | 7,01              | P |
| # 80.4  | 80          | 4       | 10      | 303     | 11,60                | 16,30                | 108,80               | 27,20                | 3,06    | 180,0                             | 9,11              | P |
| # 80.5  | 80          | 5       | 13      | 299     | 14,10                | 19,50                | 128,00               | 32,00                | 3,01    | 217,0                             | 11,10             | P |
| # 80.6  | 80          | 6       | 15      | 294     | 16,50                | 22,40                | 144,00               | 36,00                | 2,95    | 250,0                             | 13,00             | C |
| # 90.3  | 90          | 3       | 8       | 347     | 10,10                | 16,40                | 126,00               | 37,90                | 3,52    | 202,0                             | 7,95              | P |
| # 90.4  | 90          | 4       | 10      | 343     | 13,20                | 21,10                | 159,00               | 35,40                | 3,47    | 281,0                             | 10,40             | P |
| # 90.5  | 90          | 5       | 13      | 339     | 16,10                | 25,30                | 189,00               | 41,90                | 3,42    | 316,0                             | 12,70             | P |
| # 90.6  | 90          | 6       | 15      | 334     | 18,90                | 29,20                | 214,00               | 47,60                | 3,36    | 366,0                             | 14,90             | P |
| # 100.3 | 100         | 3       | 8       | 387     | 11,30                | 20,10                | 175,00               | 35,00                | 3,93    | 279,0                             | 8,89              | P |
| # 100.4 | 100         | 4       | 10      | 383     | 14,80                | 26,40                | 223,00               | 44,60                | 3,88    | 363,0                             | 11,60             | P |
| # 100.5 | 100         | 5       | 13      | 379     | 18,10                | 31,90                | 266,00               | 53,10                | 3,83    | 440,0                             | 14,20             | P |
| # 100.6 | 100         | 6       | 15      | 374     | 21,30                | 37,00                | 304,00               | 60,70                | 3,77    | 513,0                             | 16,70             | P |
| # 120.4 | 120         | 4       | 10      | 463     | 18,00                | 38,90                | 397,00               | 66,20                | 4,70    | 638,0                             | 14,10             | P |
| # 120.5 | 120         | 5       | 13      | 459     | 22,10                | 47,20                | 478,00               | 79,60                | 4,64    | 780,0                             | 17,40             | P |
| # 120.6 | 120         | 6       | 15      | 454     | 26,10                | 55,10                | 551,00               | 91,80                | 4,59    | 913,0                             | 20,50             | C |
| # 140.5 | 140         | 5       | 13      | 539     | 26,10                | 65,60                | 780,00               | 111,00               | 5,46    | 260,0                             | 20,50             | P |
| # 140.6 | 140         | 6       | 15      | 534     | 30,90                | 76,80                | 905,00               | 129,00               | 5,41    | 480,0                             | 24,30             | P |
| # 140.8 | 140         | 8       | 20      | 526     | 40,00                | 97,50                | 1.130,00             | 161,00               | 5,30    | 890,0                             | 31,40             | P |
| # 160.5 | 160         | 5       | 13      | 619     | 30,10                | 86,90                | 1.190,00             | 149,00               | 6,28    | 1.901,0                           | 23,70             | P |
| # 160.6 | 160         | 6       | 15      | 614     | 35,70                | 102,00               | 1.390,00             | 173,00               | 6,23    | 2.240,0                           | 28,00             | P |
| # 160.8 | 160         | 8       | 20      | 609     | 46,40                | 131,00               | 1.740,00             | 218,00               | 6,12    | 2.890,0                           | 36,50             | P |
| # 170.5 | 170         | 5       | 13      | 659     | 32,10                | 98,70                | 1.440,00             | 169,00               | 6,69    | 2.290,0                           | 25,20             | C |
| # 170.6 | 170         | 6       | 15      | 654     | 38,10                | 116,00               | 1.680,00             | 198,00               | 6,64    | 2.710,0                           | 29,90             | C |
| # 170.8 | 170         | 8       | 20      | 646     | 49,60                | 149,00               | 2.120,00             | 249,00               | 6,53    | 3.410,0                           | 39,00             | P |

**ANEJO 6:  
INSTALACIÓN DE  
SANEAMIENTO**

## ÍNDICE

|                                                               | Página |
|---------------------------------------------------------------|--------|
| CAPÍTULO 1.- Aguas pluviales .....                            | 91     |
| 1.- Introducción .....                                        | 91     |
| 2.- Instalación .....                                         | 91     |
| 2.1.- Componentes de la instalación .....                     | 91     |
| 2.2.- Descripción de la instalación .....                     | 92     |
| 3.- Dimensionado de la red de aguas pluviales .....           | 92     |
| CAPÍTULO 2.- Saneamiento de la nave.....                      | 95     |
| 1.- Introducción .....                                        | 95     |
| 2.- Puntos de agua .....                                      | 95     |
| 3.- Cálculo de saneamiento de recogida de agua del suelo..... | 96     |

## **ANEJO 6.- INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO**

### **CAPÍTULO 1.- Aguas pluviales**

#### **1.- Introducción**

En el presente anejo se describe la red de saneamiento de la nave. Conjunto de elementos que recogen las aguas pluviales, su canalización y conducción hasta el punto de vertido.

Para el desarrollo del presente documento se tendrá en cuenta el Código Técnico de la Edificación, Documento Básico Salubridad (DB-HS) capítulo 5.

Se empleará PVC para las tuberías de evacuación, atendiendo a la normativa presente en el CTE-BS.HS5:

- UNE – EN 607: Canalones suspendidos y sus accesorios
- UNE – EN 1329: Sistema de canalización en materiales plásticos para evacuación de aguas residuales.
- UNE – EN 1401: Sistema de canalización e materiales plásticos para saneamiento enterrado sin presión.

#### **2.- Instalación**

##### **2.1.- Componentes de la instalación**

Para la instalación de la evacuación de las aguas pluviales son necesarios los siguientes elementos, definidos por CTE-BS.HS5:

- Bajantes: canalizaciones que conducen verticalmente las aguas pluviales desde los sumideros sifónicos en la cubierta y los canalones hasta la arqueta a pie de bajante o hasta el colector suspendido.
- Canalones: tuberías horizontales, colocadas en la cubierta, que permiten evacuar el agua de la cubierta.
- Colectores: canalización que conduce las aguas desde las bajantes hasta la red de alcantarillado público.
- Sumideros: recogen el agua de lluvia y la conducen a la red de saneamiento.

El agua es recogida por los canalones que dirigen el agua hacia las bajantes, debajo de las bajantes están los sumideros que recogen el agua y mediante unos colectores, envían el agua al sistema de alcantarillado público de Almazán.

Los canalones serán de sección semicircular fijados con abrazaderas a la cubierta.

## 2.2.- Descripción de la instalación

La instalación constara de 6 bajantes, 3 a cada lado de la nave. Bajo ellas estarán las arquetas unidas a los colectores y estos conectados a la red de aguas pluviales del municipio de Almazán.

En este proyecto las pendientes de las aguas serán del 2%.

La instalación NO se utilizará en ningún caso para la evacuación de aguas que no sean pluviales.

## 3.- Dimensionado de la red de aguas pluviales

### Sumideros

El número mínimo de sumideros que tiene que tener este proyecto viene reflejado en la tabla 4.6. del CTE.

| Superficie de cubierta en proyección horizontal (m <sup>2</sup> ) | Número de sumideros       |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| S < 100                                                           | 2                         |
| 100 ≤ S < 200                                                     | 3                         |
| 200 ≤ S < 500                                                     | 4                         |
| S > 500                                                           | 1 cada 150 m <sup>2</sup> |

Al tener una superficie en proyección horizontal de 480 m<sup>2</sup> necesitamos de 4 sumideros.

### Canalones

Para el dimensionado de los canalones, tenemos que conocer la intensidad pluviométrica de la localidad de Almazán, lo encontramos en la tabla B.1 del CTE-DB-HS5. La intensidad pluviométrica de Almazán es de 90 mm/h (zona A, Isoyeta 30).

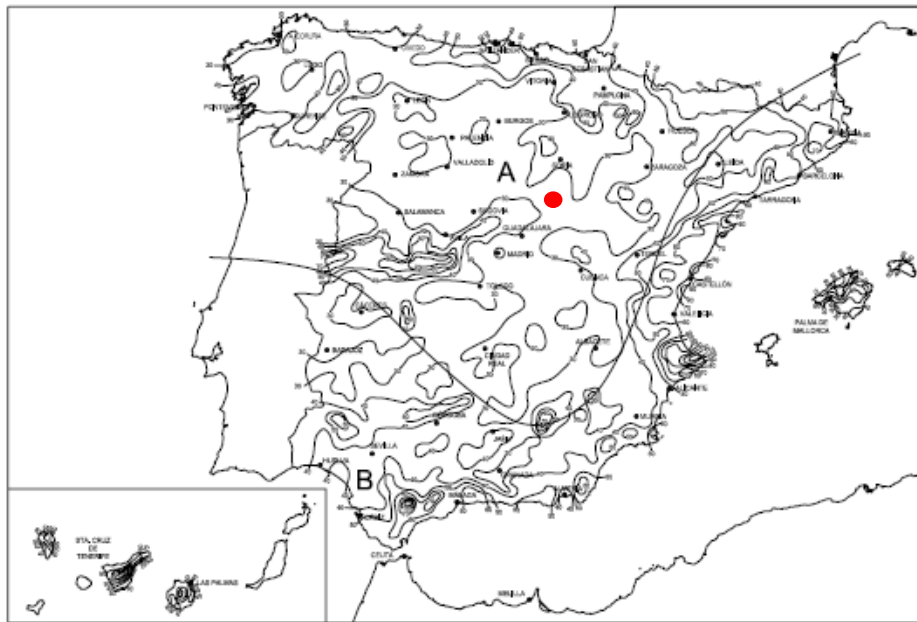


Figura B.1 Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas

**Tabla B.1**  
**Intensidad Pluviométrica i (mm/h)**

| Isoyeta | 10 | 20 | 30 | 40  | 50  | 60  | 70  | 80  | 90  | 100 | 110 | 120 |
|---------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Zona A  | 30 | 65 | 90 | 125 | 155 | 180 | 210 | 240 | 275 | 300 | 330 | 365 |
| Zona B  | 30 | 50 | 70 | 90  | 110 | 135 | 150 | 170 | 195 | 220 | 240 | 265 |

La superficie máxima de la cubierta es de 496,65 m<sup>2</sup> (30,10 x 16,50).

Según la tabla 4.7. del CTE al ser una intensidad pluviométrica diferente a 100 mm/h, se debe aplicar un factor f de corrección a la superficie tal que  $f = i / 100$  siendo i la intensidad pluviométrica.

**Tabla 4.7 Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h**

| Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m <sup>2</sup> ) |                       |     |     | Diámetro nominal del canalón (mm) |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----|-----|-----------------------------------|
| 0.5 %                                                                    | Pendiente del canalón |     |     |                                   |
|                                                                          | 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                               |

$$f = i / 100$$

$$f = 90 / 100$$

$$f = 0,9$$

$$496,65 \times f = 446,98 \text{ m}^2 \text{ (superficie de la cubierta)}$$

Según la tabla 4.7. del CTE para una pendiente del 1% del canalón y una superficie de 446,98 m<sup>2</sup> obtenemos un resultado de 250 mm de diámetro nominal.

## Bajantes

Se instalarán 6 bajantes, 3 a cada lado de la nave, una en cada extremo del canalón y una en el medio, distanciadas 15 metros entre ellas.

La superficie de proyección más desfavorable abarcada por una bajante es de 105 m<sup>2</sup> (15 (que abarca una bajante) x 7 (altura de alero)). Según la tabla 4.8, al ser una intensidad distinta de 100 mm/h se multiplica la superficie por el factor f, ya calculado anteriormente. Así tenemos una superficie de 94,5 m<sup>2</sup>.

Según la tabla 4.8. del CTE, para una superficie en proyección horizontal de 94,5 m<sup>2</sup> obtenemos un diámetro nominal de la bajante de 63 mm.

**Tabla 4.8 Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h**

| Superficie en proyección horizontal servida (m <sup>2</sup> ) | Diámetro nominal de la bajante (mm) |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 65                                                            | 50                                  |
| 113                                                           | 63                                  |
| 177                                                           | 75                                  |
| 318                                                           | 90                                  |
| 580                                                           | 110                                 |
| 805                                                           | 125                                 |
| 1.544                                                         | 160                                 |
| 2.700                                                         | 200                                 |

## Colectores

Estos van a ser enterrados, la unión de la bajante con el colector debe ser por medio de una arqueta de pie de bajante.

Estos se calculan a sección llena en régimen permanente.

El diámetro de los colectores se calcula con la tabla 4.9, está al ser para un índice pluviométrico de 100 mm/h y el nuestro es de 90 mm/H, habrá que multiplicar la superficie proyectada por el factor f ya calculado anteriormente. Por lo tanto tenemos una superficie proyectada de 446,98 m<sup>2</sup>.



Tabla 4.9 Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

| Superficie proyectada (m <sup>2</sup> ) |       |       | Pendiente del colector | Diámetro nominal del colector (mm) |
|-----------------------------------------|-------|-------|------------------------|------------------------------------|
| 1 %                                     | 2 %   | 4 %   |                        |                                    |
| 125                                     | 178   | 253   |                        | 90                                 |
| 229                                     | 323   | 458   |                        | 110                                |
| 310                                     | 440   | 620   |                        | 125                                |
| 614                                     | 862   | 1.228 |                        | 160                                |
| 1.070                                   | 1.510 | 2.140 |                        | 200                                |
| 1.920                                   | 2.710 | 3.850 |                        | 250                                |
| 2.016                                   | 4.589 | 6.500 |                        | 315                                |

Al tener una superficie de 446,98 m<sup>2</sup> y una pendiente del 2% del colector obtenemos un diámetro nominal del colector de 160 mm.

### Arquetas

Al tener 6 bajantes tendremos 6 arquetas que conecten las bajantes con los colectores.

Están serán de fábrica con unas dimensiones de 400 x 400 mm.

## **CAPÍTULO 2.- Saneamiento de la nave**

### **1.- Introducción**

En este capítulo vamos a desarrollar el saneamiento de la nave. En el cual vamos a instalar puntos de agua dentro de ella para la limpieza de la misma y un sistema de recogida de agua dentro de la nave.

Esta agua es destinada mediante colectores y arquetas a la red de aguas residuales de Almazán (Soria).

### **2.- Puntos de agua**

El agua es proveniente de la red de tuberías de la propia industria, que a su vez viene de la red de aguas del municipio de Almazán.

Se dispondrá de dos puntos de agua dentro de la nave con mangueras para facilitar el acceso a toda la superficie. Con un caudal de 0,6 litros/s. Ver Plano 10: Saneamiento.

### **3.- Cálculo de saneamiento de recogida de agua del suelo**

Al tratarse de una actividad con agua, el suelo de la nave siempre puede tener agua por fugas. Aunque se tenga un suelo antideslizante siempre hay que llevar mucho cuidado con el agua del suelo para prevenir los accidentes.

Para ello colocaremos un sistema de recogida de los derrames, de tal manera que se recogerán las aguas en un canal que conduzca esta agua a la depuradora de la propia industria ya que puede contener químicos y otros componentes que no se podrán llevar a la depuradora del municipio.

Para ello haremos una canalización del agua en el suelo de la nave, con una zanja de 10 cm de profundidad en el principio de la nave (puerta) y terminará en el otro extremo con una profundidad de 44,3 cm, debido al 2% de pendiente, para que circulen las aguas. Tendrá 20 cm de ancho y 30 metros de largo en medio de la nave. Se colocará una rejilla para que no se produzcan accidentes al tropezarse.

Esta agua se canalizará hasta la red de aguas residuales del municipio de Almazán (Soria).

# **ANEJO 7: INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

## ÍNDICE

|                                               | Página |
|-----------------------------------------------|--------|
| 1.- Introducción .....                        | 97     |
| 2.- Normativa aplicable .....                 | 97     |
| 3.- Compañía suministradora .....             | 98     |
| 4.- Enlace de la instalación .....            | 98     |
| 5.- Instalación de puesta en tierra .....     | 99     |
| 6.- Alumbrado interior .....                  | 99     |
| 7.- Alumbrado de emergencia .....             | 102    |
| 8.- Potencia total .....                      | 103    |
| 9.- Cálculo de la instalación eléctrica ..... | 104    |
| 10.- Sistemas de protección .....             | 109    |

## ANEJO 7.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA

### 1.- Introducción

En el presente anejo se refleja la descripción de la instalación eléctrica de Baja Tensión. Se describe el alumbrado interno y de emergencia de la nave y la instalación a la red del sistema de ósmosis inversa y de los equipos de impulsión.

Se representan los cálculos de las líneas de distribución, la sección y tipo del conductor, el material, elementos de protección y tomas de tierra de la instalación.

### 2.- Normativa aplicable

Serán de aplicación los Reglamentos y Normas vigentes en España, para este tipo de instalaciones, particularmente:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado en Consejo de Ministros y reflejado en el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002.
- Orden de 8 de noviembre, por la que se aprueba la Norma Tecnológica de la Edificación NTE-IEI. Instalaciones de electricidad: Alumbrado interior.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC RAT 01 a 23.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Normas Particulares de la Empresa Distribuidora de electricidad, IBERDROLA, S.A.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.
- Normas de la Comisión Electrotécnica Internacional.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales y Reglamentos vigentes que la desarrollan.

### **3.- Compañía suministradora**

La empresa suministradora para la planta de ósmosis inversa será la ya contratada por la industria papelera anteriormente, siendo la compañía suministradora IBERDROLA.

El suministro se realiza en Baja Tensión, a través de una acometida subterránea al centro de transformación de la industria papelera, con una tensión de 400/230 V y una frecuencia de 50/60Hz.

### **4.- Enlace de la instalación**

Para la instalación hay que tener:

#### **Red subterránea de distribución**

Al instalarse este proyecto en una industria disponen de la red subterránea y podrá abastecer de energía eléctrica la planta de ósmosis inversa, el alumbrado de la nave y la toma de fuerza.

#### **Caja de protección y medida**

Se instalará la caja en la fachada de la nave donde albergarán todos los elementos de protección de las líneas generales de alimentación necesarios para la instalación, según la normativa. Esta también dispone de su propia toma de tierra que se unirá a la línea principal de tierra, hasta la toma de tierra.

Los contadores se instalarán de forma que se encuentren en una altura entre 0,50 y 1,80 metros de máximo. El material transparente para que se pueda leer el contenido del interior será resistente a los rayos ultravioletas.

La elección de las cajas de protección y medida corresponde a la empresa suministradora. Deberán cumplir con la normativa vigente.

En todo momento cumplirá con lo que indica la Norma UNE 60439-1 y tendrán un grado de inflamabilidad según la Norma UNE 60439-3.

Nuestro cuadro, será un armario de poliéster de doble aislamiento de 760 x 380 x 300 mm. Conteniendo unas bases porta fusibles y un interruptor de corte de 1000 A.

## **Acometida**

Este cálculo se realiza en este anejo, teniendo en cuenta la ITC-BT-11. Será una línea de cobre con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), ya que son inflamables. La caída máxima de tensión será de 1,5%, según la ITC-BT-15.

## **5.- Instalación de puesta en tierra**

Según la ITC-BT-18 se instalará una puesta de tierra con objeto de limitar la tensión que puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de los protectores y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La profundidad de las tomas de tierra nunca serán inferiores a 0,50 m. el electrodo puede ser de placas, de picas o de conductor desnudo.

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia no sea superior al valor especificado para ella en cada caso. Este valor será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento del conductor.
- 50 V en los demás casos.

En nuestro caso los conductores de conexión a tierra serán de cobre desnudo y tendrán una sección de 35 mm<sup>2</sup> como mínimo, en forma de anillo, así podrán soportar un calentamiento peligroso. Protegido por un tubo de acero galvanizado.

La Red General de Tierras irá abastecida con picas de puesta a tierra de acero de 14,2 mm de diámetro y 2 m de longitud, como mínimo, unidas al anillo.

Según la ITC-BT-26, los puntos de puesta a tierra se situaran:

- En el punto de ubicación de la caja general de protección.
- En cualquier local donde se prevea la instalación de elementos destinados a servicios generales o especiales, y que por su clase de aislamiento o condiciones de instalación, deban ponerse a tierra.

Se realizaran revisiones de la toma de tierra por seguridad. Estas las realizarán los servicios oficiales en el momento de la instalación. Y habrá revisiones periódicas.

## **6.- Alumbrado interior**

La norma NTE-IEI (alumbrado interior) será la referencia para el cálculo del alumbrado interior de la nave.

El ámbito de aplicación de esta NTE comprende la elección de la clase y número de luminarias, así como su distribución, fijación y conexiones, quedando excluida la instalación eléctrica para cuyo estudio se consultara el REBT (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión).

### Diseño

- El nivel de iluminación “E”, correspondiente a la nave, será de 200 lux. Según el Cuadro 1 de la NTE-IEI.
- Color y acabado de las superficies del local:  
Los factores de reflexión  $\rho$ , de las superficies del local indican la relación del flujo luminoso reflejado por dichas superficies respecto al flujo incidente total en las mismas.  
Los colores en las superficies del local vendrán determinados por sus factores de reflexión que, a efectos del cálculo, se ajustarán a ternas de valores del Cuadro 2 de dicha norma.  
En el Cuadro 3 figuran los factores de reflexión aproximados de algunos de los colores mate más utilizados referidos a la clasificación según la Norma UNE 48103.  
Siendo:
  - Factor de reflexión del techo,  $\rho_1 = 5$
  - Factor de las paredes,  $\rho_2 = 5$
  - Factor del suelo,  $\rho_3 = 3$

Para ello se considera un factor de reflexión de 5.

- Color aparente de las lámparas Leds:  
Al tener  $E = 200$  lux, el color aparente será de luz cálida, esto viene reflejado en el Cuadro 4 de la NTE-IEI.
- Rendimiento de color más adecuado para cada local según su uso viene dado en el Cuadro 5. En nuestro caso tomaremos un valor de  $R_a = 60$ .

### Proceso de cálculo

El índice local “k” se calcula teniendo en cuenta las dimensiones del local ( $P \cdot Q = 16 \times 30$ ) y la altura H entre el plano útil y el plano de las luminarias y viene dado por:

$$k = \frac{P \cdot Q}{H \cdot (P + Q)}$$

Siendo:

$H = (H' - 0,85)$ , donde 0,85 se considera el plano de trabajo y  $H' = 7$  m.

$H = 6,15$  m



Entonces:

$$k = \frac{P \cdot Q}{H \cdot (P + Q)} = \frac{16 \cdot 30}{4,92 \cdot (16 + 30)} = 1,74$$

### Determinación de la luminaria a utilizar

Serán lámpara LED, con una potencia de 292 W, que proporciona un flujo luminoso de 24.000 lm. Con una vida útil de 75.000 horas a 25 °C y utilizan una tensión de red 230 V/50Hz. Tienen una eficacia lumínica de 82 lm/W. de color blanco neutro 4.000 K. y unas dimensiones de 603 x 320 mm.

### Cálculo

Para el cálculo tendremos en cuenta la siguiente formula:

$$\Phi_T = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot f_m}$$

Donde:

- $\Phi_T$  es el flujo luminoso total.
- E el nivel de iluminación 200 lux.
- S la superficie de la nave, 480 m<sup>2</sup>.
- $f_m$  el factor de mantenimiento, que se considera 0,7 para un ambiente intermedio.
- $\eta$  es el factor de utilización que depende del índice del local (k) y los factores de reflexión del techo y de las paredes. Para  $k = 1,74$ ;  $\eta = 0,40$ .

Entonces:

$$\Phi_T = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot f_m} = \frac{200 \cdot 480}{0,40 \cdot 0,70} = 342857,14 \text{ lm}$$

### Cálculo de las luminarias

$$N = \frac{\Phi_T}{\Phi_L}$$

- $\Phi_T$  es el flujo luminoso total.
- $\Phi_L$  es el flujo luminoso de una lámpara.
- N el número de luminarias.

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{342857,14}{24000} = 14,29 \sim 15 \text{ luminarias}$$

### Disposición de las luminarias

Estas se reparten en filas paralelas a los ejes de simetría del local.

$$N_{\text{ancho}} = \sqrt{\frac{N_{\text{Total}}}{\text{largo}}} \times \text{ancho} = 2,75 \sim 3$$

$$N_{\text{largo}} = N_{\text{ancho}} \times \left( \frac{\text{largo}}{\text{ancho}} \right) = 5$$

Se dispondrán en 3 filas a lo largo de la nave, con 5 lámparas cada fila. Al ser un tipo de luminaria extensiva no pueden tener una distancia mayor entre ellas de  $e \leq 1,5$  m. La separación entre ellas se representa en el Plano 8 de la instalación eléctrica.

### Comprobación

$$E_m \geq E_{\text{tablas}}$$

$$E_{\text{tabla}} = 200 \text{ lux}$$

$$E_m = \frac{n \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{S} = \frac{15 \cdot 24000 \cdot 0,40 \cdot 0,70}{480} = 210 \text{ lux}$$

$$210 \geq 200 \text{ CUMPLE}$$

## **7.- Alumbrado de emergencia**

El alumbrado de emergencia tiene por objeto asegurar en caso de fallo, la iluminación de los locales y accesos hasta las salidas (punto 3 del ITC-BT-28).

Para calcular el alumbrado de emergencia nos regiremos por el REBT, ITC-BT-28 (Instalaciones en locales de pública concurrencia).

La instalación será fija y tendrá su propia fuente de energía constituida por baterías de acumuladores, aparatos autónomos o grupos electrógenos.

La puesta en funcionamiento se realizará al producirse la falta de tensión en los circuitos alimentados por los diferentes suministros procedentes de la empresa suministradora de energía eléctrica, o cuando aquella tensión descienda por debajo del 70 % de su valor nominal. (Punto 2.2. del ITC-BT-28).

La alimentación del alumbrado será automática con corte breve.

Tomaremos una lámpara de Led, con las siguientes características:

- Batería de Níquel-Metal Hidruro (Ni-MH) reciclable.
- Bajo consumo.
- Una autonomía de una hora.
- Alimentación 230 V/5-60Hz.
- Flujo luminoso de 350 lm
- Superficie que abarca 70 m<sup>2</sup>.
- Potencia de 8 W.

Por lo tanto, colocaremos 7 lámparas de emergencia situadas según el Plano X de incendios.

## 8.- Potencia total

La potencia total de iluminación es de:

|                         | Potencia Lámpara (W) | Número       | Total (W)   |
|-------------------------|----------------------|--------------|-------------|
| Alumbrado interior      | 292                  | 15           | 4380        |
| Alumbrado de emergencia | 8                    | 7            | 56          |
|                         |                      | <b>TOTAL</b> | <b>4436</b> |

La potencia de bombas y sistema de ósmosis inversa:

|       | Potencia (W) | Número       | Corriente  | Total (W)     |
|-------|--------------|--------------|------------|---------------|
| B-01  | 110000       | 2            | Trifásico  | 220000        |
| B-02  | 7500         | 2            | Trifásico  | 15000         |
| B-03  | 22000        | 2            | Trifásico  | 44000         |
| B-04  | 552          | 2            | Monofásico | 1104          |
| B-05  | 552          | 2            | Monofásico | 1104          |
| B-06  | 552          | 2            | Monofásico | 1104          |
| B-07  | 552          | 2            | Monofásico | 1104          |
| OI-01 | 30000        | 1            | Monofásico | 30000         |
|       |              | <b>TOTAL</b> |            | <b>313416</b> |

Tenemos un total de 317852 W de potencia.

## 9.- Cálculo de la instalación eléctrica

La instalación eléctrica se dividirá en diferentes líneas que parten del cuadro general. Así evitaremos las elevadas caídas de tensión y la solución de las averías y fallos en el sistema serán de más fácil arreglo.

Para ello se utilizaran cables de cobre, que irán instalados en las paredes y al llegar al suelo se enterrarán hasta llegar a la maquinaria. Según el método de la instalación pertenecerá al grupo B2 de la tabla B del ITC-BT-19. por ser cables en montaje superficial.

### Cálculo de la línea de alumbrado

La línea de alumbrado irá en tres líneas diferentes, añadiendo una cuarta línea que será la del alumbrado de emergencia.

Para conocer la intensidad del alumbrado necesitaremos de la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{\cos\phi \cdot V} = \frac{1460}{0,95 \cdot 230} = 6,68 \text{ A}$$

Siendo:

- P la potencia de la línea, en total en el alumbrado tenemos 4380 W, dividido en tres líneas 1460 W, y multiplicado por el coeficiente de simultaneidad que es 1 en el caso del alumbrado.
- $\cos\phi$  es el factor de potencia, igual a 0,95.
- V es la tensión de la línea, 230 por ser monofásica.

En la tabla del ITC-BT-19 tomamos una sección de 1,5 mm<sup>2</sup>, ya que 13,5 A > 6,68 A.

Para verificar que los cálculos están bien y que las líneas aguantaran la tensión, se calcula la caída de tensión, que no puede ser mayor del 3% según el REBT. Esta se calcula:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{C \cdot S \cdot V} \cdot \frac{100}{230} = \frac{2 \cdot 1460 \cdot 30}{56 \cdot 1,5 \cdot 230} \cdot \frac{100}{230} = 1,97\%$$

Donde:

- e la caída de tensión (%)
- P es la potencia que se transforma (W)
- L la longitud de las líneas (m)
- C el factor de conductividad del cobre, igual a 56.
- S la sección de los conductores (mm<sup>2</sup>)

Al ser 1,97% < 3% es válido

El aislamiento del cable será de PVC.

### Alumbrado de emergencia

El alumbrado de emergencia tiene una potencia de 56 W.

$$I = \frac{P}{\cos\phi \cdot V} = \frac{56}{0,95 \cdot 230} = 0,25 \text{ A}$$

13,5 A > 0,25 A, por lo tanto utilizaremos una sección de 1,5 mm<sup>2</sup>, que es la mínima admitida.

Caída de tensión:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{C \cdot S \cdot V} \cdot \frac{100}{230} = \frac{2 \cdot 56 \cdot 60}{56 \cdot 1,5 \cdot 230} \cdot \frac{100}{230} = 0,15\%$$

0,25% < 3%, CUMPLE

El aislamiento será en PVC.

### **Línea de la bomba de permeado B-01**

Al haber dos bombas cada bomba tendrá su propia línea. Esta bomba tiene una potencia de 7,5 kW y el conductor es trifásico.

En el caso de motores y maquinarias el coeficiente de simultaneidad es de 0,8, por lo tanto tenemos 6 kW = 6000W.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot \cos\phi \cdot V} = \frac{6000}{\sqrt{3} \cdot 0,95 \cdot 400} = 9,11 \text{ A}$$

En la tabla del ITC-BT-19 tomamos una sección de 1,5 mm<sup>2</sup>, ya que 13 A > 6,68 A.

Caída de tensión, esta no puede ser mayor del 5%.

$$e = \frac{P \cdot L}{C \cdot S \cdot V} \cdot \frac{100}{400} = \frac{6000 \cdot 53,01}{56 \cdot 1,5 \cdot 400} \cdot \frac{100}{400} = 2,36\%$$

2,4% < 5% CUMPLE

El aislamiento será en PVC

### Cálculo de las demás líneas

Tomando como ejemplo la línea de alumbrado y la línea de la bomba de permeado, calcularemos las demás líneas de la instalación. Utilizando la tabla de la ITC-BT-19 y las siguientes formulas, calcularemos la sección, intensidad y la caída de tensión. Todo ello se representará en la Tabla 7.1.

Las fórmulas son:

- Para conductores trifásicos (4P):

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot \cos\phi \cdot V}$$

$$e = \frac{P \cdot L}{C \cdot S \cdot V} \cdot \frac{100}{400}$$

- Para conductores monofásicos (2P):

$$I = \frac{P}{\cos\phi \cdot V}$$

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{C \cdot S \cdot V} \cdot \frac{100}{230}$$

Siendo:

- I la intensidad (A)
- P la potencia de la línea (W).
- $\cos\phi$  es el factor de potencia, igual a 0,95.
- V es la tensión de la línea.
- e la caída de tensión (%).
- P es la potencia que se transforma (W).
- L la longitud de las líneas (m).
- C el factor de conductividad del cobre, igual a 56.
- S la sección de los conductores (mm<sup>2</sup>).

Además hay que tener en cuenta:

- Utilizaremos un valor de V igual a 230 V para conductores monofásicos y 400 V para trifásicos.
- La caída máxima de tensión es del 3% para alumbrado y del 5% para el resto.
- Utilizaremos un coeficiente de simultaneidad de 1 para el alumbrado y de 0,8 para el resto.
- El aislamiento del cobre podrá ser de PVC que es termoplástico o de XLPE que es de polietileno reticulado con la característica que son libres de alógenos y es un material termoestable.

Tabla 7.1. Cálculo de las líneas

| Número  | Línea      | P (w)  | Coef de simultaneidad | Tipo de conductor | I real (A) | I tabla (A) | I diferencial (A) | S (mm2) | Aislamiento del cobre | Caída de tensión (%) | Caída máxima de tensión(%) | L (m)       |
|---------|------------|--------|-----------------------|-------------------|------------|-------------|-------------------|---------|-----------------------|----------------------|----------------------------|-------------|
| 1,2 y 3 | Alumbrado  | 4380/3 | 1                     | 2P                | 6,68       | 13,5        | 10                | 1,5     | PVC                   | 1,97                 | 3                          | 30 cada una |
| 4       | Emergencia | 56     | 1                     | 2P                | 0,25       | 13,5        | 10                | 1,5     | PVC                   | 0,15                 | 3                          | 60          |
| 5       | B-01       | 110000 | 0,8                   | 4P                | 133,7      | 171         | 200               | 70      | XLPE                  | 0,6                  | 5                          | 43          |
| 6       | B-01'      | 110000 | 0,8                   | 4P                | 133,7      | 171         | 200               | 70      | XLPE                  | 0,57                 | 5                          | 41          |
| 7       | B-02       | 7500   | 0,8                   | 4P                | 9,11       | 13          | 10                | 1,5     | PVC                   | 2,36                 | 5                          | 53          |
| 8       | B-02'      | 7500   | 0,8                   | 4P                | 9,11       | 13          | 10                | 1,5     | PVC                   | 2,42                 | 5                          | 54          |
| 9       | B-03       | 22000  | 0,8                   | 4P                | 26,74      | 30          | 32                | 6       | PVC                   | 1,82                 | 5                          | 56          |
| 10      | B-03'      | 22000  | 0,8                   | 4P                | 26,74      | 30          | 32                | 6       | PVC                   | 1,86                 | 5                          | 57          |
| 11      | B-04       | 552    | 0,8                   | 2P                | 2,02       | 13,5        | 10                | 1,5     | PVC                   | 0,17                 | 5                          | 8           |
| 12      | B-04'      | 552    | 0,8                   | 2P                | 2,02       | 13,5        | 10                | 1,5     | PVC                   | 0,14                 | 5                          | 8           |
| 13      | B-05       | 552    | 0,8                   | 2P                | 2,02       | 13,5        | 10                | 1,5     | PVC                   | 0,21                 | 5                          | 11          |
| 14      | B-05'      | 552    | 0,8                   | 2P                | 2,02       | 13,5        | 10                | 1,5     | PVC                   | 0,23                 | 5                          | 12          |
| 15      | B-06       | 552    | 0,8                   | 2P                | 2,02       | 13,5        | 10                | 1,5     | PVC                   | 0,24                 | 5                          | 13          |
| 16      | B-06'      | 552    | 0,8                   | 2P                | 2,02       | 13,5        | 10                | 1,5     | PVC                   | 0,26                 | 5                          | 14          |
| 17      | B-07       | 552    | 0,8                   | 2P                | 2,02       | 13,5        | 10                | 1,5     | PVC                   | 0,31                 | 5                          | 16          |
| 18      | B-07'      | 552    | 0,8                   | 2P                | 2,02       | 13,5        | 10                | 1,5     | PVC                   | 0,29                 | 5                          | 15          |
| 19      | OI-01      | 30000  | 0,8                   | 2P                | 109,84     | 117         | 125               | 50      | PVC                   | 1,44                 | 5                          | 45          |



### Cálculo de la acometida

La planta presenta un gasto de potencia total de 317852 W.

Para el cálculo, contamos una tensión nominal de 400 V. y la longitud de línea de 10 m.

Por normativa el aislamiento del cobre será XLPE, libre de halógenos.

La intensidad:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot \cos\phi \cdot V} = \frac{317852}{\sqrt{3} \cdot 0,8 \cdot 400} = 573,47 \text{ A}$$

Según la tabla del ITC-BT-19, tendríamos que utilizar una sección de cable de 500 mm<sup>2</sup>, al ser mucha sección decidimos utilizar 2 cables de menor sección, estos serán de 185 mm<sup>2</sup>, con una intensidad de 317 A cada, por tanto 634 A > 573,47 A.

Al calcular la pérdida de tensión hay que tener en cuenta que según el reglamento no debe superar el 1,5%.

$$e = \frac{P \cdot L}{C \cdot S \cdot V} \cdot \frac{100}{400} = \frac{317852 \cdot 10}{56 \cdot 2 \cdot 185 \cdot 400} \cdot \frac{100}{400} = 0,1\%$$

0,1% < 1,5% CUMPLE

## 10.- Sistemas de protección

Como protección del cableado, se colocaran tubos protectores a todos los cables, para conocer el diámetro exterior de estos, ira en función del número de conductores y de la sección de los mismos. Conocemos el diámetro según la tabla 5 de la ITC-BT-21.

Estos tubos se instalarán según la normativa y el reglamento ITC-BT-21.

En la Tabla 7.2. se representa los diámetros exteriores de los tubos de protección.

Tabla 7.2. Diámetros exteriores de los tubos de protección

| Número  | Línea      | S (mm <sup>2</sup> ) | Número de conductores | Diámetro exterior de los tubos protectores (mm) |
|---------|------------|----------------------|-----------------------|-------------------------------------------------|
| 1,2 y 3 | Alumbrado  | 1,5                  | 1                     | 12                                              |
| 4       | Emergencia | 1,5                  | 1                     | 12                                              |
| 5 y 6   | B-01       | 70                   | 2                     | 50                                              |
| 7 y 8   | B-02       | 1,5                  | 2                     | 12                                              |
| 9 y 10  | B-03       | 6                    | 2                     | 16                                              |
| 11 y 12 | B-04       | 1,5                  | 2                     | 12                                              |
| 13 y 14 | B-05       | 1,5                  | 2                     | 12                                              |
| 15 y 16 | B-06       | 1,5                  | 2                     | 12                                              |
| 17 y 18 | B-07       | 1,5                  | 2                     | 12                                              |
| 19      | OI-01      | 50                   | 1                     | 32                                              |
| 20      | Acometida  | 185                  | 2                     | 75                                              |

También se instalarán:

- Interruptores de control de potencia y magnetotérmicos: son aparatos de conexión que integra todos los dispositivos para asegurar de forma coordinada: el mando, protección contra sobrecargas y contra cortocircuitos. (ITC-BT-01)
- Interruptores diferenciales: aparato electromecánico o asociación de aparatos destinados a provocar la apertura de los contactos cuando la corriente diferencial alcanza un valor dado. (ITC-BT-01)
- Bloques Vigi, que tienen la misma función que los interruptores diferenciales, pero son para grandes intensidades. En este caso los colocaremos antes de los interruptores magnetotérmicos de las bombas de entrada al sistema de ósmosis inversa y en el sistema de ósmosis inversa.

**ANEJO 8:  
PROTECCIÓN  
CONTRA  
INCENDIOS**

## ÍNDICE

|                                                                                                                                      | Página |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1.- Introducción.....                                                                                                                | 111    |
| 2.- Caracterización de los establecimientos industriales en relación con la seguridad contra incendios.....                          | 111    |
| 3. Requisitos constructivos de los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco..... | 113    |
| 4.- Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales.....                         | 116    |

## **ANEJO 8.- PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

### **1.- Introducción**

El presente anejo tiene por objeto determinar las condiciones generales del inmueble proyectado de cara a proteger la construcción frente a los incendios.

La normativa aplicable a este anejo será:

- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

Las actividades de prevención del incendio tendrán como finalidad limitar la presencia del riesgo de fuego y las circunstancias que pueden desencadenar el incendio.

Las actividades de respuesta al incendio tendrán como finalidad controlar o luchar contra el incendio, para extinguirlo, y minimizar los daños o pérdidas que pueda generar.

### **2.- Caracterización de los establecimientos industriales en relación con la seguridad contra incendios**

La nave industrial se caracterizará por:

- Su configuración y ubicación en relación a su entorno.
- Su nivel de riesgo intrínseco.

#### **Características de los establecimientos industriales por su configuración y ubicación con relación a su entorno**

De las diversas configuraciones y ubicaciones que pueden tener los establecimientos la nave de este proyecto está dentro del tipo C.

El tipo C: el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Dichas estancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.

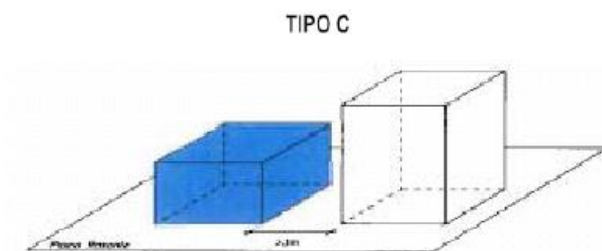


Figura 8.1. Tipo C

### Caracterización de los establecimientos industriales por su nivel de riesgo intrínseco

Para los tipos C, se considera “sector de incendio” al espacio del edificio cerrado por elementos resistentes al fuego durante el tiempo que se establezca en cada caso.

En este caso sólo habrá un sector de incendio ya que no está dividida la nave.

El nivel de riesgo intrínseco se evaluará calculando la siguiente expresión, para actividades de producción, transformación, reparación o cualquier otra actividad.

$$Q_s = \frac{\sum_i q_{s1} \cdot S_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a$$

Donde:

- $Q_s$ : es la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio en  $\text{MJ/m}^2$  o  $\text{Mcal/m}^2$ .
- $q_{s1}$ : densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector. El valor se tomará de la Tabla 1.2. del R.D. 2267/2004.
- $S_i$ : superficie de cada zona con proceso diferente, en este caso como es diáfana la nave será de  $480 \text{ m}^2$ , la superficie total de la nave.
- $C_i$ : coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector. El valor se tomará de la Tabla 1.1. del R.D. 2267/2004.
- $R_a$ : coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por activación) incoherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector. El valor se tomará de la Tabla 1.2. del R.D. 2267/2004.
- $A$ : superficie construida del sector,  $1500 \text{ m}^2$ .

NOTA: para el cálculo, no se contabilizan los depósitos de materias o productos reunidos para la manutención de los procesos productivos.

Los valores son, recogidos en las distintas tablas del R.D. 2267/2004:

- $q_{s1} = 400 \text{ MJ/m}^2$
- $S_i = 480 \text{ m}^2$
- $C_i = 1,30$
- $R_a = 1,0$
- $A = 1500 \text{ m}^2$

$$Q_s = \frac{\sum_i q_{s1} \cdot S_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a = \frac{\sum_i 400 \cdot 480 \cdot 1,3}{1500} \cdot 1,0 = 166,4 \text{ MJ/m}^2$$

Según la tabla 1.3. del reglamento,  $Q_s \leq 425 \text{ MJ/m}^2$  por lo tanto hay un nivel de riesgo intrínseco bajo de categoría 1.

### **3. Requisitos constructivos de los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco**

#### **Sectorización de los establecimientos**

Al tener un edificio de tipo C y un nivel de riesgo intrínseco bajo de categoría 1, no tenemos máxima superficie construida admisible, esto quiere decir que es sin límite según la Tabla 2.1. del Reglamento.

**Tabla 2.1**  
MÁXIMA SUPERFICIE CONSTRUIDA ADMISIBLE DE CADA SECTOR DE INCENDIO

| Riesgo intrínseco del sector de incendio | Configuración del establecimiento |                          |                          |
|------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                                          | TIPO A (m <sup>2</sup> )          | TIPO B (m <sup>2</sup> ) | TIPO C (m <sup>2</sup> ) |
| BAJO                                     | (1)-(2)-(3)                       | (2) (3) (5)              | (3) (4)                  |
| 1                                        | 2000                              | 6000                     | SIN LÍMITE               |
| 2                                        | 1000                              | 4000                     | 6000                     |
| MEDIO                                    | (2)-(3)                           | (2) (3)                  | (3) (4)                  |
| 3                                        | 500                               | 3500                     | 5000                     |
| 4                                        | 400                               | 3000                     | 4000                     |
| 5                                        | 300                               | 2500                     | 3500                     |
| ALTO                                     | NO ADMITIDO                       | (3)                      | (3)(4)                   |
| 6                                        |                                   | 2000                     | 3000                     |
| 7                                        |                                   | 1500                     | 2500                     |
| 8                                        |                                   | NO ADMITIDO              | 2000                     |

## Materiales

Las exigencias de comportamiento al fuego de los productos de construcción se definen determinando la clase que deben alcanzar, según la norma UNE 23727.

Las exigencias mínimas son:

- Suelo: solera de hormigón con una capa interior de poliuretano y una capa en la parte superior de antideslizante. Clase M2.
- Paredes y techo: cerramientos de hormigón macizos con 16 cm de espesor y en el techo cubierta tipo sándwich. Clase M2.

## Estabilidad al fuego de los elementos constructivos

No se exige para edificios tipo C con un nivel de riesgo intrínseco bajo, como es el caso.

## Resistencia al fuego de los elementos consecutivos de cerramiento

Las exigencias de comportamiento ante el fuego de un elemento constructivo de cerramiento se definen por las siguientes condiciones según la UNE 23093:



- Estabilidad mecánica o capacidad portante R
- Integridad al paso de llamas o gases calientes E
- Aislamiento térmico I
- No emisión de gases inflamables en la cara no expuesta al fuego.

### **Evacuación de los establecimientos industriales**

Se denomina espacio exterior seguro al espacio al aire libre que permite que los ocupantes de un local o edificios puedan llegar a través de él, a una vía pública o posibilitar el acceso al edificio de los medios de ayuda exterior.

Para la aplicación de las exigencias relativas a la evacuación de los establecimientos industriales, determinará su ocupación P, deducida de:

$$P = 1,10 \cdot p, \text{ cuando } p < 100$$

Donde p representa el número de personas que ocupa el sector del incendio.

No se establecerán trabajadores fijos en este proyecto, pero  $p = 3$  en el caso de que se produzca un incendio en el momento del mantenimiento o repostaje de tanque de almacenamiento de químicos.

Entonces:

$$P = 1,10 \cdot p = 1,10 \cdot 3 = 3,30$$

Al ser el número de empleados del establecimiento menor a 50 personas, no será necesario otra salida de emergencia independiente del edificio.

Al tratarse de una nave con riesgo intrínseco bajo, el recorrido no debe superar los 35 metros. Lo cual se cumple en nuestra nave.

Para la evacuación habrá una puerta de 6 x 5,50 metros que comunica directamente con el exterior, será la puerta de salida.

### **Ventilación y eliminación de humos**

No se dispondrá de un sistema de evacuación de humos, al tratarse de un riesgo intrínseco bajo, y la ventilación será natural.

## **4.- Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales**

### **Sistemas automáticos de detección de incendio**

No será necesaria su instalación ya que en edificios tipo C tienen que tener un riesgo intrínseco medio y tener una superficie total construida de 3000 m<sup>2</sup> para su instalación. La nave de este proyecto no cumple con esas características.

### **Extintores de incendios**

Se colocaran dos extintores móviles que serán de una eficiencia mínima de 21A – 113B (menor de 20 Kg) irán ubicados a no más de 15 metros de distancia desde todo origen de evacuación.

### **Sistemas de bocas de incendio equipados**

Al tratarse de un edificio tipo C y con un nivel bajo de riesgo intrínseco, no será necesaria su instalación en la nave. Aunque la propia industria donde se va a instalar este proyecto, cuenta con bocas de incendio en el caso de alguna emergencia.

### **Sistemas de alumbrado de energía**

Contará con una instalación de alumbrado de emergencia de las vías de evacuación, es este caso arriba en el interior de la puerta de salida.

La instalación de sistemas de alumbrado de emergencia cumplirá las siguientes condiciones:

- Será fija, estará provista de fuente propia de energía y entrará automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo del 70% de su tensión nominal de servicio.
- Mantendrá las condiciones de servicio durante una hora, como mínimo, desde el momento en que se produzca el fallo.

- Proporcionará una iluminancia de 1lux, como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación.
- La iluminancia será, como mínimo, de 5 lux en los espacios donde estén instalados los cuadros, centros de control o mandos de las instalaciones técnicas de servicios, o de los procesos que se desarrollan en el establecimiento industrial y en los locales o espacios donde estén instalados los equipos centrales o los cuadros de control de los sistemas de protección contra incendios.
- La uniformidad de la iluminación proporcionada en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente entre la iluminación máxima y la mínima sea menos que 40.
- Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión de las paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que comprenda la reducción del rendimiento luminoso debido al envejecimiento de las lámparas y a la suciedad de las luminarias.

### **Señalización**

Se procederá a la señalización de las salidas de uso habitual o de emergencia, así como la de los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores). Teniendo en cuenta lo dispuesto en el Reglamento de señalización de los centros de trabajo, aprobado por el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

**ANEJO 9:  
GESTIÓN DE  
RESIDUOS DE LA  
CONSTRUCCIÓN**

## ÍNDICE

|                                                                   | Página |
|-------------------------------------------------------------------|--------|
| 1.- Introducción .....                                            | 118    |
| 2.- Estimación de los residuos generados.....                     | 118    |
| 3.- Medidas preventivas de la generación de residuos.....         | 118    |
| 4.- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación..... | 119    |
| 5.- Medidas para la separación de residuos en obra.....           | 119    |
| 6.- Instalaciones previstas para la gestión de residuos .....     | 120    |

## ANEJO 9.- GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN

### 1.- Introducción

El objetivo de este anejo es gestionar los residuos de la construcción, con el fin de prevenir, reutilizar, reciclar y valorizar dichos residuos contribuyendo con un desarrollo sostenible. Cumpliendo con la normativa R.D. 105/2008, del 1 de febrero por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

### 2.- Estimación de los residuos generados

Se estima que la generación de residuos obtenida como consecuencia de la ejecución del presente proyecto será de:

Tabla 9.1. Residuos estimados de la ejecución

| Tipo de residuo                 | Cantidad |
|---------------------------------|----------|
| Hormigón                        | 60 kg    |
| Metal (estructuras y cubiertas) | 120 kg   |
| Madera (pallets)                | 50 kg    |
| Plástico (embalajes)            | 50 kg    |
| Papel y cartón (embalajes)      | 20 kg    |
| Otros                           | 80 kg    |

### 3.- Medidas preventivas de la generación de residuos

Como medidas para la prevención de la generación de residuos se contemplan:

Adecuación de los pedidos de material a las mediciones específicas en el proyecto.

- Contratación de personal cualificado, que optimice el material disponible sin generación innecesaria de residuos.

## **4.- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación**

### **Reutilización**

Los residuos procedentes de los embalajes de materiales de construcción son elementos reciclables, como plásticos, papel y cartón.

### **Valorización**

Los residuos de metal procedentes del despiece de elementos estructurales, así como del montaje de las cubiertas de chapa, tienen un valor en peso.

### **Eliminación**

Los residuos que no se hayan podido reparar adecuadamente para su reutilización o valorización, como el hormigón, se eliminarán mediante transporte a vertedero autorizado.

## **5.- Medidas para la separación de residuos en obra**

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de residuos de construcción y demolición dentro de la obra en que se produzcan. Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el presente apartado.

Como los residuos estimados que se van a generar en la obra distan mucho de las cantidades estipuladas en el R.D. 105/2008, apartado 5 del artículo 5, la separación de los mismos no es de obligado cumplimiento, si bien se tomaran medidas para efectuarla en la medida de lo posible.

Durante la ejecución de la obra descrita se contará con un espacio adecuado para la colocación por separado de los diferentes residuos generados. Se colocarán

contenedores perfectamente identificables que faciliten su clasificación y posterior transporte para su adecuada gestión.

## **6.- Instalaciones previstas para la gestión de residuos**

Los residuos reciclables (plástico, papel y cartón), generados en pequeñas cantidades y fácilmente separables, se conducirán a los contenedores municipales destinados para tal fin.

Para la gestión de los residuos valorizables (metal) se dotará a la obra de contenedores donde recoger separadamente estos materiales y posteriormente poderlos trasladar a un punto de recogida.

Los residuos que se eliminen se transportarán mediante vehículos adecuados hasta vertedero autorizado.



**ANEJO 10:  
PLANIFICACIÓN  
DE LA OBRA**

## ÍNDICE

|                                   | Página |
|-----------------------------------|--------|
| 1.- Introducción .....            | 121    |
| 2.- Descripción de las obras..... | 121    |
| 3.- Diagrama de Gantt .....       | 122    |

## ANEJO 10.- PLANIFICACIÓN DE OBRA

### 1.- Introducción

El presente anejo define la duración de las obras necesarias para la realización de este proyecto, la programación y su puesta en marcha.

Se describirán las diferentes actividades que se realizan durante la obra y se reflejará gráficamente la duración en el Diagrama de Gantt.

La duración de este proyecto se estima de 95 días, de lunes a viernes, lo que corresponde a 4 meses y 3 semanas. Se empezará a la obra el 1 de mayo de 2016. Teniendo una jornada laboral de 8 horas diarias y 5 días a la semana.

Las obras finalizarán al finalizar la tercera semana de septiembre, empezando a funcionar con normalidad la semana 4 de septiembre de 2016.

### 2.- Descripción de las obras

Se describen las actividades que se van a realizar y en la Tabla 10.1. se representa la duración prevista de la realización de las mismas:

- Replanteo de la nave en el terreno.
- Acondicionamiento del terreno y movimiento de tierras.
- Red de saneamiento.
- Cimentaciones.
- Estructuras, colocación de pilares y cerchas.
- Cerramientos, colocación de los mismos de hormigón macizo.
- Cubierta.
- Carpintería, colocación de la puerta.
- Instalación eléctrica iluminación e instalación de las tomas de fuerza.
- Sistema de incendios.
- Instalación motores.
- Instalación de depósitos.
- Instalación de sistema de tuberías.
- Instalación de maquinaria.
- Pruebas y puesta en marcha.

Mientras las obras se controlará la seguridad y salud, la calidad de los materiales y habrá un control de los residuos.

Una vez finalizadas las obras y cuando se comience a tratar el agua se realizarán análisis para verificar que cumple con las expectativas deseadas. Una vez que los análisis sean correctos se dispondrá a llevar el agua a la línea de producción. A este periodo se le ha nombrado como pruebas y puesta en marcha.

En caso de condiciones adversas de meteorología para los diferentes trabajos se paralizarán, por seguridad de los trabajadores y por la calidad de los materiales y trabajo.

Tabla 10.1. Tiempo estimado de las obras

|                               |         |
|-------------------------------|---------|
| Replanteo                     | 1 día   |
| Acondicionamiento del terreno | 10 días |
| Red de saneamiento            | 15 días |
| Cimentaciones                 | 20 días |
| Estructuras                   | 10 días |
| Cerramientos                  | 10 días |
| Cubierta                      | 8 días  |
| Carpintería                   | 1 día   |
| Instalación eléctrica         | 12 días |
| Sistema de incendios          | 1 día   |
| Instalación de motores        | 5 días  |
| Instalación de depósitos      | 7 días  |
| Sistema de tuberías           | 7 días  |
| Instalación de maquinaria     | 8 días  |
| Pruebas y puesta en marcha    | 20 días |

### 3.- Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt es un gráfico en el que se representa visualmente las duraciones estimadas de los trabajos a realizar en este proyecto. Mostrando los inicios y los finales.

En el sistema de coordenadas se representa de tal manera que en el eje horizontal está representado el tiempo, en semanas y meses y en el eje vertical se representan las diferentes actividades que se realizan descritas anteriormente. A estas actividades se representan mediante segmentos de diferentes colores y donde las longitudes son proporcionales a la duración en el tiempo.

El diagrama de Gantt se representará en la Tabla 10.2.

Tabla 10.2. Diagrama de Gantt

| ACTIVIDAD                     | MES    | MAYO |    |    |    | JUNIO |    |    |    | JULIO |    |    |    | AGOSTO |    |    |    | SEPTIEMBRE |    |    |    |
|-------------------------------|--------|------|----|----|----|-------|----|----|----|-------|----|----|----|--------|----|----|----|------------|----|----|----|
|                               | SEMANA | S1   | S2 | S3 | S4 | S1    | S2 | S3 | S4 | S1    | S2 | S3 | S4 | S1     | S2 | S3 | S4 | S1         | S2 | S3 | S4 |
| Replanteo                     | 1      | █    |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |    |    |    |            |    |    |    |
| Acondicionamiento del terreno | 10     | █    | █  |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |    |    |    |            |    |    |    |
| Red de saneamiento            | 20     |      | █  | █  |    |       |    |    |    |       |    | █  | █  |        |    |    |    |            |    |    |    |
| Cimentaciones                 | 15     |      |    | █  | █  | █     |    |    |    |       |    |    |    |        |    |    |    |            |    |    |    |
| Estructuras                   | 10     |      |    |    |    | █     | █  | █  |    |       |    |    |    |        |    |    |    |            |    |    |    |
| Cerramientos                  | 10     |      |    |    |    |       |    | █  | █  |       |    |    |    |        |    |    |    |            |    |    |    |
| Cubierta                      | 8      |      |    |    |    |       |    |    |    | █     | █  |    |    |        |    |    |    |            |    |    |    |
| Carpintería                   | 1      |      |    |    |    |       |    |    |    | █     |    |    |    |        |    |    |    |            |    |    |    |
| Instalación eléctrica         | 15     |      |    |    |    |       |    |    |    |       | █  | █  | █  |        |    |    |    |            |    |    |    |
| Sistema de incendios          | 1      |      |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |    |    |    |            |    |    |    |
| Instalación de motores        | 5      |      |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |    |    |    |            |    |    |    |
| Instalación de depósitos      | 7      |      |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |    |    |    |            |    |    |    |
| Sistema de tuberías           | 7      |      |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |    |    |    |            |    |    |    |
| Instalación de maquinaria     | 8      |      |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |    |    |    |            |    |    |    |
| Pruebas y puesta en marcha    | 20     |      |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |    |    |    |            |    |    |    |
| Seguridad y salud             | 95     | █    | █  | █  | █  | █     | █  | █  | █  | █     | █  | █  | █  | █      | █  | █  | █  | █          | █  | █  | █  |
| Calidad materiales            | 95     | █    | █  | █  | █  | █     | █  | █  | █  | █     | █  | █  | █  | █      | █  | █  | █  | █          | █  | █  | █  |
| Control de los residuos       | 95     | █    | █  | █  | █  | █     | █  | █  | █  | █     | █  | █  | █  | █      | █  | █  | █  | █          | █  | █  | █  |

**ANEJO 11:  
ESTUDIO DE  
IMPACTO  
AMBIENTAL**

## ÍNDICE

|                                                                                                           | Página |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1.- Introducción .....                                                                                    | 124    |
| 2.- Marco legal .....                                                                                     | 124    |
| 3.- Decisión de realizar la evaluación de impacto ambiental .....                                         | 126    |
| 4.- Localización de las obras.....                                                                        | 126    |
| 5.- Información y diagnóstico del medio sin proyecto .....                                                | 126    |
| 6.- Descripción de las acciones de la construcción .....                                                  | 126    |
| 7.- Identificación de los elementos y de las acciones del proyecto susceptibles de producir impacto ..... | 127    |
| 8.- Evaluación de los posibles impactos ambientales.....                                                  | 128    |
| 9.1.- Medidas preventivas y correctoras .....                                                             | 130    |
| 10.- Cumplimiento de la normativa.....                                                                    | 133    |

# ANEJO 11.- ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

## 1.- Introducción

El presente anejo tiene como objetivo la evaluación de la incidencia sobre el medioambiente de la ejecución de las obras y el establecimiento de medidas preventivas y correctoras de los impactos mientras la construcción y ejecución de la actividad desarrollada en este proyecto.

## 2.- Marco legal

En el desarrollo de este anejo se han tenido en cuenta:

- Ley 11/2003 de 8 de abril, de Prevención Ambiental de Castilla y León.
- Ley 21/2013 de 9 de diciembre de Evaluación Ambiental.
- Ley 8/2014, de 14 de octubre por la que se modifica la Ley 11/2003, de 8 de abril, de Prevención Ambiental de Castilla y León (modifica varios apartados de la Ley y la adapta a la normativa básica estatal)

Pero también se ha tenido en cuenta la siguiente legislación para el diseño de ósmosis inversa y la nave en la que se encontrará.

### Legislación de aguas

- REAL DECRETO LEGISLATIVO 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- REAL DECRETO 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.
- REAL DECRETO-LEY 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.
- DIRECTIVA 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo por la que se establece un Marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de las aguas.



### **Legislación de suelos y residuos**

- REAL DECRETO 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.
- LEY 22/2011, de 28 de julio, de Residuos y Suelos contaminados.
- LEY 16/2002, de 1 de julio, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación.
- LEY 5/2013, de 11 de junio, por la que se modifican la Ley 16/2002 de 1 de julio, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación y la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

### **Legislación de la atmosfera**

- LEY 34/2007, de 15 de noviembre, de Calidad y Protección de la atmosfera.

### **Legislación del ruido**

- LEY 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.
- REAL DECRETO 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.
- REAL DECRETO 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- REAL DECRETO 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico "DB-HR Protección frente al Ruido" del Código Técnico de la Edificación y se modifica el R.D. 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

### **Legislación ambiental**

- LEY 21/2013 de 9 de diciembre de Evaluación Ambiental
- LEY 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero.
- LEY 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental
- LEY 11/2014, de 3 de julio, por la que se modifica la ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental

### **3.- Decisión de realizar la evaluación de impacto ambiental**

Se realiza una evaluación de impacto ambiental ordinaria según el artículo 7 de la Ley 21/2013 de 9 de diciembre de Evaluación Ambiental.

### **4.- Localización de las obras**

La nave y la instalación del sistema de ósmosis inversa se realizarán dentro de la parcela de la industria papelera de Almazán (Soria), situada en la Carretera de Gómara, Km 1.

Al estar dentro de la industria no afecta mucho al paisaje ni al entorno, ya que se encuentra en una zona industrial.

### **5.- Información y diagnóstico del medio sin proyecto**

La industria papelera es una gran consumidora de agua para la realización del papel y cartoncillo. El no tener un sistema de reutilización de aguas hace que consuma mucha del río Duero, teniendo que hay que tratarla para luego verter al río con las cantidades de contaminantes que permitidas por la legislación.

### **6.- Descripción de las acciones de la construcción**

Las acciones que un proyecto ejerce sobre el medioambiente se agrupan en tres fases:

1. Fase de localización
2. Fase de construcción
3. Fase de funcionamiento

#### **Fase de localización**

Se define la ubicación, descrita en el apartado 3 de este anejo, y se observa la transformación que va a haber en el medio, teniendo en cuenta distintos factores medioambientales, sociales, económicos,....

#### **Fase de construcción**

En esta fase se causan unos efectos en el suelo como:

- Movimiento de tierras
  - Excavaciones
  - Terraplenes
- Operaciones en el suelo
  - Zanjias
  - Caminos
  - pozos

Para realizar estas actividades habrá maquinaria que altere el aire con gases y ruido.

### **Fase de funcionamiento**

Los efectos que causa el funcionamiento de este proyecto en el medio ambiente son muy variados.

Las acciones son también llamadas aspectos ambientales, por eso en el siguiente apartado los identificamos.

## **7.- Identificación de los elementos y de las acciones del proyecto susceptibles de producir impacto**

Los elementos y acciones susceptibles de producir impacto se le llaman aspectos ambientales.

Para la identificación de los aspectos ambientales, primero vamos a conocer la definición de aspecto medioambiental (según EMAS): elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que tiene o puede tener un impacto en el medioambiente.

Estos pueden estar relacionados con el consumo (materias primas, energía...) o con los productos de salida (emisión de gases, generación de residuos, etc...).

Los aspectos identificados en este proyecto son:

- Emisiones a la atmosfera de polvo y gases a la hora de la construcción.
- Vertidos controlados e incontrolados a las aguas y alcantarillado.
- Generación de residuos peligrosos y no peligrosos.
- Generación y emisión de ruido, calor, olores, vibraciones e impacto ambiental.
- Uso del suelo, agua, y energía.
- Prevención de situaciones de emergencia (incendios).
- Repercusiones en la sociedad y en la economía.

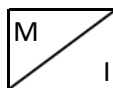
- Consecuencias en los ecosistemas.

## 8.- Evaluación de los posibles impactos ambientales

La definición de impacto ambiental (según ISO 14001) cualquier cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización.

Para la identificación de los impactos ambientales asociados a los aspectos descritos anteriormente, se utilizan las matrices interactivas. Esta muestra las acciones del proyecto o actividades en un eje y los factores pertinentes a lo largo del otro eje de la matriz [18].

En este anejo utilizaremos la matriz de Leopold (Tabla 11.1.), en la que se debe considerar cada acción y su potencial impacto sobre cada elemento ambiental. Cuando se prevé un impacto, la matriz aparece marcada con una línea en diagonal en la correspondiente casilla de es interacción. [18]



M = magnitud (escala del impacto)

I = Interacción (Importancia, grado de intensidad)

El segundo paso es describir la interacción en términos de magnitud e importancia. A la “magnitud” de una interacción se le asigna un valor numérico del 1 al 10, donde 10 representa gran magnitud y a la “importancia” de una interacción, relacionada con lo significativa que sea, o con la evaluación de las consecuencias probables de un impacto previsto, se le asigna un valor del 1 al 10, siendo 10 la representación de una interacción muy importante. [18]

Siendo los valores [19]:

- Magnitud en función de la extensión del impacto ambiental producido:
  - Puntual 1-2
  - Parcial 3-4
  - Medio 5-6
  - Extensa 7-8
  - Total 9-10

- Interacción en función a las consecuencia del impacto sobre el componente ambiental u a su importancia sobre el medio:
  - Muy baja 1-2
  - Baja 3-4
  - Moderada 5-6
  - Alta 7-8
  - Muy alta 9-10

Tabla 11.1. Matriz de Leopold

| Elementos ambientales / Acciones impactantes |                |                             | Preparación del terreno       | Construcción e instalación |              |                       |                        |                            | Mantenimiento             | TOTAL  |
|----------------------------------------------|----------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------|-----------------------|------------------------|----------------------------|---------------------------|--------|
|                                              |                |                             | Acondicionamiento del terreno | Cimentación                | Construcción | Instalación eléctrica | Instalación hidráulica | Sistema de ósmosis inversa | Manutenimiento del equipo |        |
| Características físicas y químicas           | Tierra         | Suelo                       | 5/8                           | 3/10                       | 2/10         |                       |                        |                            |                           | 10/28  |
|                                              | Agua           |                             | 1/6                           |                            |              |                       | 3/8                    | 2/6                        |                           | 6/20   |
|                                              | Atmósfera      | Calidad del aire            | 2/8                           |                            |              |                       |                        |                            |                           | 2/8    |
|                                              |                | Ruido y vibraciones         | 2/8                           | 2/7                        | 2/7          | 2/7                   | 2/7                    | 2/7                        | 2/7                       | 14/50  |
| Condiciones biológicas                       | Flora          | Cobertura herbácea          | 5/9                           |                            |              |                       |                        |                            |                           | 5/9    |
|                                              |                | Especies en peligro         | 1/10                          |                            |              |                       |                        |                            |                           | 1/10   |
|                                              | Fauna          |                             | 3/7                           | 2/2                        | 1/1          |                       |                        |                            |                           | 6/10   |
| Factores socioeconómicos                     | Nivel cultural | Trabajo y ocupación laboral | 2/8                           | 3/10                       | 2/10         |                       |                        |                            | 1/8                       | 8/36   |
| TOTAL                                        |                |                             | 21/64                         | 10/29                      | 7/28         | 2/7                   | 5/15                   | 4/13                       | 3/15                      | 52/171 |

Una vez construida la matriz de Leopold, identificamos que el aire es uno de los medios más afectados en la ejecución de este proyecto, debido al ruido y las vibraciones. También cabe destacar que en la ejecución de las obras el suelo se ve sometido a un gran impacto debido a las excavaciones del acondicionamiento del terreno, la cimentación y la construcción de la nave.

Este proyecto tendrá un impacto positivo en relación con el trabajo y la ocupación laboral.

En cuanto al sumatorio total de las magnitudes e interacciones, indica que la magnitud tiene un valor menor en relación con la interacción, eso significa que el impacto ambiental producido por este proyecto es mínimo y se podrá llevar a cabo perfectamente.

## **9.1.- Medidas preventivas y correctoras**

Se definen estas medidas para la minimización de los impactos negativos producidos en este proyecto.

### **Medidas preventivas**

Se realizarán antes de que surjan los impactos ambientales.

- Correcto mantenimiento de la maquinaria a utilizar al igual que de los medios de transporte, para evitar pérdidas de aceites, humos y ruido.
- Se realizarán puestas en punto y revisiones pertinentes de la maquinaria mientras la obra.
- Señalización de los contenedores de residuos durante las obras, y control de los mismos. (Anejo 9)

### **Medidas correctoras**

Se tienen en cuenta en la implantación del presente proyecto, de acuerdo con la legislación vigente de la Ley 11/2003 de 8 de abril, de Prevención Ambiental de Castilla y León.

Las medidas correctoras son las modificaciones a las que se le somete a un proyecto para evitar, minimizar, modificar o compensar el efecto de las mismas con el medio, siendo factibles y económicamente viables. Realizándose en todas las fases.

Teniendo identificados los impactos las medidas correctoras son:

- El transporte de materiales se realizará por la noche, para que haya un menor consumo de carburantes no cogiendo atascos y reduciendo las emisiones a la atmósfera.
- Los equipos de impulsión se aislarán acústicamente y se disminuirán las vibraciones, con una base de hormigón donde se colocarán estos. Durante el funcionamiento de los equipos de impulsión se realizarán las tareas en las que

el ruido sea elevado, por ello los trabajadores de la zona deberán utilizar protección para la potencia acústica.

- Todos los residuos generados en la planta durante la construcción serán reutilizados, valorizados o minimizados. En cambio durante la producción la generación de residuos es menor, no obstante cabe destacar que las membranas obsoletas serán gestionadas por la empresa proveedora Hydranautics. Asimismo, los envases de los distintos reactivos utilizados se gestionarán mediante una empresa gestora de residuos sólidos.
- Para disminuir la fuga de los equipos se diseñan con un espesor de corrosión adicional al determinado diseño mecánico. Además no se construirán vigas de hormigón alrededor de los tanques de almacenamiento de ácidos ya que estos constan de doble pared para evitar fugas, aun así se vigilarán periódicamente los depósitos y equipos.
- Se tendrán contenedores de químicos cerrados herméticamente para que no se evaporen estos ácidos.

#### **Otras medidas correctoras**

- No se sobrecargarán las estructuras por encima del límite de seguridad.
- Climatización natural debido a la portera de 36 m<sup>2</sup> de superficie, más que suficiente para asegurar la ventilación de la nave. Además la puerta será corredera y no será de vaivén.
- Los impactos producidos por ruido, vibraciones y tránsito de vehículos son mínimos ya que solo se producirán cuando se realice alguna descarga de materias primas.
- Se barrerá periódicamente para que no haya acumulación de polvo en el suelo.
- Integración con las instalaciones que hay alrededor para no causar impacto visual.

- Las superficies iluminantes naturales o artificiales sumarán al menos 1/6 de la planta del local, además tendrán iluminación uniforme evitando los deslumbramientos y los reflejos.
- La intensidad de la iluminación nunca será inferior a los mínimos reglamentarios.
- Se regará el suelo en caso de que se pueda producir nubes de polvo por sequía, a la hora del movimiento de tierras.
- Los materiales y locales tendrán una resistencia al fuego de 2 horas por lo menos.
- Habrá sistemas de extinción de incendios manual, extintores. Colocados en sitios visibles, señalizados y con fácil acceso además de estar colocados en sitios cerca de peligro, como en la caja de protección de la instalación eléctrica.
- Se dispondrá de sacos de arena seca o vermiculita en caso de derrames de ácido sulfúrico en el suelo.
- La cantidad de productos a almacenar de riesgo no será mayor que la permitida.
- Las vías de tránsito y espacios entre maquinarias tendrán la amplitud.

La aplicación de las medidas correctoras expuestas requiere de un seguimiento y control para comprobar su cumplimiento y eficacia y así aumentar el grado de seguridad de la planta y trabajadores de la misma y disminuirán los riesgos e impactos.



## **10.- Cumplimiento de la normativa**

Es obligatorio el cumplimiento de la normativa vigente. Se aplicaran todos los reglamentos, normas y decretos citados anteriormente que afectan a la actividad, para evitar daños al medio ambiente, personas y bienes, además de la alteración de las condiciones de salubridad.

Teniendo en cuenta la Ley 8/2014, de 14 de octubre por la que se modifica la Ley 11/2003, de 8 de abril, de Prevención Ambiental de Castilla y León (modifica varios apartados de la Ley y la adapta a la normativa básica estatal), y la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

Para que conste, firmo el presente documento en Almazán (Soria); enero 2016

Fdo.: Raquel Martínez Rodrigo

Grado en Ingeniería Forestal: Industrias Forestales

**ANEJO 12:  
ESTUDIO DE  
SEGURIDAD Y  
SALUD**

## ÍNDICE

|                                                                                                      | Página |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1.- Objeto del Estudio de Seguridad y Salud.....                                                     | 134    |
| 2.- Características del proyecto .....                                                               | 134    |
| 2.1.- Denominación .....                                                                             | 134    |
| 2.2.- Presupuesto.....                                                                               | 134    |
| 2.3.- Designación de los coordinadores en materia de Seguridad y Salud .....                         | 135    |
| 2.4.- Justificación del Estudio de Seguridad y Salud .....                                           | 135    |
| 2.5.- Plazo de ejecución .....                                                                       | 136    |
| 3.- Características de la obra .....                                                                 | 136    |
| 3.1.- Descripción de la obra.....                                                                    | 136    |
| 3.2.- Plazo de ejecución de las obras.....                                                           | 137    |
| 3.3.- Número de trabajadores.....                                                                    | 137    |
| 4.- Riesgos .....                                                                                    | 137    |
| 4.2.- Prevención de riesgos.....                                                                     | 139    |
| 4.2.1.- Protecciones colectivas .....                                                                | 140    |
| 4.2.2.- Protecciones individuales .....                                                              | 140    |
| 4.3.- Análisis de peligrosidad de los químicos a utilizar .....                                      | 141    |
| 4.4.- Problemas que nos podemos encontrar a la entrada y salida del sistema de ósmosis inversa. .... | 144    |
| 4.5.- Prevención de riesgos a terceros .....                                                         | 146    |
| 4.6.- Prevención de riesgos en trabajos de mantenimiento .....                                       | 147    |
| 5.- Normativa .....                                                                                  | 148    |
| 6.- Condiciones de los elementos de protección personal o colectiva.....                             | 148    |
| 7.- Condiciones de índole facultativa .....                                                          | 150    |
| 8.- Obligaciones del promotor .....                                                                  | 151    |
| 9.- Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo.....                                                     | 151    |
| 10.- Obligaciones de contratistas y subcontratistas .....                                            | 152    |
| 11.- Obligaciones de los trabajadores autónomos .....                                                | 153    |
| 12.- Libro de incidencias .....                                                                      | 154    |
| 13.- Paralización de los trabajos .....                                                              | 154    |
| 14.- Derechos de los trabajadores .....                                                              | 155    |
| 15.- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud que deben aplicarse en las obras .....               | 155    |

## **ANEJO 12.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

### **1.- Objeto del Estudio de Seguridad y Salud**

Este anejo está en cumplimiento del Artículo 4, apartado 1 del Real Decreto 1627/1997 del 24 de Octubre, con el fin de establecer las previsiones respecto a las prevenciones de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento, mantenimiento y las instalaciones perceptivas de Higiene y Bienestar de los Trabajadores.

Servirá para marcar las directrices básicas a la Empresa Constructora que elaborara un Plan de Seguridad y Salud, el que analizará, estudiará, desarrollará y complementará, en función de su propio sistema de Ejecución de Obra, las previsiones contenidas en el Presente Estudio.

Dicho Plan de Seguridad y Salud, deberá ser presentado antes del inicio de la Obra a la aprobación expresa del Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución o al que sustituya en la Coordinación de Seguridad y Salud.

### **2.- Características del proyecto**

#### **2.1.- Denominación**

Las Obras se refieren a la construcción de una nave para la instalación de una planta de ósmosis inversa para el tratamiento de las aguas de una industria papelera en el municipio de Almazán (Soria).

#### **2.2.- Presupuesto**

El presupuesto destinado a obra civil del presente proyecto asciende a 1.425.584,41 € (con 21% IVA) de los cuales 19.255,97 € se destinan a Seguridad y Salud.

### **2.3.- Designación de los coordinadores en materia de Seguridad y Salud**

Según el Artículo 3 Capítulo II del R.D. 1627/1997, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, el promotor designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto en obra.

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor, antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

La designación de Coordinador en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona. Esta designación no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actúen, apliquen de forma coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesario la designación del Coordinador.

### **2.4.- Justificación del Estudio de Seguridad y Salud**

El R.D. 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción; se establece en su Artículo 4, Capítulo II la obligatoriedad de realizar en fase de Proyecto un “Estudio de Seguridad y Salud o un Estudio Básico de Seguridad y Salud en las obras”.

Dado el primero de los supuestos referidos en el punto 1 del Artículo 4 Capítulo II del citado R.D. 1627/1997 según se relaciona a continuación, se hace necesario el desarrollo de un Estudio de Seguridad y Salud:

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.760,00 €.
- Que la duración estimada será superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

## **2.5.- Plazo de ejecución**

Efectuando un estudio preliminar de la obra (véase anejo 10), se calcula factible su realización en un plazo no superior a 5 meses.

Para la conclusión de las obras en el plazo comentado anteriormente, se prevé una media de 4 operarios durante la ejecución de las mismas. Esta cantidad podría aumentarse ligeramente en algunas de las etapas de la Ejecución.

## **3.- Características de la obra**

### **3.1.- Descripción de la obra**

Este Estudio de Seguridad y Salud se refiere a la construcción de la nave con una superficie construida total de 480 m<sup>2</sup> y a la instalación del sistema de ósmosis inversa en dicha nave.

#### **Nave**

Las cimentaciones de la nave serán a base de zapatas aisladas de hormigón armado. Las estructuras serán en base a cerchas de acero en perfiles laminados europeos, con dos aguas sobre pilares de acero y en perfiles laminados. Los cerramientos serán de hormigón macizo hasta la cubierta, que esta será de chapa de acero prelacada atornillada a las correas.

### **Sistema ósmosis inversa**

Se instalarán los bastidores de ósmosis inversa y los equipos de impulsión. Antes de que el agua entre a los bastidores se necesita de dos pretratamientos, se le añadirá  $H_2SO_4$  para regular el pH y un antiincrustante para evitar la disposición sales en las membranas. También se instala un sistema de limpieza de las membranas.

### **3.2.- Plazo de ejecución de las obras**

Se estima un plazo de obras de 95 días laborales a lo largo de 4 meses y 3 semanas.

### **3.3.- Número de trabajadores**

Se estima un número máximo de trabajadores que simultáneamente sea de 4.

## **4.- Riesgos**

### **Movimientos de tierras (excavaciones)**

- Existencia de conducciones enterradas
- Atropellos por maquinaria
- Atrapamientos
- Colisiones y vuelcos
- Caídas en zanjas de cimentación
- Polvo
- Ruido y vibraciones
- Lesiones de los operarios
- Trabajos en zonas húmedas
- Condiciones adversas de meteorología

### **Cimentación**

- Atropellos por maquinaria
- Atrapamientos
- Colisiones y vuelcos
- Caídas en zanjas de cimentación

- Polvo
- Ruido y vibraciones
- Lesiones de los operarios
- Trabajos en zonas húmedas
- Condiciones adversas de meteorología

### **Estructura**

- Atropellos por maquinaria
- Colisiones y vuelcos
- Caídas desde alturas de objetos
- Caídas desde alturas de personas
- Electrocutación
- Quemaduras por soldaduras
- Afecciones oculares por soldaduras
- Cortes y golpes
- Ruido y vibraciones
- Lesiones de los operarios
- Trabajos en zonas húmedas
- Condiciones adversas de meteorología

### **Cubierta**

- Hundimiento por excesos de carga en acopios
- Caídas desde alturas de objetos
- Caídas desde alturas de personas
- Lesiones de los operarios
- Condiciones adversas de meteorología
- Trabajos en zonas húmedas
- Radiaciones
- Ruido y vibraciones

### **Albañilería**

- Caídas desde alturas de objetos
- Caídas desde alturas de personas
- Lesiones de los operarios, cortes y golpes
- Ruido y vibraciones
- Desplome de andamios
- Polvo
- Electrocutación



### **Carpintería**

- Caídas desde alturas de objetos
- Atrapamientos
- Lesiones de los operarios, cortes y golpes
- Ruido y vibraciones
- Desplome de andamios
- Polvo
- Electrocutación

### **Instalaciones (electricidad, saneamiento, del sistema de ósmosis inversa, bombas, tuberías,...)**

- Atropellos por maquinaria
- Colisiones y vuelcos
- Caídas desde alturas de objetos
- Caídas desde alturas de personas
- Electrocutación
- Quemaduras y radiaciones por soldaduras
- Afecciones oculares por soldaduras
- Cortes y golpes
- Ruido y vibraciones
- Lesiones de los operarios
- Trabajos en zonas húmedas
- Contactos eléctricos

## **4.2.- Prevención de riesgos**

A continuación se relacionan las medidas técnicas preventivas tendentes a desaparecer los riesgos evitables y prevenir los no evitables. Estas medidas estarán formadas por protecciones colectivas y cuando estas no resulten suficientes o su aplicación suponga un riesgo mayor que su no aplicación según las circunstancias que concurren en cada caso; estas serán sustituidas y/o complementadas con protecciones individuales. Todo ello será complementado con la información y formación suficientes que el coordinador en materia de seguridad de la obra considere necesarias para que cada operario conozca los riesgos residuales.

#### 4.2.1.- Protecciones colectivas

- Se solicitará por escrito a las compañías suministradoras la existencia de conducciones enterradas.
- Delimitación de la zona de trabajo con vallas y/o cinta de balizamiento.
- Topes de desplazamiento de la maquinaria.
- Señalización luminosa y acústica del desplazamiento de la maquinaria.
- Colocación de redes elásticas de resistencia adecuada.
- Retirada inmediata de elementos de desecho manteniendo las zonas de trabajo limpias.
- Reserva de zonas específicas para acopio de materiales genéticos.
- Reserva de zonas específicas para acopio de materiales tóxicos y/o peligrosos.
- Manipulación por personal especializado.
- Iluminación adecuada.
- Prohibición de realizar trabajos simultáneos en la misma vertical.
- Los andamios estarán perfectamente aplomados, nivelados y ensamblados. Tendrán un anclaje a la pared cada 20 m<sup>2</sup>.
- No volarán cargas sobre las zonas de paseo. Si esto fuera imprescindible se protegerán las zonas de paso con marquesinas de resistencia adecuada.
- Se dispondrán extintores.
- Se dispondrán tomas de tierra e interruptores diferenciales.
- La maquinaria y herramientas estarán en perfecto estado de uso.
- El personal tendrá la formación necesaria y adecuada al trabajo a desarrollar.
- Existirá en la obra un botiquín con equipamiento suficiente para pequeños accidentes y curas de urgencia que se renovará inmediatamente tras su uso.
- Se dispondrán vestuarios y servicios higiénicos debidamente dotados, pudiendo usar los de la industria.

#### 2.4.2.- Protecciones individuales

Se utilizarán cuando no sea posible la utilización de elementos de protección colectiva, estos resulten insuficientes o la utilización de una protección colectiva suponga un riesgo mayor que la individual.

- Cascos.
- Guantes de tipo dieléctrico, antideslizante, de goma y de cuero.
- Botas de tipos de agua, de seguridad y dieléctricas.
- Monos.
- Mandiles de cuero.
- Trajes de agua.
- Gafas antipolvo e impactos.

- Pantalla para soldar.
- Máscaras antipolvo.
- Protectores auditivos.
- Protectores respiratorios.
- Cinturones de seguridad de caídas
- Faja y muñequeras para manipulación de cargas pesadas.

### 4.3.- Análisis de peligrosidad de los químicos a utilizar

Para ello se va a estudiar las hojas de peligrosidad de los compuestos que se utilizan en la planta, ya sea como pretratamiento o como limpieza, publicadas en el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).

#### Ácido cítrico [20]

El ácido cítrico es el reactivo utilizado para la limpieza de las membranas. En la Figura 12.1. se encuentra el código NFPA.

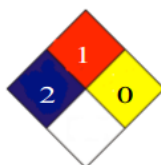


Figura 12.1. Código NFPA del ácido cítrico

En donde:

- La zona roja es la inflamabilidad: 1- sobre 93° C
- La zona azul es el nivel de riesgo a la salud: 2- Peligroso.
- La zona amarilla es la reactividad: 0- estable
- La zona blanca es el riesgo específico: no tiene.

A continuación se resumen los riesgos y peligros más característicos del mismo:

- **Peligros físicos:** sustancia combustible, las partículas finamente dispersas forman mezclas explosivas en el aire.
- **Peligros químicos:** reacciona con oxidantes, reductores y bases.

- **Riesgo humano:** la inhalación provoca sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria. En contacto con la piel provoca enrojecimiento al igual que con los ojos. Su ingestión provoca tos fuerte.

### Hidróxido de amonio [21]

El hidróxido de amonio al igual que el ácido cítrico, se utiliza para la limpieza de las membranas de ósmosis inversa. En la Figura 12.2. aparece el código NFPA del hidróxido de amonio y a continuación el análisis de peligrosidad del mismo.



Figura 12.2. Código NFPA del hidróxido de amonio

Donde:

- Rojo – Inflamabilidad – 0 - No se inflama
- Azul – Riesgos a la salud - 3 – Muy peligroso
- Amarillo – Reactividad – 0 - Estable
- Blanco – Riesgo específico – OX - Oxidante

Análisis de peligrosidad:

- **Peligros físicos:** no combustible
- **Peligros químicos:** Reacciona con muchos metales y sus sales dando lugar a la formación de compuestos explosivos. Ataca a muchos metales formando un gas inflamables de hidrogeno.
- **Riesgo humano:** su inhalación provoca sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria, jadeo y dolor de garganta. En contacto con la piel y los ojos es corrosivo y provoca enrojecimiento y dolor. Su ingestión produce calambres abdominales, vómitos y dolor de garganta.
- **Riesgo ambiental:** sustancia muy toxica para los organismos acuáticos.

### Ácido sulfúrico [5]

El ácido sulfúrico se emplea para bajar el pH, para que las membranas puedan tener un pH adecuado para su trabajo. En la figura 12.3. se muestra su código NFPA.



Figura 12.3. Código NFPA correspondiente al ácido sulfúrico.

Donde:

- Rojo – Inflamabilidad – 0 – No se inflama.
- Azul – Riesgos para la salud – 3 – Muy peligroso.
- Amarillo – Reactividad – 2 – Inestable en caso de cambio químico violento.
- Blanco – Riesgo específico – W – No usar agua.

A continuación presentamos su peligrosidad:

- **Peligros físicos:** No combustible. Muchas reacciones pueden producir incendio o explosión en caso de incendio se desprende humos (o gases) tóxicos e irritantes. Riesgo de incendio y explosión en contacto con bases, sustancias combustibles, oxidantes, agentes reductores o agua.
- **Peligros químicos:** La sustancia es un oxidante fuerte y reacciona violentamente con materiales combustibles y reductores también con bases y es corrosiva para la mayoría de metales, más comunes.
- **Riesgo humano:** es corrosivo, en su inhalación hay sensación de quemazón, dolor de garganta, tos, dificultad respiratoria y jadeo. En contacto con la piel y ojos enrojecimiento, dolor, ampollas y quemaduras graves. Por ingestión dolor abdominal, sensación de quemazón y shock o colapso.
- **Riesgo ambiental:** La sustancia es nociva para los organismos acuáticos.

### Antiincrustante [4]

El antiincrustante, como se ha comentado anteriormente se adquiere a una marca comercial. Al no conocer la totalidad de reactivos ni las cantidades de los mismos, es necesario ponerse en contacto con la empresa proveedora.

En este caso la empresa de la cual se provee es *Genesys*, esta se encarga de facilitar la ficha de seguridad del producto, en la que se encuentran las características de seguridad:

- **Peligros físicos:** no es altamente inflamable, su contacto con llama provoca vapores irritables, tóxicos y molestos.
- **Peligros químicos:** ningún peligro significativo.
- **Riesgo humano:** puede provocar irritación en las vías respiratorias, en los ojos, irritación cutánea. Su ingestión provoca irritación de las membranas de mucosas.
- **Riesgo ambiental:** nocivo para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

#### 4.4.- Problemas que nos podemos encontrar a la entrada y salida del sistema de ósmosis inversa.

Tabla 12.1 Entrada al bastidor de ósmosis inversa

| Problema        | Causa                                     | Consecuencia                                                            | Acciones a tomar                              |
|-----------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| No hay flujo    | Paro del proceso.                         | Paralización del proceso.                                               | Instalación de medidor de caudal.             |
|                 | Fallo de la bomba de alta presión.        | Deterioro de las membranas.                                             | Alarmas de bajo caudal.                       |
|                 | Rotura, fuga u obstrucción de línea.      | Si el fallo es anterior a la bomba de alta presión esta podría dañarse. | Revisión periódica de líneas                  |
|                 | Ensuciamiento membranas.                  |                                                                         |                                               |
| De más de flujo | Fallo de la bomba.                        | Mal funcionamiento de membranas por sobrepaso de límites de diseño.     | Instalación de válvula de control del caudal. |
|                 | Fallo en válvula de regulación de caudal. | Disminución calidad de permeado.                                        | Lazo de control del caudal.                   |
|                 | Fallo en la bomba                         | Mal funcionamiento de la membrana,                                      | Disminución calidad de                        |

|                   |                                                                                          |                                                                                                                        |                                                                                                 |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| De más de presión | de alta presión.                                                                         | puede llegar a romperse.                                                                                               | permeado.<br>Instalar un medidor de presión a la salida de la bomba.<br>Alarma de alta presión. |
| Menos flujo       | Fallo de la bomba.<br>Obstrucción o fuga en la línea.<br>Ensuciamiento de las membranas. | Disminución de la producción.<br>Si el fallo es anterior a la bomba de alta presión podría trabajar a vacío y dañarse. | Ídem a No flujo                                                                                 |
| Menos presión     | Fallo de la bomba.<br>Fuga en tuberías.                                                  | Disminución de la calidad del permeado.                                                                                | Instalar medidor de presión.<br>Alarma de baja presión.                                         |
| Flujo inverso     | Fallo de la bomba.                                                                       | No se alcanza la producción deseada.                                                                                   | Instalar válvula anti retorno.                                                                  |

Tabla 12.2. Salida del permeado

| Problema        | Causa                                                                                                | Consecuencia                                                                    | Acciones a tomar                                                    |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| No hay flujo    | Fallo de la bomba.<br>Rotura, fuga u obstrucción de línea.<br>Ensuciamiento severo de las membranas. | Acumulación de permeado, que provoca sobrecarga del sistema de ósmosis inversa. | Instalación de medidor de caudal.<br>Alarma de bajo caudal.         |
| De más de flujo | Fallo de la bomba.<br>Fallo en la válvula de regulación de                                           | Disminución de la calidad del permeado.<br>Mayor concentración                  | Instalación de válvula de control.<br>Lazo de control del caudal de |

|             |                                                                                                                    |                                                                               |                                                    |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
|             | caudal.                                                                                                            | de sales en el rechazo.<br>Aparición de incrustaciones.                       | alimentación.<br>Alarma de control de alto caudal. |
| Menos flujo | Fallo en el sellado de equipos.<br><br>Rotura, fuga u obstrucción de línea.<br><br>Ensuciamiento de las membranas. | Disminución de la producción.<br><br>Acumulación del permeado en el bastidor. | Ídem a No hay flujo.                               |
| Flujo       | Fallo de la bomba de impulsión del permeado.                                                                       | Ídem a No hay Flujo                                                           | Instalación de válvula anti retorno.               |

#### 4.5.- Prevención de riesgos a terceros

Para evitar los posibles daños a terceros se señalizaran, acorde a la normativa vigente, los accesos a la obra, salidas de camiones a la vía pública, prohibición del acceso a la obra de personal no autorizado y vallado de la obra.

Habrà señalización de uso obligatorio (Figura 12.4.), de prevención (Figura 12.5.) y de prohibición (Figura 12.6.) [22]



Figura 12.4. Señalización de uso obligatorio





Figura 12.5. Señalización de prevención



Figura 12.6. Señalización de prohibición

#### 4.6.- Prevención de riesgos en trabajos de mantenimiento

El mantenimiento posterior de las obras se realizara contemplando las mismas medidas de seguridad frente a cada riesgo específico. Los trabajos de estructura, así como reparaciones de cubierta o canalones se realizara utilizando elementos de protección adecuados como andamios o redes anticaídas acorde a las normativas.

## 5.- Normativa

Serán de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- LEY 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 39/1997 de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. 485/1997 de 14 de abril, sobre Disposiciones Mínimas en Materia de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- R.D. 486/1997 de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de Trabajo.
- R.D. 487/1997 de 14 de abril, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud relativas a la Manipulación Manual de Cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- R.D. 1407/1992 de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los Equipos de Protección Individual.
- R.D. 1627/1997 de 20 de octubre, por el que se establecen Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.
- R.D. 1316/1989 de 27 de octubre sobre la Protección de los Trabajadores frente a los Riesgos derivados de su exposición al Ruido durante el trabajo.
- Estatuto de los trabajadores.
- Ordenanza general de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Ordenanzas municipales (Almazán).

## 6.- Condiciones de los elementos de protección personal o colectiva

Todos los elementos de protección personal o colectiva tendrán un periodo de vida útil; desechándose al final de este y repuestos de inmediato.

Cuando las circunstancias del trabajo o el inadecuado uso produzca un deterioro prematuro de los elementos de protección personal o colectiva, estos se desecharán con independencia de su vida útil y serán repuestos de inmediato.

Todos los elementos de protección personal o colectiva que sin haber llegado a su vida útil hayan sufrido un trato próximo al máximo para que el fabricante de las especificaciones serán desechados y repuestos de inmediato.

Cuando la utilización de un elemento de protección personal o colectiva suponga un riesgo en si misma se empleará un elemento alternativo y suficientemente eficaz.

### **Elementos de protección personal**

En todo momento cumplirán con en R.D. 1407/1992 de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los Equipos de Protección Individual.

En el caso de que no exista en la normativa, los elementos de protección personal serán de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones.

### **Elementos de protección colectiva**

- Vallas autónomas de limitación y protección que tendrán una altura de 90 cm, construidas con materiales resistentes y suficientemente estables para mantener la verticalidad.
- Las maquinas que se empleen en la obra dispondrán de avisadores ópticos durante su recorrido hacia delante y acústicos durante su recorrido hacia atrás de tal modo que su nivel sonoro sea audible.
- Los topes de desplazamientos de vehículos se podrán realizar con un par de tablonces embridados fijados al terreno de forma eficaz.
- Las redes anticaídas serán redes de resistencia adecuada. La cuadrícula máxima será de 10 x 10 cm. Irán fijadas adecuadamente a los paramentos y/o forjados con mástiles y horcas. Los distintos módulos de red se unirán entre sí de manera efectiva. Se sustituirán si una cuadrícula está rota o deteriorada. Se sustituirán igualmente después de 6 meses.
- Los andamios estarán perfectamente aplomados, nivelados y ensamblados. Tendrán un anclaje a la pared cada 20 m<sup>2</sup>. Las plataformas irán ancladas a las partes metálicas. Contará con barandillas rígidas de 90 cm y rodapié de 15 cm en los laterales y en el exterior.
- No se volaran cargas en las zonas de paso. Si esto fuera imprescindible se protegerá las zonas de paso con pórticos de pie metálico y dintel de tablonces embridados y cubierta cuajada de tablonces de resistencia adecuada a los objetos que se prevé que puedan caer.
- El acopio de los materiales tóxicos y/o peligrosos se realizara en zonas específicas separadas adecuadamente del resto.
- Se dispondrán de extintores adecuados al tipo de fuego que sea previsible. Se revisaran periódicamente.
- La sensibilidad mínima de los interruptores diferenciales será de 30 mA para iluminación y de 630 mA para fuerza. La resistencia de las tomas de tierra no serán superior a la que garantice, de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial, una tensión de contacto directo de 24 V. la resistencia de la toma de tierra se medirá periódicamente.

- El bastidor poseerá dos pantallas de protección, una en frente de los tubos de presión, a una altura mínima de 2,5 m y que cubra todo el frente. Estas serán realizadas por planchas metálicas, solidas de un espesor mínimo de 2 mm y serán fácilmente removibles para efectuar el mantenimiento de los tubos de presión.

### **Servicios de prevención, vigilancia y control**

La empresa constructora contará con asesoramiento técnico en materia de Seguridad. Así mismo contara con un servicio médico propio o mancomunado.

La empresa constructora nombrara un vigilante en materia de Seguridad y Salud de acuerdo con lo previsto en la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Se construirá un Comité cuando el número de trabajadores supere el previsto en la Ordenanza de la Construcción, o en su caso lo que disponga el Convenio Colectivo Provincial.

### **Instalaciones médicas y de higiene y bienestar**

El botiquín se revisara mensualmente y se renovara inmediatamente el material consumido.

El vestuario dispondrá de una taquilla por trabajador, tendrá bancos, ventilación e iluminación suficientes.

Los servicios higiénicos tendrán un lavabo y una ducha por cada 10 trabajadores de la industria y un W.C. estarán debidamente equipados. Los vertidos se realizaran a la red de saneamiento.

## **7.- Condiciones de índole facultativa**

Antes de dar comienzo las obras el contratista consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

El contratista, a la vista de este proyecto, presentará un Plan de Seguridad y Salud que deberá ser aprobado por el coordinador en materia de Seguridad y Salud.

El contratista exigirá a los posibles subcontratistas el cumplimiento en todo momento de las condiciones del Proyecto y del Plan de Seguridad y Salud, de lo cual será responsable. Del mismo modo el contratista dará cuantas facilidades fueran precisas a los subcontratistas para que éstos puedan cumplir fehacientemente con dichas condiciones.

El Plan de Seguridad y Salud deberá estar en la obra a disposición de la dirección facultativa.

## **8.- Obligaciones del promotor**

Antes del inicio de los trabajos, el promotor designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos.

(En la introducción del Real Decreto 1627/1.997 y en el apartado 2 del Artículo 2 se establece que el contratista y el subcontratista tendrán la consideración de empresario a los efectos previstos en la normativa sobre prevención de riesgos laborales. Como en las obras de edificación es habitual la existencia de numerosos subcontratistas, será previsible la existencia del Coordinador en la fase de ejecución.)

La designación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud no eximirá al promotor de las responsabilidades.

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del Real Decreto 1627/1.997 debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

## **9.- Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo**

En aplicación del Estudio Básico de Seguridad y Salud, el contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio Básico y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio Básico.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la

misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero que siempre con la aprobación expresa del Coordinador. Cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. El Plan estará en la obra a disposición de la Dirección Facultativa.

(Se recuerda al Arquitecto que el Plan de Seguridad y Salud, único documento operativo, lo tiene que elaborar el contratista. No será función del Arquitecto, contratado por el promotor, realizar dicho Plan y más teniendo en cuenta que lo tendrá que aprobar, en su caso, bien como Coordinador en fase de ejecución o bien como Dirección Facultativa.)

## **10.- Obligaciones de contratistas y subcontratistas**

El contratista y subcontratistas estarán obligados a:

1. Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales y en particular:
  - El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
  - La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
  - La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
  - El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
  - La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
  - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
  - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
  - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
  - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
  - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
2. Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

3. Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
4. Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a seguridad y salud.
5. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados. Además responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

## **11.- Obligaciones de los trabajadores autónomos**

Los trabajadores autónomos están obligados a:

1. Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
  - El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
  - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
  - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
  - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
  - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
  - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
2. Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
3. Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.
4. Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
5. Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/ 1.997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas

de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

6. Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1.997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual.
7. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

## **12.- Libro de incidencias**

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del Coordinador. Tendrán acceso al Libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Sólo se podrán hacer anotaciones en el Libro de Incidencias relacionadas con el cumplimiento del Plan.

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el Coordinador estará obligado a remitir en el plazo de veinticuatro horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

## **13.- Paralización de los trabajos**

Cuando el Coordinador y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.



Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

#### **14.- Derechos de los trabajadores**

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

Una copia del Plan de Seguridad y Salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

#### **15.- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud que deben aplicarse en las obras**

Las obligaciones previstas en las tres partes del Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

Para que conste, firmo el presente documento en Almazán (Soria); enero 2016

Fdo.: Raquel Martínez Rodrigo

Grado en Ingeniería Forestal: Industrias Forestales

**ANEJO 13:  
ESTUDIO  
GEOTÉCNICO**

# ÍNDICE

|                              | Página |
|------------------------------|--------|
| 1.- Localización.....        | 156    |
| 2.- Estudio geotécnico ..... | 156    |

## ANEJO 13.- ESTUDIO GEOTÉCNICO

### 1.- Localización

El terreno objeto del presente Estudio Geotécnico se encuentra situado en la localidad de Almazán (Soria), en terreno del polígono industrial. Este terreno pertenece a la industria papelera de dicha localidad.

La localidad de Almazán se encuentra en la zona centro de la provincia de Soria, perteneciendo a la cuenca hidrográfica del río Duero.

### 2.- Estudio geotécnico

El promotor de la obra es el que se encarga de que se realice dicho estudio, según la Norma Tecnológica NTE-CEG. Este estudio determina la naturaleza y las propiedades del terreno necesarios para la cimentación de la nave a construir.

Según la NTE-CEG:

- Tenemos un edificio tipo M, por tener menos de tres plantas y una modulación media entre apoyos menor de 7 metros.
- Nuestra nave pertenece a la campaña de reconocimiento CEG-1 de categoría I, por existir edificaciones situadas a menos de 50 metros del terreno a edificar y no presentan grietas o desplomes originados por movimientos en el terreno.

Por eso, se hará una calicata cada 800 m<sup>2</sup>, en nuestro caso al tener la nave 480 m<sup>2</sup> se realizara una sola. Con una profundidad de 3 metros, nunca mayor de 10 metros, y tendrá una dimensión mínima de 750 mm.

El suelo en el que se establece la nave objeto del presente proyecto, es de apariencia arcillosa semidura sobre la roca madre granítica de gran firmeza y resistencia en 3-4 kg/cm<sup>2</sup> (mayor al valor de la carga máxima admisible sobre el terreno que es igual a 2 kg/cm<sup>2</sup>).

En la calicata realizada no se ha llegado a alcanzar la capa freática (acumulación de agua a poca superficie), ya que era poco posible debido a la localización del terreno en el que se instalara la nave.

Para que conste, firmo el presente documento en Almazán (Soria); enero 2016

Fdo.: Raquel Martínez Rodrigo

Grado en Ingeniería Forestal: Industrias Forestales

# **ANEJO 14: PLAN DE CONTROL DE CALIDAD**

## ÍNDICE

|                                                                                          | Página |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1.- Objeto y justificación.....                                                          | 158    |
| 2.- Control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas .....                  | 159    |
| 2.1.- Control de la documentación de los suministros.....                                | 159    |
| 2.2.- Control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad ..... | 160    |
| 2.3.- Control mediante ensayos.....                                                      | 160    |
| 3.- Control de ejecución de la obra .....                                                | 160    |
| 4.- Características de los materiales .....                                              | 161    |
| 4.1.- Hormigones.....                                                                    | 161    |
| 4.1.1.-Componentes del Hormigón .....                                                    | 163    |
| 4.2.- Aceros para el hormigón .....                                                      | 164    |
| 4.3.- Morteros.....                                                                      | 165    |
| 4.4.- Materiales cerramiento y cubierta.....                                             | 165    |
| 5.- Control de la obra terminada .....                                                   | 166    |

## ANEJO 14.- PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

### 1.- Objeto y justificación

Se prescribe el presente Plan de Control de Calidad, como anejo al presente proyecto, con el objeto de dar cumplimiento a lo establecido en el RD 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

Antes del comienzo de la obra el Director de la Ejecución de la obra realizará la planificación del control de calidad correspondiente a la obra objeto del presente proyecto, atendiendo a las características del mismo, a lo estipulado en el Pliego de condiciones de éste, y a las indicaciones del Director de Obra, además de a las especificaciones de la normativa de aplicación vigente. Todo contemplando los siguientes aspectos:

El control de calidad de la obra incluirá:

- El control de recepción de productos, equipos y sistemas
- El control de la ejecución de la obra
- El control de la obra terminada

Para ello:

- 1) El director de la ejecución de la obra recopilará la documentación del control realizado, verificando que es conforme con lo establecido en el proyecto, sus anejos y modificaciones.
- 2) El constructor recabará de los suministradores de productos y facilitará al director de obra y al director de la ejecución de la obra la documentación de los productos anteriormente señalada, así como sus instrucciones de uso y mantenimiento, y las garantías correspondientes cuando proceda; y
- 3) La documentación de calidad preparada por el constructor sobre cada una de las unidades de obra podrá servir, si así lo autorizara el director de la ejecución de la obra, como parte del control de calidad de la obra.

Una vez finalizada la obra, la documentación del seguimiento del control será depositada por el director de la ejecución de la obra en el Colegio Profesional correspondiente o, en su caso, en la Administración Pública competente, que asegure su tutela y se comprometa a emitir certificaciones de su contenido a quienes acrediten un interés legítimo.



R.D. 314/2006 de 17 de marzo. Código Técnico de la Edificación. Capítulo 2. Condiciones Técnicas y Administrativas.

**Apartado 5.2. Conformidad con el CTE de los productos, equipos y materiales.**

*“Los productos de construcción que se incorporen con carácter permanente a los edificios, en función de su uso previsto, llevarán el marcado C€ , de conformidad con la Directiva 89/106/CEE de productos de construcción transpuesta por el R.D.1630/1992 de 29 de diciembre, modificado por el RD 1329/1995 de 28 de julio y disposiciones de desarrollo, u otras Directivas Europeas que se sean de aplicación”.*

## **2.- Control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas**

El control de recepción abarcará ensayos de comprobación sobre aquellos productos a los que así se les exija en la reglamentación vigente, en el documento de proyecto o por la Dirección Facultativa. Este control se efectuará sobre el muestreo del producto, sometiéndose a criterios de aceptación y rechazo, y adoptándose en consecuencia las decisiones determinadas en el Plan o, en su defecto, por la Dirección Facultativa.

El Director de Ejecución de la obra cursará instrucciones al constructor para que aporte certificados de calidad, el marcado CE para productos, equipos y sistemas que se incorporen a la obra.

Durante la obra se realizarán los siguientes controles:

### **2.1.- Control de la documentación de los suministros**

Los suministradores entregarán al constructor, quien los facilitará al director de ejecución de la obra, los documentos de identificación del producto exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:

- Los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.
- El certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física.
- Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado C€ de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.

## **2.2.- Control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad**

El suministrador proporcionará la documentación precisa sobre:

- Los distintivos de calidad que ostenten los productos, equipos o sistemas suministrados, que aseguren las características técnicas de los mismos exigidas en el proyecto y documentará, en su caso, el reconocimiento oficial del distintivo de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2.3 del capítulo 2 del CTE.
- Las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores, de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2.5 del capítulo 2 del CTE, y la constancia del mantenimiento de sus características técnicas.

El director de la ejecución de la obra verificará que esta documentación es suficiente para la aceptación de los productos, equipos y sistemas amparados por ella.

## **2.3.- Control mediante ensayos**

Para verificar el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE puede ser necesario, en determinados casos, realizar ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto u ordenados por la dirección facultativa.

La realización de este control se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el proyecto o indicados por la dirección facultativa sobre el muestreo del producto, los ensayos a realizar, los criterios de aceptación y rechazo y las acciones a adoptar.

## **3.- Control de ejecución de la obra**

De aquellos elementos que formen parte de la estructura, cimentación y contención, se deberá contar con el visto bueno del Ingeniero Director de Obra, a quién deberá ser puesto en conocimiento por el Director de Ejecución de la Obra cualquier resultado anómalo para adoptar las medidas pertinentes para su corrección.

Durante la construcción, el director de la ejecución de la obra controlará la ejecución de cada unidad de obra verificando su replanteo, los materiales que se utilicen, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, así como las verificaciones y demás controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto, la legislación aplicable, las normas de buena práctica constructiva y las instrucciones de la dirección facultativa. En la

recepción de la obra ejecutada se tendrán en cuenta las verificaciones que, en su caso, realicen las entidades de control de calidad de la edificación.

Se comprobará que se han adoptado las medidas necesarias para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos.

En el control de ejecución de la obra se adoptarán los métodos y procedimientos que se contemplen en las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores, previstas en el artículo 5.2.5 del CTE.

En concreto, para:

### **El hormigón estructural**

Se llevará a cabo según control estadístico, debiéndose presentar su planificación previo al comienzo de la obra.

### **El acero para hormigón armado**

Se llevará a cabo según control a nivel normal, debiéndose presentar su planificación previo al comienzo de la obra.

### **Otros materiales**

El Director de la Ejecución de la obra establecerá, de conformidad con el Director de la Obra, la relación de ensayos y el alcance del control preciso.

## **4.- Características de los materiales**

### **4.1.- Hormigones**

#### **Normativa Aplicable**

Instrucción de Hormigón Estructural, EHE08 (R.D.1247/2008 de 18 de Julio).

UNE 83001:2000/TM:2004; Hormigón fabricado en central. “Hormigón preparado” y “Hormigón fabricado en las instalaciones propias de la obra”

Toma de muestras para ensayos en fresco: UNE 83300:1984.

Forma medidas y otras características, de probetas de hormigón endurecido y de los moldes: UNE-en 12390-1:2001/AC:2005.

### **Elemento Estructural Aplicado**

Cimentación.

### **Tipo de Material Empleado**

25/P/20/ Ila N/mm<sup>2</sup> Cimentación

Con carácter general el contenido máximo en cemento deberá ser menor o igual a 400 Kg/m<sup>3</sup>.

### **Control de Calidad**

Tipo 1. Control a nivel Normal.

El control se realizará determinando la resistencia de N amasadas por lote (véase definición de amasada en 30.2.) siendo:

Si  $25 \text{ N/mm}^2 < f_{ck} \leq 35 \text{ N/mm}^2$  ;  $N \geq 4$

El número mínimo de 4 “amasadas” a controlar que serán elegidas al azar del total de las de la obra.

### **Tipo de Material Empleado**

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón: Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

Ejecución: NTE-EHV. Estructuras de hormigón armado: Vigas.

Encofrado y desencofrado: NTE-EME. Estructuras de madera: Encofrados.

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón: Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

Ejecución: NTE-EHV. Estructuras de hormigón armado: Vigas.

Encofrado y desencofrado: NTE-EME. Estructuras de madera: Encofrados.

#### **4.1.1.-Componentes del Hormigón**

##### Cemento

##### **Normativa Aplicable**

Instrucción para la recepción de Cementos, RC-08 (R.D. 956/2008 de 6 de junio).

Norma UNE-En 197/1:2000 / ER:2002 / A1:2005 ; Cemento.

Parte 1. Composición, especificaciones y Criterios de Conformidad de los Cementos Comunes.

Norma UNE-En 197/1:2000 / ER:2002 / A1:2005 ; Cemento.

Parte 2. Evaluación de Conformidad.

##### **Tipo de Material Empleado**

CEM II/B-L 32,5 N

##### Áridos

##### **Normativa Aplicable**

Según EHE08:

UNE 146901:2002 ; Áridos. Designación.

UNE 146121:2000 ; Áridos para la Instrucción para la recepción de Cementos, RC-08 (R.D. 956/2008 de 6 de junio)

Instrucción de Hormigón Estructural, EHE08 (R.D.1247/2008 de 18 de Julio).

### **Tipo de Material Empleado**

GRAVA SILÍCEA 20-40

### Agua

### **Normativa Aplicable**

UNE 83001:2000, Hormigón fabricado en central. “Hormigón preparado” y “Hormigón fabricado en las instalaciones propias de la obra”.

Instrucción de Hormigón Estructural, EHE08 (R.D.1247/2008 de 18 de Julio).

## **4.2.- Aceros para el hormigón**

### Acero corrugado

### **Normativa Aplicable**

Instrucción de Hormigón Estructural, EHE08 (R.D.1247/2008 de 18 de Julio).

Norma UNE 36068:1994/1M:1996, Barras corrugadas de acero soldable para armaduras de hormigón.

Norma UNE 36065:2000 EX, Barras corrugadas de acero soldable con características especiales de ductilidad para armaduras de hormigón armado.

Norma UNE 36099:1996, Alambres corrugados de acero para armaduras de hormigón armado.

Norma UNE 36811:1998 IN, Barras corrugadas de acero para hormigón armado. Marcas de identificación.

Norma UNE 36812:1996 IN, Alambres corrugados de acero para armaduras de hormigón armado. Códigos de identificación del fabricante.

### **Elemento Estructural Aplicado**

Cimentación.

### **Tipo de Material Empleado**

Ø 8, Ø 12, Ø 16; B 500 S UNE 36068

## **4.3.- Morteros**

### **Normativa Aplicable**

Norma UNE-EN 998-1:2003; Especificaciones de los morteros para albañilería.  
Parte 1: Morteros para revoco y enlucido.

Norma UNE-EN 998-2:2004, Especificaciones de los morteros para albañilería.  
Parte 2: Morteros para albañilería.

### **Tipo de Material empleado**

Mortero industrial BIKMOR 2004-M7,5H

## **4.4.- Materiales cerramiento y cubierta**

### **Tipo de Material empleado**

Muro de hormigón.

Cubierta de panel sándwich

### **Normativa Aplicable**

CTE. DB HE Ahorro de energía.

NTE-QTF. Cubiertas: Panel sándwich.

## **5.- Control de la obra terminada**

Se realizarán las pruebas de servicio prescritas por la legislación aplicable, programada en el Plan de control y especificada en el Pliego de condiciones, así como aquéllas ordenadas por la Dirección Facultativa.

De la acreditación del control de recepción en obra, del control de ejecución y del control de recepción de la obra terminada, se dejará constancia en la documentación de la obra ejecutada.



**ANEJO 15:  
ESTUDIO  
ECONÓMICO**

## ÍNDICE

|                                                                 | Página |
|-----------------------------------------------------------------|--------|
| 1.- Introducción .....                                          | 167    |
| 2.- Coste de maquinaria.....                                    | 167    |
| 2.1.- Coste de los tanques de almacenamiento.....               | 167    |
| 2.2.- Coste de la unidad de ósmosis inversa .....               | 169    |
| 2.3.- Coste de las tuberías .....                               | 169    |
| 2.4.- Coste de los equipos de impulsión y de dosificación ..... | 170    |
| 2.5.- Coste válvulas e instrumentos de control y medición ..... | 170    |
| 3.- Inversión.....                                              | 171    |
| 4.- Costes directos .....                                       | 171    |
| 4.1.- Coste de las materias primas .....                        | 171    |
| 4.2.- Mano de obra .....                                        | 172    |
| 5.- Costes indirectos .....                                     | 172    |
| 5.1.- Costes indirectos variables.....                          | 172    |
| 5.2.- Costes indirectos fijos .....                             | 173    |
| 6.- Coste del tratamiento del agua .....                        | 175    |
| 7.- Gestión de compras, gastos y beneficios.....                | 176    |
| 7.1.- Cálculo del VAN y TIR.....                                | 177    |

## ANEJO 15.- ESTUDIO ECONÓMICO

### 1.- Introducción

Se realiza un estudio económico de toda la instalación y realización de la planta, para evaluar la inversión que hay que realizar.

### 2.- Coste de maquinaria

#### 2.1.- Coste de los tanques de almacenamiento

Se calcula el coste aproximado y se obtiene un precio en dólares correspondiente al año 1990, para luego pasarlo a euros y correspondiente al año 2015.

Para este coste se necesita de la siguiente formula:

$$\text{Coste del tanque } \$ (1990) = 80 \cdot (W_{\text{tanque}})^{-0,34}$$

$W_{\text{tanque}}$  es el peso del mismo (kg). Se calcula con la siguiente formula:  $m = \rho \cdot V$ . siendo  $V$  el volumen de acero que se necesita ( $m^3$ ) y  $\rho$  la densidad igual a 7890 ( $kg/m^3$ ).

#### Cálculo del volumen

- Carcasa  $\rightarrow b \cdot h = 12,12 \cdot 12,12 = 146,9 \text{ m}^2 \cdot 7,93 \cdot 10^{-3}$  (espesor) = 1,15  $m^3$
- Fondo (1)  $\rightarrow d \cdot \pi = 12,12 \cdot \pi = 38,07 \text{ m}^2 \cdot 9,53 \cdot 10^{-3}$  (espesor) = 0,36  $m^3$
- Fondo (2)  $\rightarrow d \cdot \pi = 12,12 \cdot \pi = 38,07 \text{ m}^2 \cdot 9,53 \cdot 10^{-3}$  (espesor) = 0,36  $m^3$

Volumen total: carcasa + fondo (1) + fondo (2) = 1,87  $m^3$

Al peso total se le añade un 20% más correspondiente con el material utilizado para boquillas y demás elementos que tiene el tanque. Así la fórmula para el cálculo se queda de la siguiente forma:

$$W_{\text{tanque}} = 1,2 \cdot (V_{\text{acero}} \cdot \rho_{\text{acero}})$$

Al pertenecer el precio al año 1990, es necesario actualizarlo, para ello utilizaremos los Índices de Coste de Plantas de Ingeniería Química (CEPCI) de los años 1990 y 2015. El valor correspondiente al 2015 es igual a 568,84 y se obtiene un coeficiente dividiendo el valor del CEPCI actual entre el del 1990 de 1,6.

También hay que tener en cuenta el cambio de moneda a fecha de diciembre 2015, que es de 1\$ igual a 0,9211€.

En la Tabla 15.1. se obtienen los resultados obtenidos para los dos tanques de almacenamiento.

Tabla 15.1. Costes de los tanques de almacenamiento

|                                          | <b>T-01</b> | <b>T-02</b> |
|------------------------------------------|-------------|-------------|
| <b>Volumen acero (m<sup>3</sup>)</b>     | 1,87        | 1,43        |
| <b>Densidad acero (kg/m<sup>3</sup>)</b> | 7.980       | 7.980       |
| <b>Peso tanque (kg)</b>                  | 17.907,12   | 13.693,68   |
| <b>Coste tanque \$ (1990)/kg</b>         | 6,25        | 3,13        |
| <b>Coste tanque \$ (1990)</b>            | 111.919,5   | 42.972,77   |
| <b>Coste tanque \$ (2015)</b>            | 179.071,2   | 68.756,42   |
| <b>Coste tanque € (2015)</b>             | 164.942,48  | 63.331,54   |

Además de estos tanques tenemos los tanques de almacenamiento de sustancias químicas. Estos se compran a una empresa, la cual no has proporcionado un presupuesto. En el coste proporcionado se añaden los gastos de transporte.

En la Tabla 15.2. obtenemos el coste total de todos los tanques de la planta.

Tabla 15.2. Coste total de los tanques

|                                           |              |
|-------------------------------------------|--------------|
| <b>T-01 (almacenamiento)</b>              | 164.942,48 € |
| <b>T-02 (permeado)</b>                    | 63.331,54 €  |
| <b>T-03 (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)</b> | 26.615 €     |
| <b>T-04 (antiincrustante)</b>             | 665 €        |
| <b>T-05 (sistema de limpieza)</b>         | 4.320 €      |
| <b>TOTAL</b>                              | 259.874,02 € |

## 2.2.- Coste de la unidad de ósmosis inversa

El cálculo del precio del bastidor de ósmosis inversa se va a realizar en base con un presupuesto real de una casa comercial, según el cual el precio de las membranas de ósmosis inversa es de 370,42 €/unidad presupuestado por la casa Hydranautics para la membrana CPA5-LD y las cajas de presión Codeline 80S300 tienen un coste de 2.397,39 €/unidad. Las membranas y los tubos de presión hacen un coste del 75% del total del bastidor al completo.

Teniendo en cuenta que contamos con 342 membranas y 57 tubos de presión:

$$\text{Coste de las membranas} = 342 \cdot 370,42 \text{ €/unidad} = 126.683,68 \text{ €}$$

$$\text{Coste de los tubos de presión} = 57 \cdot 2.397,39 = 136.651,23 \text{ €}$$

$$\text{Precio del sistema de ósmosis inversa} = (126.683,68 + 136.651,23) \cdot 100/75 = 531.113,21 \text{ €}$$

## 2.3.- Coste de las tuberías

Una vez que están dimensionadas las tuberías, se habla con una casa comercial para que nos proporcione un presupuesto. En la Tabla 15.3. tenemos el coste de las tuberías.

Tabla 15.3. Coste de las tuberías

| Número | Tubería          | Longitud (m) | DN (pulgadas) | Material | Precio (m/€) | Coste total €  |
|--------|------------------|--------------|---------------|----------|--------------|----------------|
| 1      | T-01 a B-01      | 13,0         | 8             | Acero    | 53,06        | 689,78         |
| 2      | B-01 a OI-01     | 3,7          | 8             | Acero    | 53,06        | 196,85         |
| 3      | OI-01 a B-02     | 3,4          | 8             | Acero    | 53,06        | 180,40         |
| 4      | B-02 a T-02      | 9,3          | 8             | Acero    | 53,06        | 491,87         |
| 5      | OI-01 a B-03     | 3,3          | 4             | Acero    | 49,49        | 161,83         |
| 6      | B-03 a EDAR      | 6,0          | 4             | Acero    | 49,49        | 296,94         |
| 7      | T-03 a B-04      | 9,2          | 1/8           | PVDF     | 13,07        | 119,59         |
| 8      | B-04 a Tubería 1 | 3,4          | 1/8           | PVDF     | 13,07        | 44,18          |
| 9      | T-04 a B-05      | 3,4          | 1/8           | PVDF     | 13,07        | 44,18          |
| 10     | B-05 a Tubería 1 | 6,0          | 1/8           | PVDF     | 13,07        | 78,29          |
| 11     | T-05 a B-06      | 4,3          | 1 1/2         | PVDF     | 25,37        | 108,84         |
| 12     | B-06 a Tubería 1 | 3,8          | 1 1/2         | PVDF     | 25,37        | 95,14          |
| 13     | T-02 a B-07      | 30,2         | 1 1/2         | Acero    | 20,16        | 609,03         |
| 14     | B-07 a T-05      | 3,2          | 1 1/2         | Acero    | 20,16        | 65,32          |
|        |                  |              |               |          | <b>TOTAL</b> | <b>3182,23</b> |

Al coste total hay que añadirle un incremento del 10% en concepto de accesorios y piezas especiales. Teniendo un coste total de 3.500,45 €.

## 2.4.- Coste de los equipos de impulsión y de dosificación

Las bombas centrifugas serán compradas en la empresa EBARA ESPAÑA S.A., según las necesidades ya mencionadas anteriormente. Pidiendo un presupuesto para conocer el coste de las mismas.

Las bombas dosificadores se adquieren en la empresa BOMBAS TORRES, en la cual también se ha pedido un presupuesto.

En la Tabla 15.4. se encuentran todas las bombas con su precio total.

Tabla 15.4. Coste de los equipos de impulsión y dosificación

| Bomba       | Modelo              | P unidad (€) | P total (€) |
|-------------|---------------------|--------------|-------------|
| B-01        | EBARA ENR 200-500   | 25.156       | 503.12      |
| B-02        | EBARA ENR 150-200   | 4.045        | 8.090       |
| B-03        | EBARA ENR 65-250    | 4.053        | 8.106       |
| B-04        | B. TORRES ECO-10X10 | 156          | 312         |
| B-05        | B. TORRES ECO-02X08 | 156          | 312         |
| B-06 Y B-07 | B. TORRES MAG-10    | 432          | 1.728       |
|             | TOTAL               |              | 68.860      |

## 2.5.- Coste válvulas e instrumentos de control y medición

Comprende los gastos de adquisición e instalación de válvulas, instrumentos de medida e indicadores, y demás accesorios (codos, uniones, tes, etc...).

Según el automatismo de esta partida oscila entre el 5-30% del total de la maquinaria (sistema de ósmosis inversa, bombas y tanques). En el caso de esta planta tomamos un valor del 10% por ser una planta pequeña.

Tenemos un coste igual a 67.984,72 €.

### 3.- Inversión

Los datos obtenidos en el Documento 4: Presupuesto es la inversión que hay que proceder a su pago, estos son:

- 1.178.168,93 € (sin IVA)
- 1.425.584,41 € (21% IVA)

Estos costes se abonaran en el año 0 del proyecto, pagando el 100% del costo, es decir 1.425.584,41 € de la maquinaria, obra civil, etc...

### 4.- Costes directos

Se tratan de costes variables, en este grupo se encuentran los costes de las materias primas, la mano de obra directa,...

#### 4.1.- Coste de las materias primas

Se tratan de las materias primas que intervienen en el proceso. En nuestro caso la materia principal es el agua residual de la industria, esta no contará como gasto de materia prima. También hemos contado como materia prima a las membranas del sistema de ósmosis inversa, aunque en este caso tampoco cuenta como materia prima ya que las hemos añadido en el valor del sistema de ósmosis inversa. El resto de materias primas son los reactivos de limpieza de las membranas, el ácido sulfúrico y el antiincrustante. En la Tabla 15.5. se encuentran el consumo y los costes de las materias primas utilizadas.

Tabla 15.5. Resumen de los costes de las materias primas

| <b>Materia prima</b>  | <b>Consumo anual (kg/año)</b> | <b>Precio (€/kg)</b> | <b>Coste anual (€/año)</b> |
|-----------------------|-------------------------------|----------------------|----------------------------|
| Ácido sulfúrico (96%) | 127.836                       | 0,20                 | 25.567,2                   |
| Antiincrustante       | 6.720,1                       | 5                    | 33.600,5                   |
| Ácido cítrico (96%)   | 39,01                         | 4,60                 | 179,44                     |
| Hidróxido de amonio   | 1299,42                       | 3,20                 | 4.158,13                   |
|                       |                               | <b>TOTAL</b>         | <b>63.505,27</b>           |

## **4.2.- Mano de obra**

Se llama mano de obra directa por su adscripción a los procesos fabriles propiamente dichos. En esta industria se va a contratar a un operario de mantenimiento, ya que el técnico químico está contratado anteriormente por la empresa papelera.

El operario de mantenimiento pertenece al Grupo IV, teniendo un salario de 14.845,45 € al año. También hay que tener en cuenta el coste de la Seguridad Social que es un 35,6 % del sueldo del trabajador que es 5.284,98 € al año.

Por lo tanto el contrato del trabajador tiene un coste total para la industria de 20.130,43 €.

## **5.- Costes indirectos**

Estos a su vez se dividen en dos, los costes indirectos variables y los costes indirectos fijos.

### **5.1.- Costes indirectos variables**

#### **Consumo de energía**

El precio del kW/h de uso tiene un precio actual en Almazán (Soria) de 0,104 €.

Se estima un coste para el consumo energético el representado en la Tabla 15.6.



Tabla 15.6. Coste energético

|                        | Potencia unitaria (kW x h) | Unidades en funcionamiento | Horas de trabajo al día | Potencia total (kW/h) al día |
|------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------------|
| Alumbrado interior     | 4,380                      | 1                          | 24                      | 105,12                       |
| B-01                   | 110                        | 1                          | 24                      | 2.640                        |
| B-02                   | 7,5                        | 1                          | 24                      | 180                          |
| B-03                   | 22                         | 1                          | 24                      | 528                          |
| B-04                   | 0,552                      | 1                          | 24                      | 13,248                       |
| B-05                   | 0,552                      | 1                          | 24                      | 13,248                       |
| B-06                   | 0,552                      | 1                          | 24                      | 13,248                       |
| B-07                   | 0,552                      | 1                          | 24                      | 13,248                       |
| OI-01                  | 30                         | 1                          | 24                      | 720                          |
| TOTAL                  |                            |                            |                         | 4.226,112                    |
| TOTAL (año = 335 días) |                            |                            |                         | 1.415.747,52                 |

Con un consumo energético de 1.415.747,52 kW al año, el coste anual de la factura eléctrica asciende a 147.237,74 €.

### Coste del consumo de agua

Se debe tener en cuenta el coste del agua para el sistema de limpieza de las membranas, se utiliza 7 m<sup>3</sup> al mes de agua, sabiendo que el coste del agua es de 0,88 €/m<sup>3</sup>. Tenemos un consumo de agua de 73,92 € al año.

### Costes de mantenimiento

Es el cálculo de la conservación de la maquinaria e instalaciones, la sustitución de piezas desgastadas y reparaciones. Tomaremos un valor del 4% del coste de los equipos (bombas y sistema de ósmosis inversa), es decir el 4% de 419.973,21 €. Teniendo un coste de mantenimiento de los equipos de 16.798,93 € al año.

## 5.2.- Costes indirectos fijos

### Amortización

Alumno: Raquel Martínez Rodrigo  
Titulación: Grado en Ingeniería Forestal: Industrias Forestales

La amortización de un bien material o inmaterial o activo fijo es la pérdida de valor según el paso del tiempo.

Para el cálculo de la amortización evaluamos una vida útil de 25 años para la obra civil e instalaciones, para la maquinaria (bastidor de sistema de ósmosis inversa y tanques) 15 años, para las bombas 20 años y para las membranas 10 años.

Para el cálculo empleamos el método lineal o de cuotas fijas, a través de la siguiente formula:

$$A_n = \frac{I - R}{t}$$

Siendo:

- $A_n$  la cuota de amortización
- $I$  el coste de adquisición
- $R$  el valor residual, en este caso se adquiere un valor del 5% del coste de adquisición.
- $t$  la vida útil del equipo

Los resultados obtenidos mediante la ecuación se obtienen en la Tabla 15.7.

Tabla 15.7. Calculo de la amortización

| Equipo                        | Vida útil (años) | I (€)      | R (€)     | Amortización (€) |
|-------------------------------|------------------|------------|-----------|------------------|
| Sistema OI<br>(sin membranas) | 15               | 224.429,53 | 11.221,48 | 14.213,87        |
| Membranas                     | 10               | 126.683,68 | 6.334,18  | 12.034,95        |
| Bombas                        | 20               | 68.860     | 3.443     | 3.270,85         |
| Tanques                       | 15               | 259.874,02 | 12.993,70 | 16.458,67        |
| Obra civil                    | 25               | 185.155,22 | 9.257,76  | 7.035,90         |
| TOTAL                         |                  |            |           | 53.014,24        |

## Seguros

Se refiere a los seguros de la instalación y maquinaria de este proyecto, no se incluyen los seguros de los trabajadores. Su importe se puede estimar en un 1% de total de la inversión.

El coste de los seguros asciende a 11.768,60 €.

## Impuestos

Son impuestos locales, estos pueden consignar a la empresa y sus terrenos en calidad de imposición fija, por lo que se tienen en cuenta como parte integrante del coste de fabricación. Su valor es del 0,5% de la inversión, teniendo un valor de 5.884,30 €.

En la siguiente Tabla 15.8. se resumen los costes de producción y de inversión, directos e indirectos, así como el total calculados en este anejo.

Tabla 15.8. Resumen de costes

|                 |                       |
|-----------------|-----------------------|
| Inversión       | 1.425.584,41 €        |
| Materias primas | 63.505,27 €           |
| Coste eléctrico | 147.237,74 €          |
| Agua            | 73,92 €               |
| Mantenimiento   | 16.798,93 €           |
| Mano de obra    | 20.130,43 €           |
| Amortización    | 53.014,24 €           |
| Seguros         | 11.768,60 €           |
| Impuestos       | 5.884,30 €            |
| <b>TOTAL</b>    | <b>1.743.997,84 €</b> |

## 6.- Coste del tratamiento del agua

Para finalizar el estudio se va a calcular el coste de producir un m<sup>3</sup> de agua purificada a partir del agua residual de la industria papelera. Este se calcula mediante los costes de producción totales. Teniendo en cuenta que en un año tiene 335 días de operación.

El coste de tratamiento de agua sin contar la inversión inicial se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Coste de tratamiento (€/m}^3\text{)} = \frac{\text{Costes de producción anuales } \left(\frac{\text{€}}{\text{año}}\right)}{\text{Volumen de agua residual tratada } \left(\frac{\text{m}^3}{\text{año}}\right)}$$

En este caso a los costes de producción hay que eliminar el coste de la inversión anual, que se queda en 318.413,16 €. Por lo tanto:

$$\text{Coste de tratamiento (€/m}^3\text{)} = \frac{318.413,16}{1.680.360} = 0,19 \text{ €/m}^3$$

Un m<sup>3</sup> de agua reutilizada tiene un coste de 0,19 €, 0,69 € euros más barato que adquiriéndola en el río.

## 7.- Gestión de compras, gastos y beneficios

Durante una hora se recogen 300 m<sup>3</sup> de agua del río, que son 2.412.000 m<sup>3</sup>/año al precio de 0,88 €/m<sup>3</sup>, hace un total de 2.122.560 €/año.

Se tratan 209 m<sup>3</sup> a la hora = 1.680.360 m<sup>3</sup>/año. El coste del tratamiento calculado anteriormente sale a 0,19 €/m<sup>3</sup>, el tratar el agua supone un gasto de 319.268,40 €/año.

Por lo tanto se reduce la recogida de agua del río a 91 m<sup>3</sup> a la hora que es lo mismo que 731.640 m<sup>3</sup>/año. Estos m<sup>3</sup> tienen un coste de 0,88 €/m<sup>3</sup>, que hace un total de 634.843,20 €/año, por lo que serán costes fijos.

Al ser más barato el coste del tratamiento de agua que el de la recogida de agua del río, tenemos un ahorro de 1.159.448,4 €/año.

En la Tabla 15.9. se realiza un resumen de los gastos y beneficios.

Tabla 15.9. Resumen de gastos y beneficios

|                                      |                       |
|--------------------------------------|-----------------------|
| <b>INGRESOS</b>                      | <b>1.159.448,40 €</b> |
| Ahorro del agua por tratarla         | 1.159.448,40 €        |
| <b>GASTOS</b>                        | <b>909.242,39 €</b>   |
| Materias primas                      | 63.505,27 €           |
| Coste eléctrico                      | 147.237,74 €          |
| Agua de limpieza                     | 73,92 €               |
| Mantenimiento                        | 16.798,93 €           |
| Mano de obra                         | 20.130,43 €           |
| Amortización                         | 53.014,24 €           |
| Seguros                              | 11.768,60 €           |
| Impuestos                            | 5.884,30 €            |
| Agua recogida del rio                | 643.843,20 €          |
| <b>BENEFICIOS ANTES DE IMPUESTOS</b> | <b>250.206,01 €</b>   |
| Impuestos a Hacienda (20%)           | 50.041,20 €           |
| <b>BENEFICIOS</b>                    | <b>200.164,81 €</b>   |

Beneficios / gastos = 27,52%

Beneficios / ingresos = 21,58%

### 7.1.- Cálculo del VAN y TIR

En la Tabla 15.10. podemos encontrar el flujo de caja, para 25 años. Hay que tener en cuenta que en el año 11 se compran membranas nuevas, en el año 16 se compran tanques nuevos y el bastidor del sistema de ósmosis inversa y en el año 21 se cambiará las bombas y las membranas por otras nuevas, para el cálculo de los flujos netos de caja.

Tabla 15.10. Flujo de caja

| Año | Ingresos       | Gastos extraordinarios | Gastos ordinarios | Flujo de caja   |
|-----|----------------|------------------------|-------------------|-----------------|
| 0   |                | 1.425.584,41 €         |                   | -1.425.584,41 € |
| 1   | 1.159.448,40 € |                        | 948.680,74 €      | 210.767,66 €    |
| 2   | 1.159.448,40 € |                        | 948.680,74 €      | 210.767,66 €    |
| 3   | 1.159.448,40 € |                        | 948.680,74 €      | 210.767,66 €    |
| 4   | 1.159.448,40 € |                        | 948.680,74 €      | 210.767,66 €    |
| 5   | 1.159.448,40 € |                        | 948.680,74 €      | 210.767,66 €    |
| 6   | 1.159.448,40 € |                        | 948.680,74 €      | 210.767,66 €    |
| 7   | 1.159.448,40 € |                        | 948.680,74 €      | 210.767,66 €    |
| 8   | 1.159.448,40 € |                        | 948.680,74 €      | 210.767,66 €    |
| 9   | 1.159.448,40 € |                        | 948.680,74 €      | 210.767,66 €    |
| 10  | 1.159.448,40 € |                        | 948.680,74 €      | 210.767,66 €    |
| 11  | 1.159.448,40 € | 126.683,68 €           | 948.680,74 €      | 84.083,98 €     |
| 12  | 1.159.448,40 € |                        | 948.680,74 €      | 210.767,66 €    |
| 13  | 1.159.448,40 € |                        | 948.680,74 €      | 210.767,66 €    |
| 14  | 1.159.448,40 € |                        | 948.680,74 €      | 210.767,66 €    |
| 15  | 1.159.448,40 € |                        | 948.680,74 €      | 210.767,66 €    |
| 16  | 1.159.448,40 € | 484.303,55 €           | 948.680,74 €      | -273.535,89 €   |
| 17  | 1.159.448,40 € |                        | 948.680,74 €      | 210.767,66 €    |
| 18  | 1.159.448,40 € |                        | 948.680,74 €      | 210.767,66 €    |
| 19  | 1.159.448,40 € |                        | 948.680,74 €      | 210.767,66 €    |
| 20  | 1.159.448,40 € |                        | 948.680,74 €      | 210.767,66 €    |
| 21  | 1.159.448,40 € | 195.543,68 €           | 948.680,74 €      | 15.223,98 €     |
| 22  | 1.159.448,40 € |                        | 948.680,74 €      | 210.767,66 €    |
| 23  | 1.159.448,40 € |                        | 948.680,74 €      | 210.767,66 €    |
| 24  | 1.159.448,40 € |                        | 948.680,74 €      | 210.767,66 €    |
| 25  | 1.159.448,40 € |                        | 948.680,74 €      | 210.767,66 €    |

El VAN (Valor Actual Neto) mide los flujos de ingresos y gastos que tiene el proyecto durante un determinado tiempo, para este proyecto 25 años. Así, descontando la inversión inicial se podrá conocer si hay alguna ganancia y si el proyecto es viable económicamente.

El TIR se le llama Tasa Interna de Retorno o Tasa de Descuento con la que el VAN es igual a cero. Indica la rentabilidad del proyecto.

El cálculo del VAN y de la TIR se ha realizado con las tablas de Excel. Obteniendo unos resultados:

$$\text{VAN} = 311.337,73 \text{ €}$$

$$\text{TIR} = 13\%$$

En nuestro caso el VAN es positivo, por lo tanto, y el TIR indica que el proyecto es rentable, pero si fuese menor empezaría a no ser rentable.

### **Cálculo del PRI (Periodo de recuperación de la inversión)**

Se recuperará a los 6,76 años, que es lo mismo que 6 años y 9 meses.

# **ANEJO 16: BIBLIOGRAFÍA**



# ÍNDICE

|                       | Página |
|-----------------------|--------|
| 1.- Bibliografía..... | 180    |

## ANEJO 16.- BIBLIOGRAFÍA

### 1.- Bibliografía

- [1] J. Mallevalle, P. E. Odendaal, M. R. Wiesner. American Water Works Association, Lyonnaise des Eaux, Water Research Commission of South Africa. "Tratamiento del agua por procesos de membrana. Principios, procesos y aplicaciones (Water treatment membrane processes)". McGraw-Hill (1999).
- [2] Salomé Julio, Goikoetxea Ainhoa 2000. "Gestión del agua en la industria papelera". 32p.
- [3] Guía para aplicar las conclusiones sobre las mejores técnicas disponibles para la fabricación de pasta, papel y cartón. Diciembre 2014. [http://aspapel.es/sites/default/files/publicaciones/doc\\_358.pdf](http://aspapel.es/sites/default/files/publicaciones/doc_358.pdf)
- [4] Empresa de productos químicos Genesis internacional. Disponible en: [http://www.genesysro.com/genesys\\_spanish/membrane-anti-scalants-antiscalant-chemicals.php](http://www.genesysro.com/genesys_spanish/membrane-anti-scalants-antiscalant-chemicals.php)
- [5] INSHT. "Ficha Internacional de Seguridad Química: Ácido sulfúrico" Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo (2009).
- [6] Propiedades del ácido cítrico: [http://www.andesia.com/doc/quimicos/HojaSeguridad\\_Acido-Citrico-Citrux.pdf](http://www.andesia.com/doc/quimicos/HojaSeguridad_Acido-Citrico-Citrux.pdf)
- [7] Propiedades del hidróxido de amonio: <http://www.ctr.com.mx/pdfcert/Hidr%C3%B3xido%20de%20Amonio.pdf>
- [8] Rodríguez, A., Letón, P., Rosal, R., Dorado, M., Villar, y Sanz, J. (2006). "Informe de vigilancia tecnológica: Tratamientos avanzados de aguas residuales industriales" Disponibles en:

[http://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/vt/vt2\\_tratamientos\\_avanzados\\_de\\_aguas\\_residuales\\_industriales.pdf](http://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/vt/vt2_tratamientos_avanzados_de_aguas_residuales_industriales.pdf)

- [9] Visita virtual a una depuradora <http://www.emasagra.es/ESP/167.asp>
- [10] Esteban Balastegui (2008) “Métodos de desalinización” <http://www.engormix.com/MA-avicultura/sanidad/articulos/metodos-desalinizacion-t1933/p0.htm>
- [11] Imagen de las sustancias retenidas en función del proceso de membrana utilizado (Soluciones medioambientales) [.http://depuradorasaguasresiduales.es/tecnologia-de-membranas/](http://depuradorasaguasresiduales.es/tecnologia-de-membranas/)
- [12] [http://api.eoi.es/api\\_v1\\_dev.php/fedora/asset/eoi:45427/componente45425.pdf](http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45427/componente45425.pdf)
- [13] Imagen de electrodiálisis. <http://apuntescientificos.org/electroforesis-gbp.html>
- [14] Carlos Tejedor “Modulo de desalación” (2008) [http://www.ecoagua.com/files/published-articles/Procesos\\_Desalacion.pdf](http://www.ecoagua.com/files/published-articles/Procesos_Desalacion.pdf)
- [15] Características Polietileno de alta densidad (PHED): [https://es.wikipedia.org/wiki/Polietileno\\_de\\_alta\\_densidad](https://es.wikipedia.org/wiki/Polietileno_de_alta_densidad)
- [16] Empresa Hydranautics: <http://www.hydranautics.com/>
- [17] Ordenanzas del Ayuntamiento de Almazán (Soria): <http://www.almazan.es/index.php/mod.pags/mem.detalle/id.24/relcategoria.1040/relmenu.173>
- [18] Larry W. Canter. “Manual de evaluación de impacto ambiental”. Técnicas para la elaboración de los estudios de impactos. (1999).

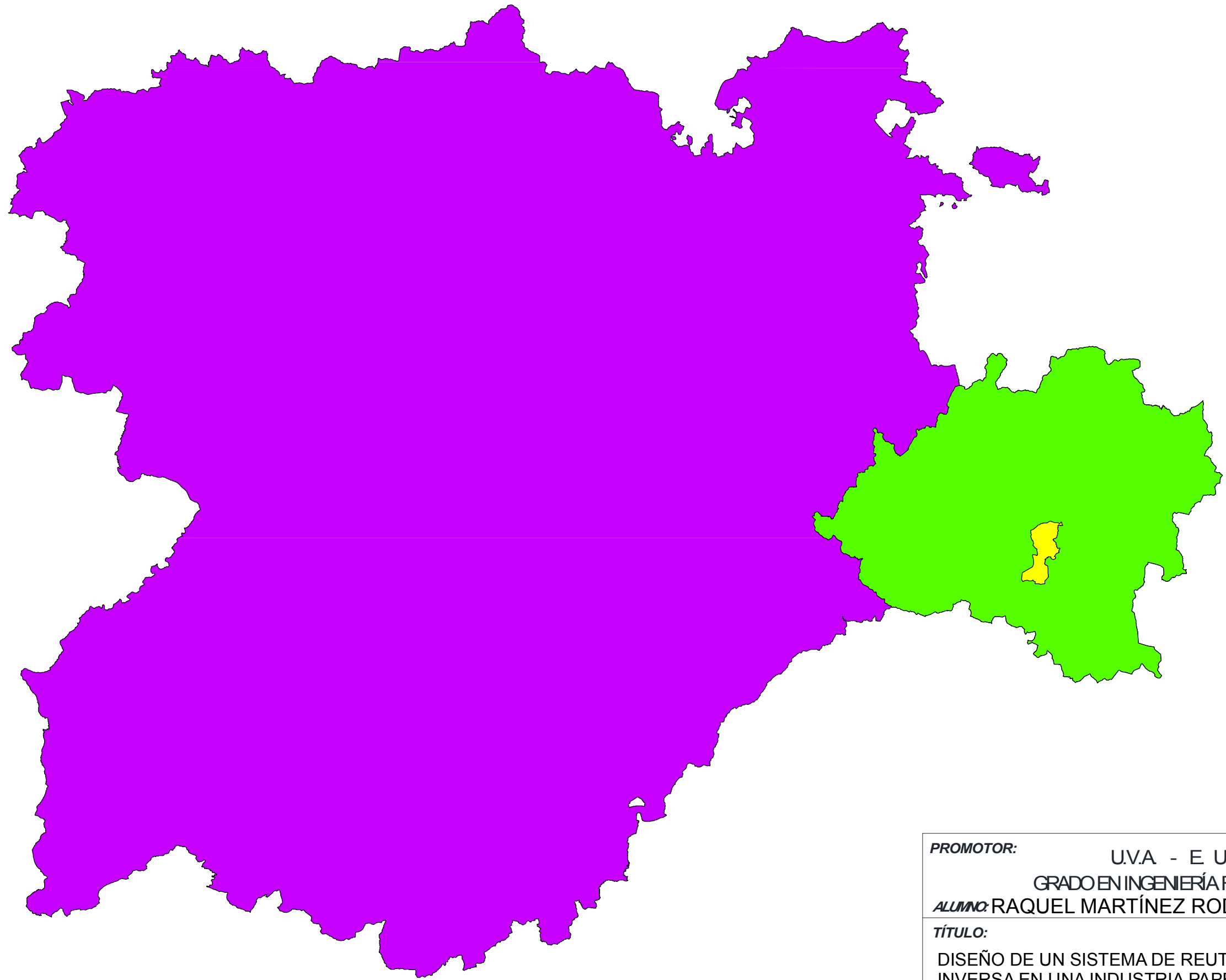
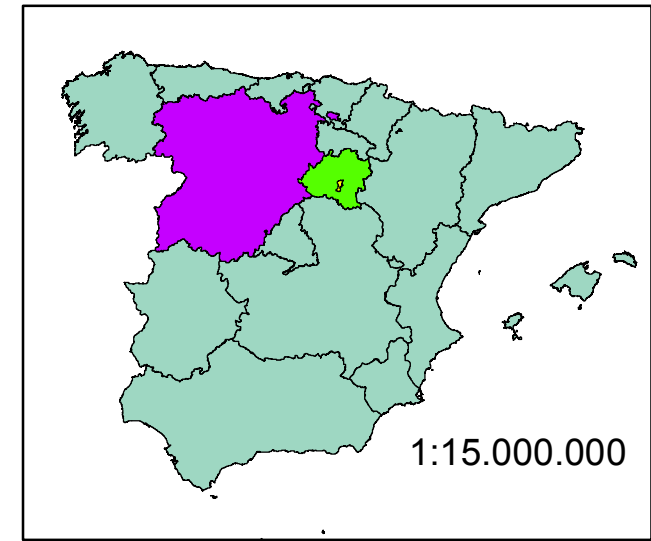
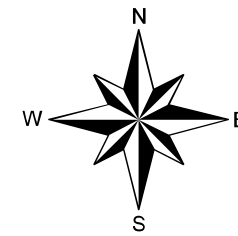
- [19] Elaboración y evaluación de estudios de impacto ambiental (valores matriz Leopold):  
<http://sial.municaj.gob.pe/admDocumento.php?accion=bajar&docadjunto=907>.
- [20] INSHT. “Ficha Internacional de Seguridad Química: Ácido cítrico” Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo (2009).
- [21] INSHT. “Ficha Internacional de Seguridad Química: Hidróxido de amonio” Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo (2009).
- [22] Carteles seguridad: <http://www.tecnorotul.com/cgi-bin/inicio.asp?pag=PREVIOARTICULOS&ope>

# **DOCUMENTO II: PLANOS**

## DOCUMENTO II: PLANOS

### ÍNDICE

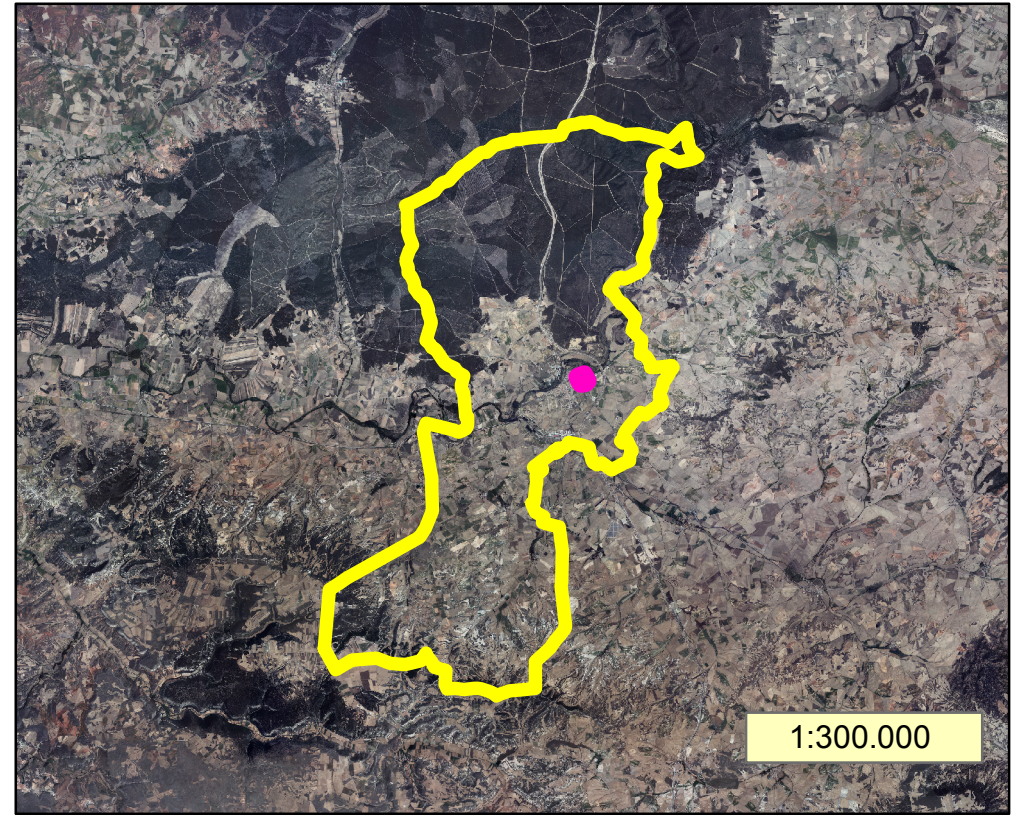
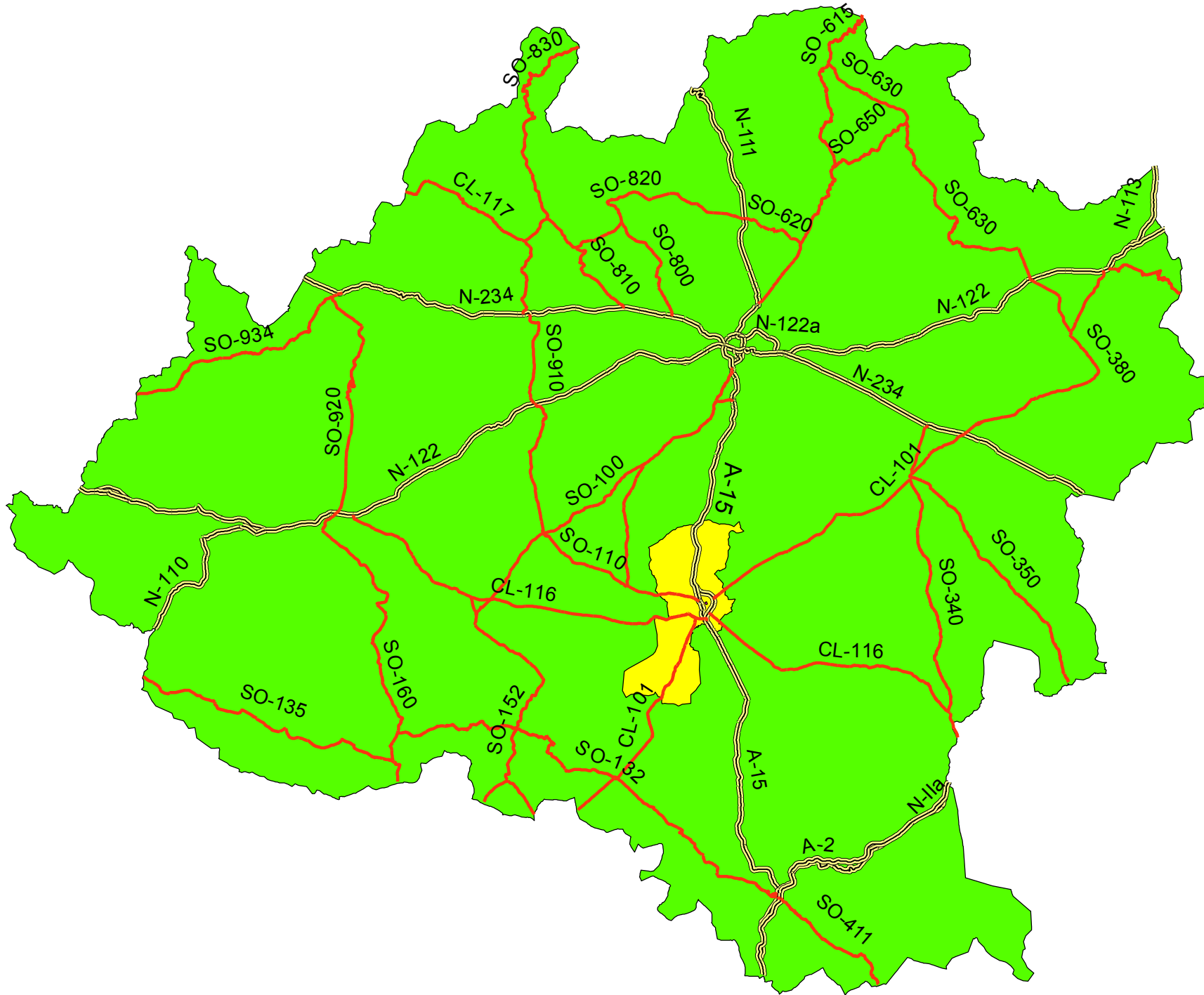
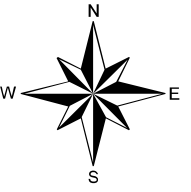
1. Localización
2. Situación
3. Parcelación
4. Planta general
5. Alzados
6. Cimentación
7. Cubierta y estructuras
8. Instalación eléctrica
9. Esquema unifilar
10. Saneamiento
11. Sistema de protección contra incendios
12. Flujo del proceso
13. Distribución en planta



**Leyenda**

-  Comarca Almazán
-  Provincia Soria
-  Castilla y León

|                                                                                                                                                       |                                      |                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| <b>PROMOTOR:</b> U.V.A. - E. U. I. I. AGRARIAS (SORIA)<br>GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES                                         |                                      |                              |
| <b>ALUMNO:</b> RAQUEL MARTÍNEZ RODRIGO                                                                                                                |                                      |                              |
| <b>TÍTULO:</b><br>DISEÑO DE UN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUA MEDIANTE ÓSMOSIS INVERSA EN UNA INDUSTRIA PAPELERA EN EL MUNICIPIO DE ALMAZÁN (SORIA) |                                      |                              |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>Almazán (Soria)                                                                                                               | <b>ESCALA:</b><br>1:1.500.000        |                              |
| <b>FECHA:</b> Enero 2016<br><b>FIRMA:</b>                                                                                                             | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>LOCALIZACIÓN | <b>PLANO Nº:</b><br><b>1</b> |



**Leyenda**

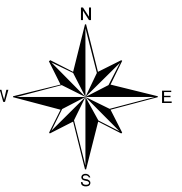
- Parcela
- Municipio de Almazán
- Provincia Soria

**Vías**

- Carreteras secundarias de la Junta de Castilla y León
- Autovías y Carreteras nacionales

|                                                                                                                                                    |                                   |                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| <b>PROMOTOR:</b> U.V.A - E. U. I. I. AGRARIAS (SORIA)<br>GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES                                       |                                   |                                                                               |
| <b>ALUMNO:</b> RAQUEL MARTÍNEZ RODRIGO                                                                                                             |                                   |                                                                               |
| <b>TÍTULO:</b> DISEÑO DE UN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUA MEDIANTE ÓSMOSIS INVERSA EN UNA INDUSTRIA PAPELERA EN EL MUNICIPIO DE ALMAZÁN (SORIA) |                                   |                                                                               |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>Almazán (SORIA)                                                                                                            | <b>ESCALA:</b><br>1:650.000       |                                                                               |
| <b>FECHA:</b> Enero 2016                                                                                                                           | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>SITUACIÓN | <b>PLANO N°:</b><br><span style="font-size: 2em; font-weight: bold;">2</span> |



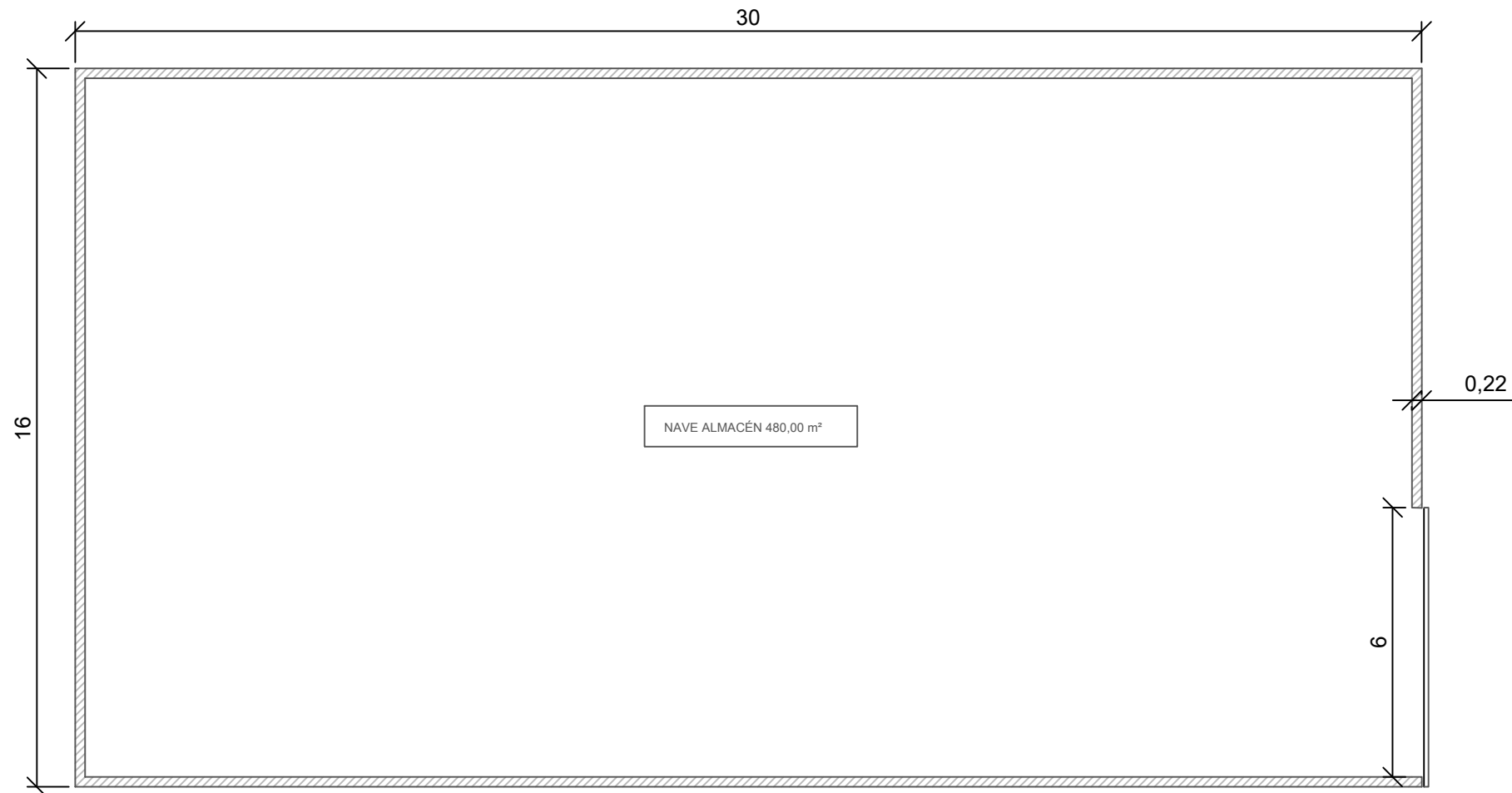
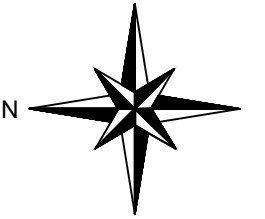


## Leyenda

 Parcela papelera

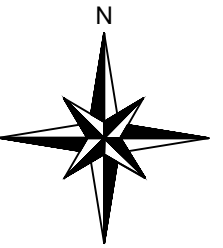
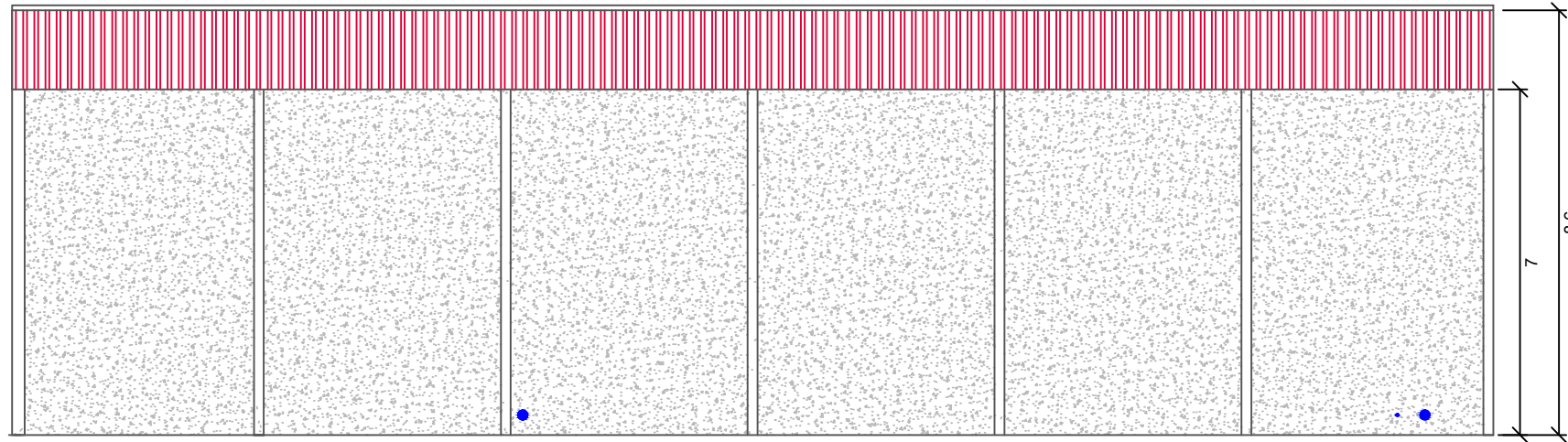
|                                                                                                                                                       |                                     |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| <b>PROMOTOR:</b> U.V.A - E U. I. I. AGRARIAS (SORIA)<br>GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES                                           |                                     |                       |
| <b>ALUMNO:</b> RAQUEL MARTÍNEZ RODRIGO                                                                                                                |                                     |                       |
| <b>TÍTULO:</b><br>DISEÑO DE UN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUA MEDIANTE ÓSMOSIS INVERSA EN UNA INDUSTRIA PAPELERA EN EL MUNICIPIO DE ALMAZÁN (SORIA) |                                     |                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>Almazán (SORIA)                                                                                                               | <b>ESCALA:</b><br>1:2.000           |                       |
| <b>FECHA:</b> Enero 2016<br><b>FIRMA:</b>                                                                                                             | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>PARCELACIÓN | <b>PLANO N°:</b><br>3 |





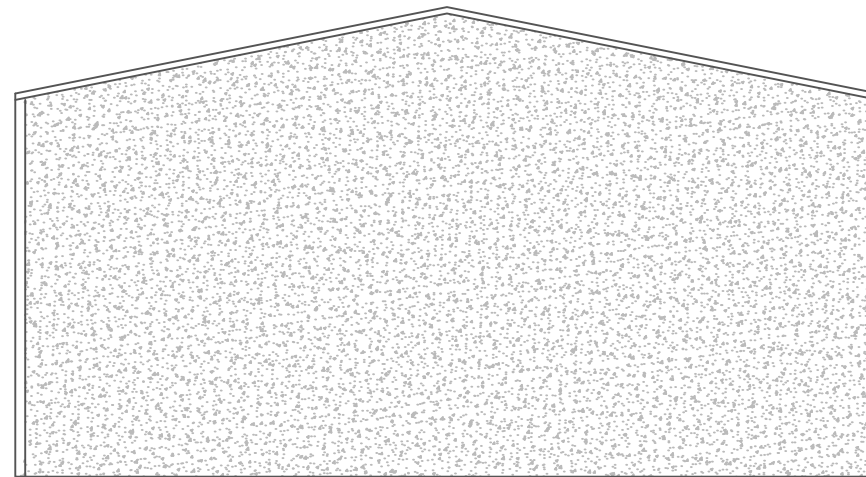
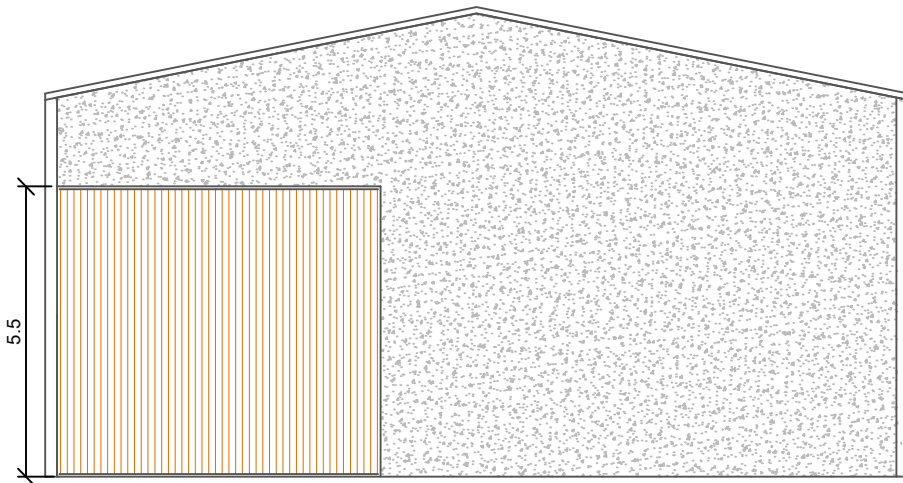
|                                                                                                                                                    |                                        |                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|
| <b>PROMOTOR:</b> U.V.A. - E. U. I. I. AGRARIAS (SORIA)<br>GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES                                      |                                        |                              |
| <b>ALUMNO:</b> RAQUEL MARTÍNEZ RODRIGO                                                                                                             |                                        |                              |
| <b>TÍTULO:</b> DISEÑO DE UN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUA MEDIANTE ÓSMOSIS INVERSA EN UNA INDUSTRIA PAPELERA EN EL MUNICIPIO DE ALMAZÁN (SORIA) |                                        |                              |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>ALMAZÁN (SORIA)                                                                                                            |                                        | <b>ESCALA:</b><br>1: 100     |
| <b>FECHA:</b> Enero 2016<br><b>FIRMA:</b>                                                                                                          | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>PLANTA GENERAL | <b>PLANO N°:</b><br><b>4</b> |

ALZADO ESTE



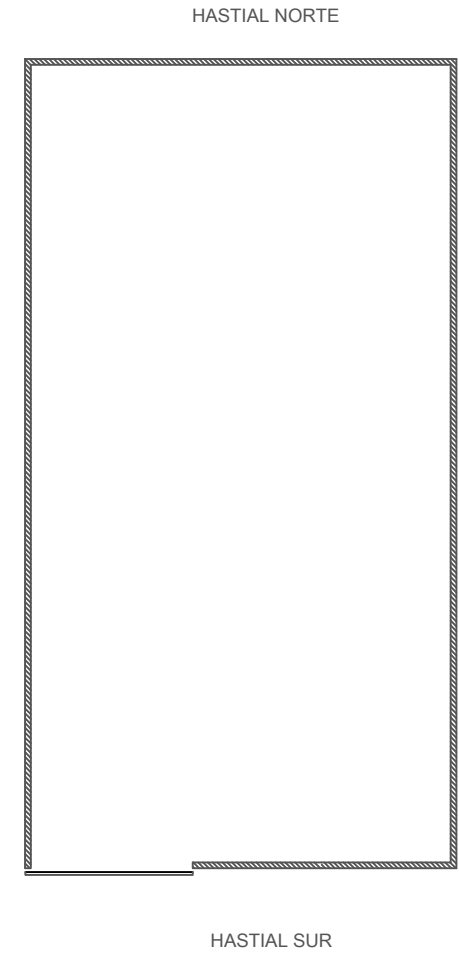
HASTIAL SUR

HASTIAL NORTE

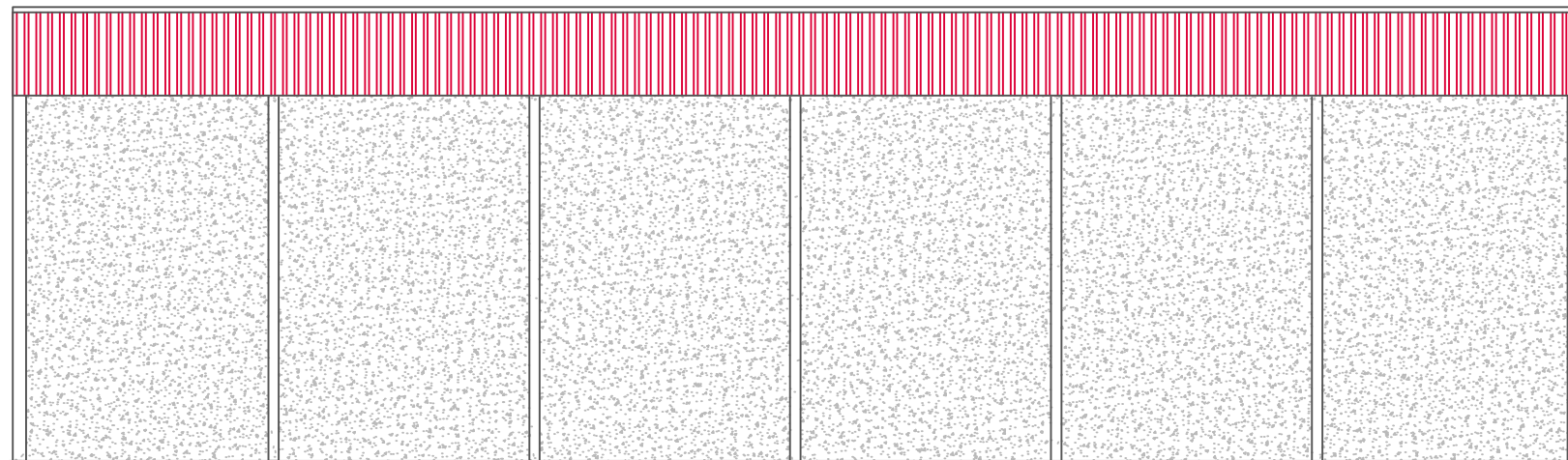


ALZADO ESTE

ALZADO OESTE



ALZADO OESTE



**PROMOTOR:** U.V.A. - E. U. I. I. AGRARIAS (SORIA)  
**GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES**



**ALUMNO:** RAQUEL MARTÍNEZ RODRIGO

**TÍTULO:** DISEÑO DE UN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUA MEDIANTE ÓSMOSIS INVERSA EN UNA INDUSTRIA PAPELERA EN EL MUNICIPIO DE ALMAZÁN (SORIA)

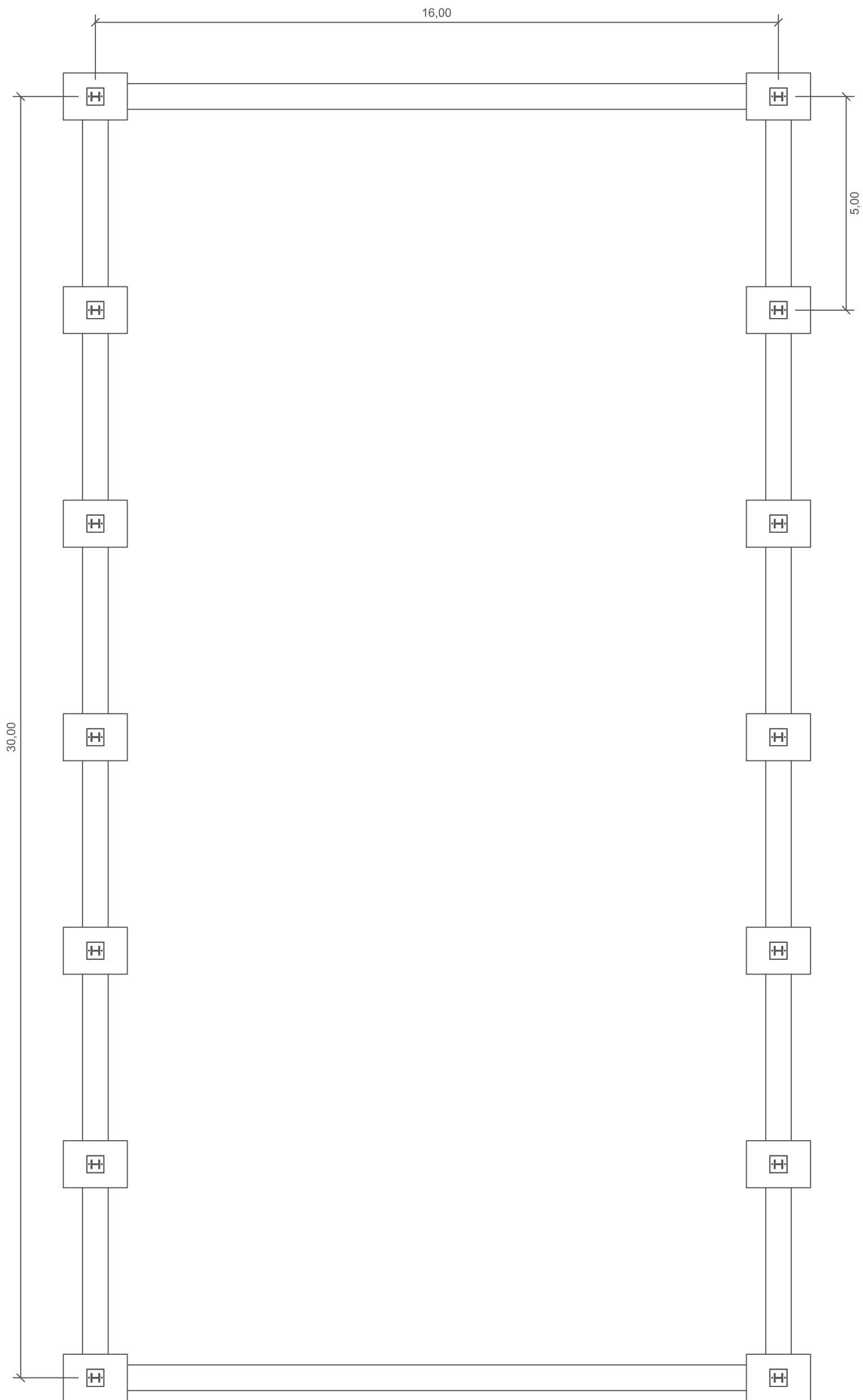
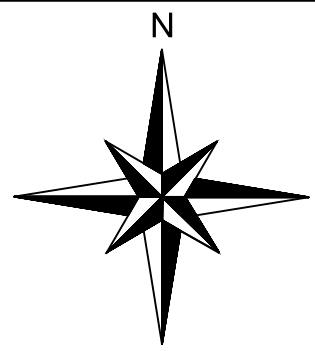
**LOCALIZACIÓN:**  
 ALMAZÁN (SORIA)

**ESCALA:**  
 1: 100

**FECHA:** Enero 2016  
**FIRMA:**

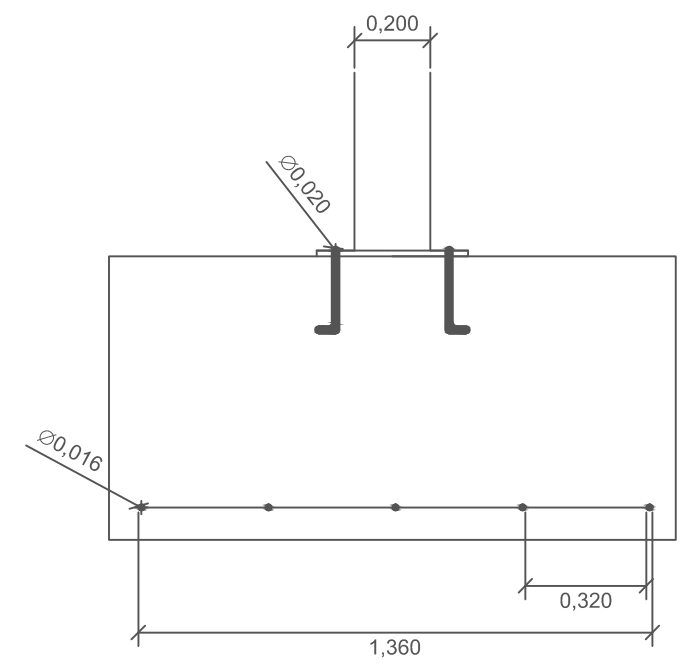
**DENOMINACIÓN:**  
 ALZADOS

**PLANO Nº:**  
 5

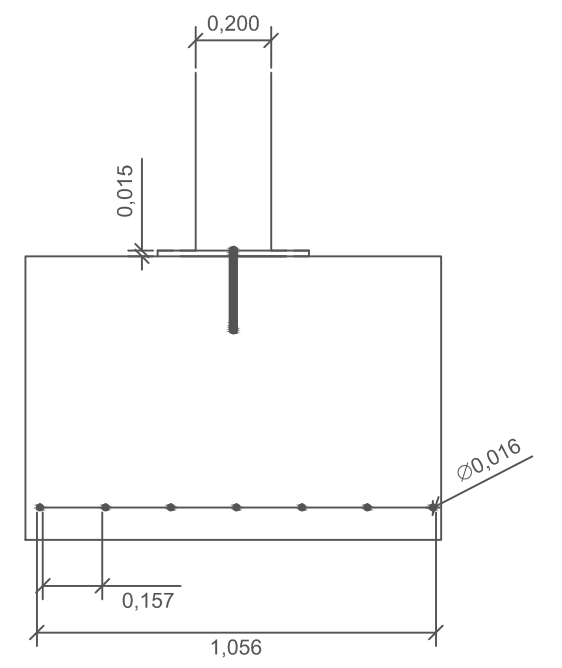


# DETALLE ZAPATA

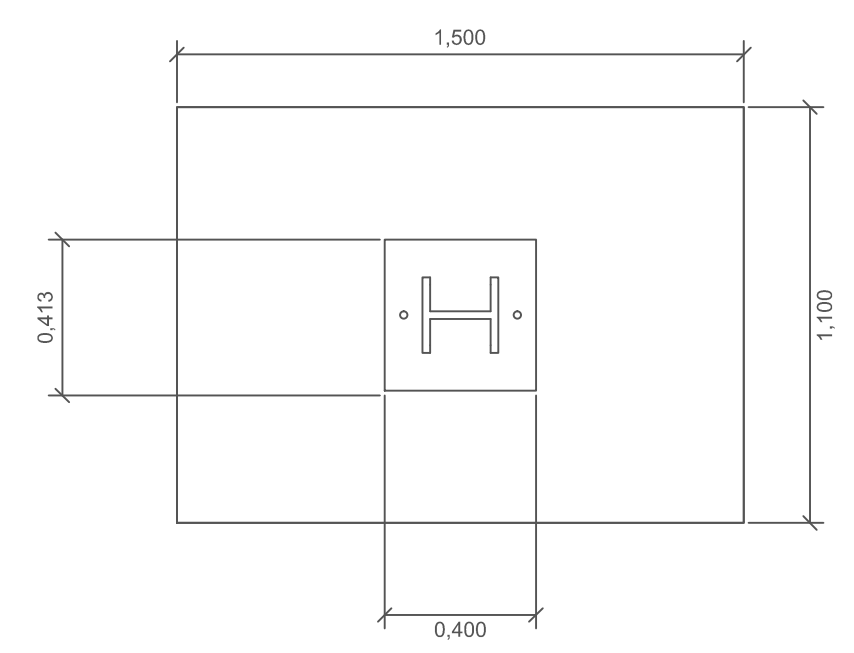
ALZADO



PERFIL



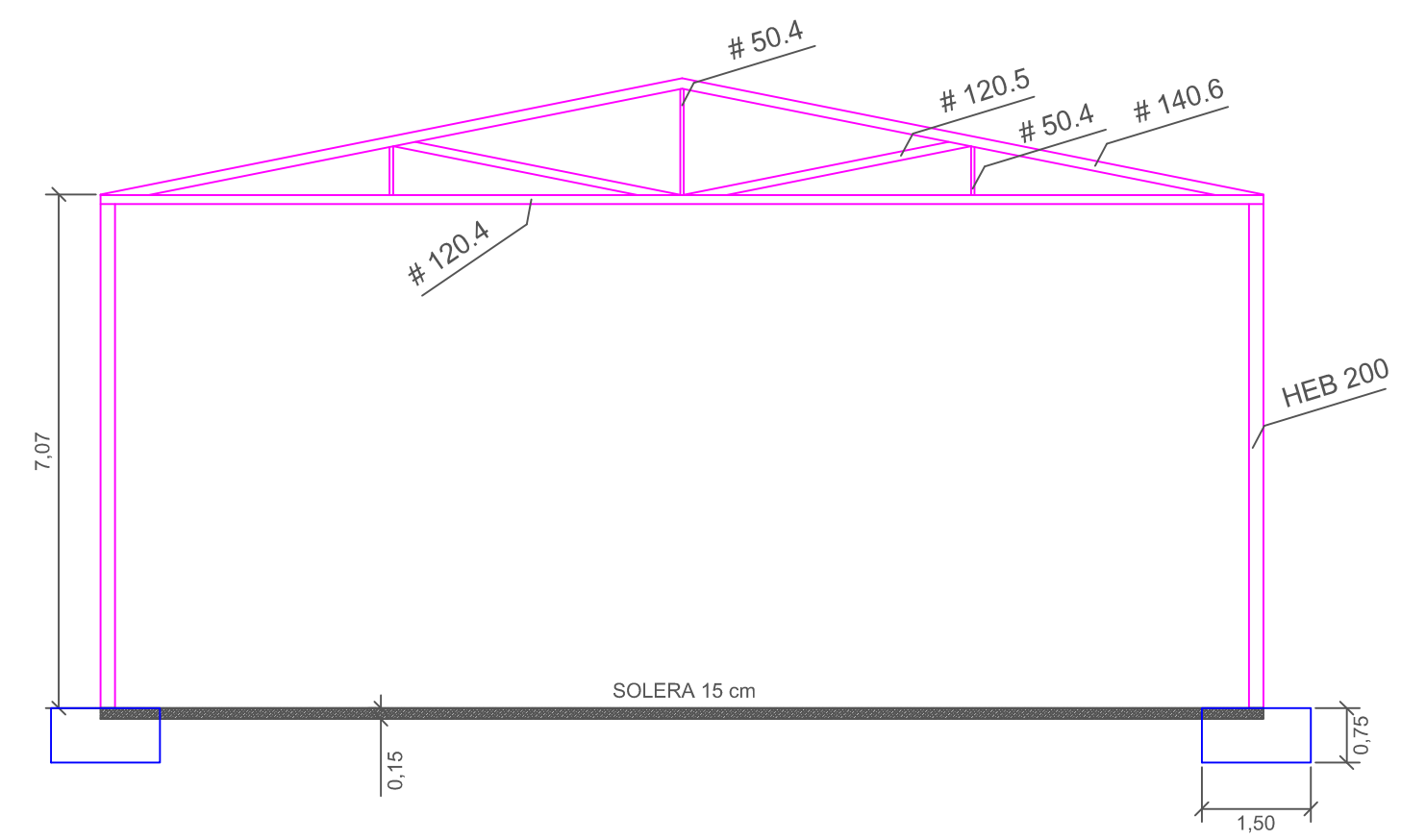
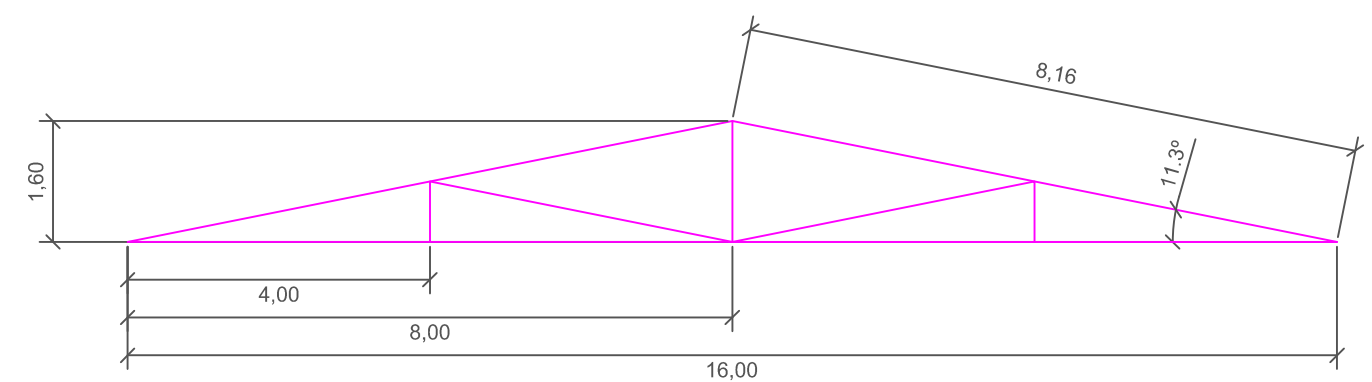
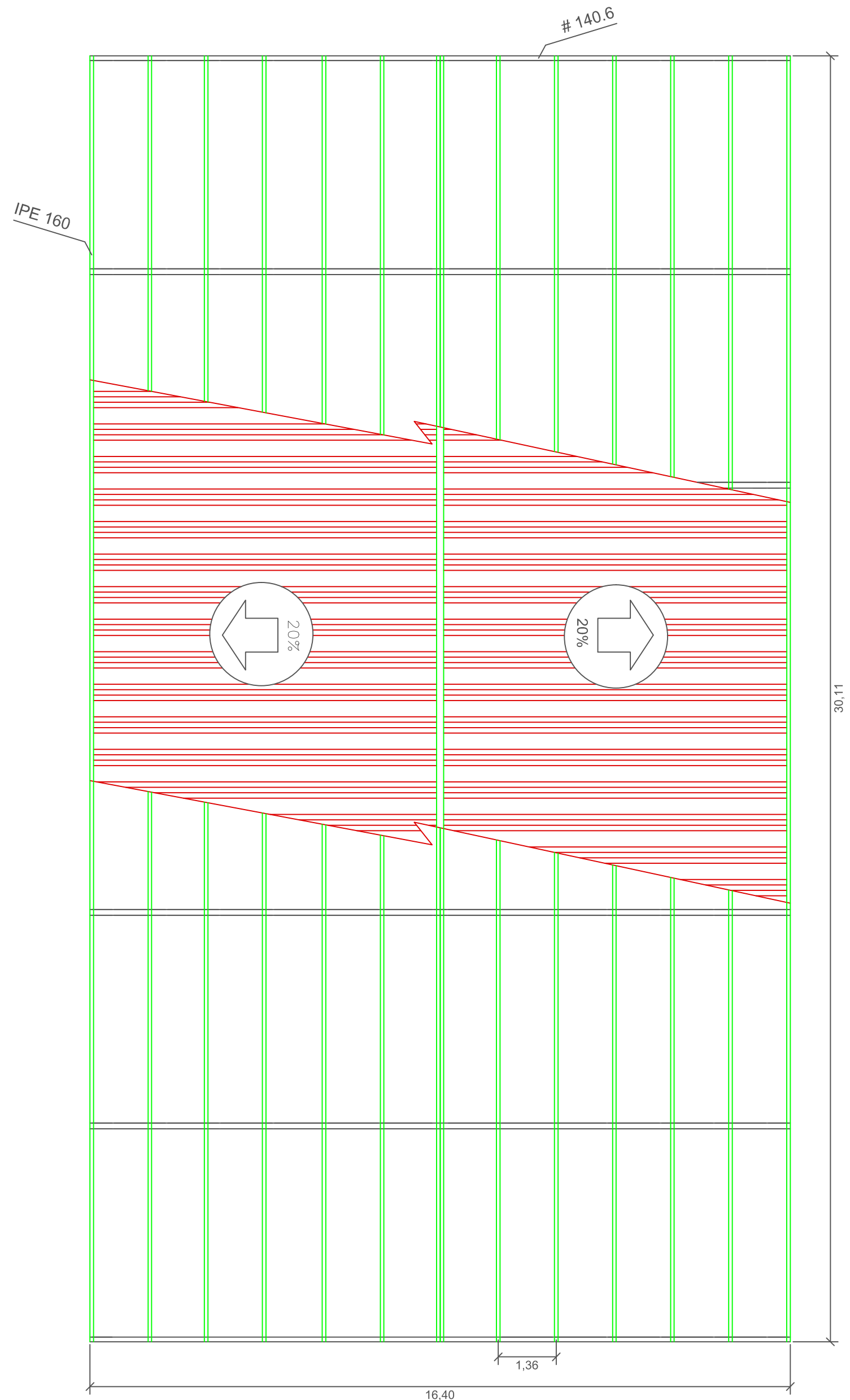
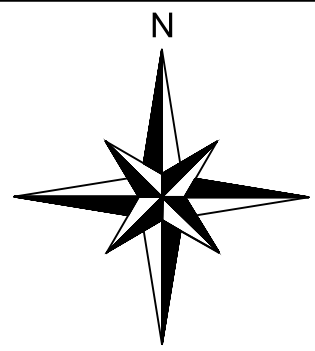
PLANTA



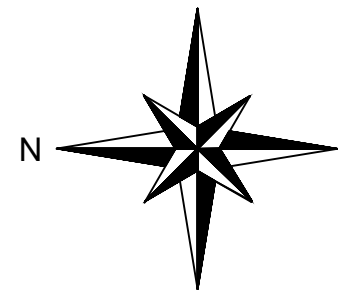
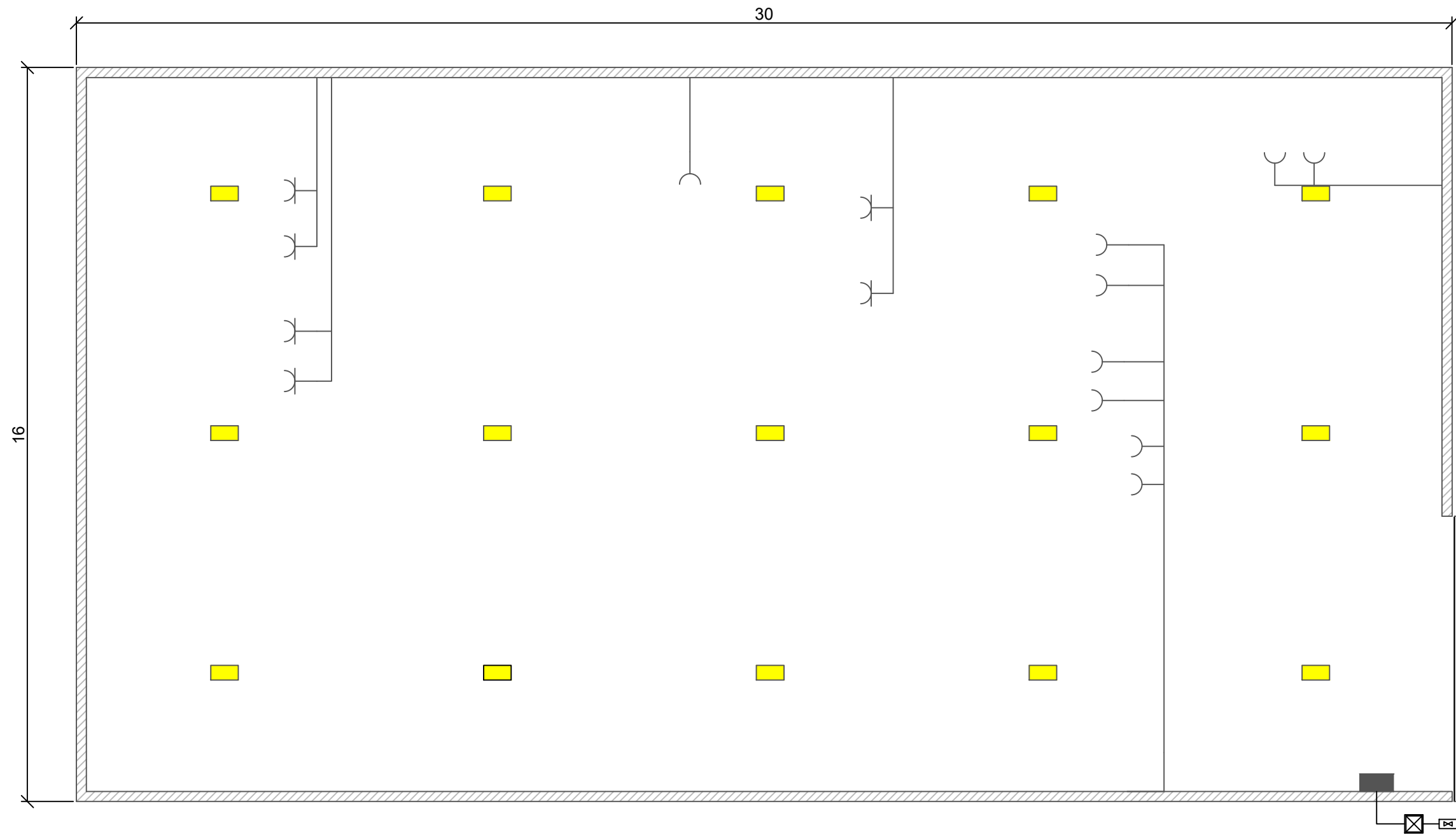
ESCALA  
1 : 50

|                       |                     |
|-----------------------|---------------------|
| HORMIGÓN DE LA ZAPATA | HA-25/P/20IIa       |
| ACERO ARMADURAS       | B-500-S             |
| ARMADURAS             | LONGITUDINAL 7 Ø 16 |
|                       | TRANSVERSAL 5 Ø 16  |
| PERNOS ANCLAJE        | ACERO S-750 JR      |
|                       | 2 PERNOS POR BASA   |
|                       | 2 Ø 20              |

|                                                                                                                                                    |                      |                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------|
| <b>PROMOTOR:</b> U.V.A. - E. U. I. I. AGRARIAS (SORIA)                                                                                             |                      |                  |
| GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES                                                                                                |                      |                  |
| <b>ALUMNO:</b> RAQUEL MARTÍNEZ RODRIGO                                                                                                             |                      |                  |
| <b>TÍTULO:</b> DISEÑO DE UN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUA MEDIANTE ÓSMOSIS INVERSA EN UNA INDUSTRIA PAPELERA EN EL MUNICIPIO DE ALMAZÁN (SORIA) |                      |                  |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b>                                                                                                                               | <b>ESCALA:</b>       |                  |
| ALMAZÁN (SORIA)                                                                                                                                    | 1: 100               |                  |
| <b>FECHA:</b> Enero 2016                                                                                                                           | <b>DENOMINACIÓN:</b> | <b>PLANO N°:</b> |
| <b>FIRMA:</b>                                                                                                                                      | CIMENTACIÓN          | 6                |







|                                                                                                                                                    |                                                |                          |                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>PROMOTOR:</b> U.V.A. - E. U. I. I. AGRARIAS (SORIA)<br>GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES                                      |                                                |                          |  |
| <b>ALUMNO:</b> RAQUEL MARTÍNEZ RODRIGO                                                                                                             |                                                |                          |                                                                                       |
| <b>TÍTULO:</b> DISEÑO DE UN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUA MEDIANTE ÓSMOSIS INVERSA EN UNA INDUSTRIA PAPELERA EN EL MUNICIPIO DE ALMAZÁN (SORIA) |                                                |                          |                                                                                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>ALMAZÁN (SORIA)                                                                                                            |                                                | <b>ESCALA:</b><br>1: 100 |                                                                                       |
| <b>FECHA:</b> Enero 2016<br><b>FIRMA:</b>                                                                                                          | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>CUBIERTA Y ESTRUCTURAS |                          | <b>PLANO N°:</b><br><b>7</b>                                                          |

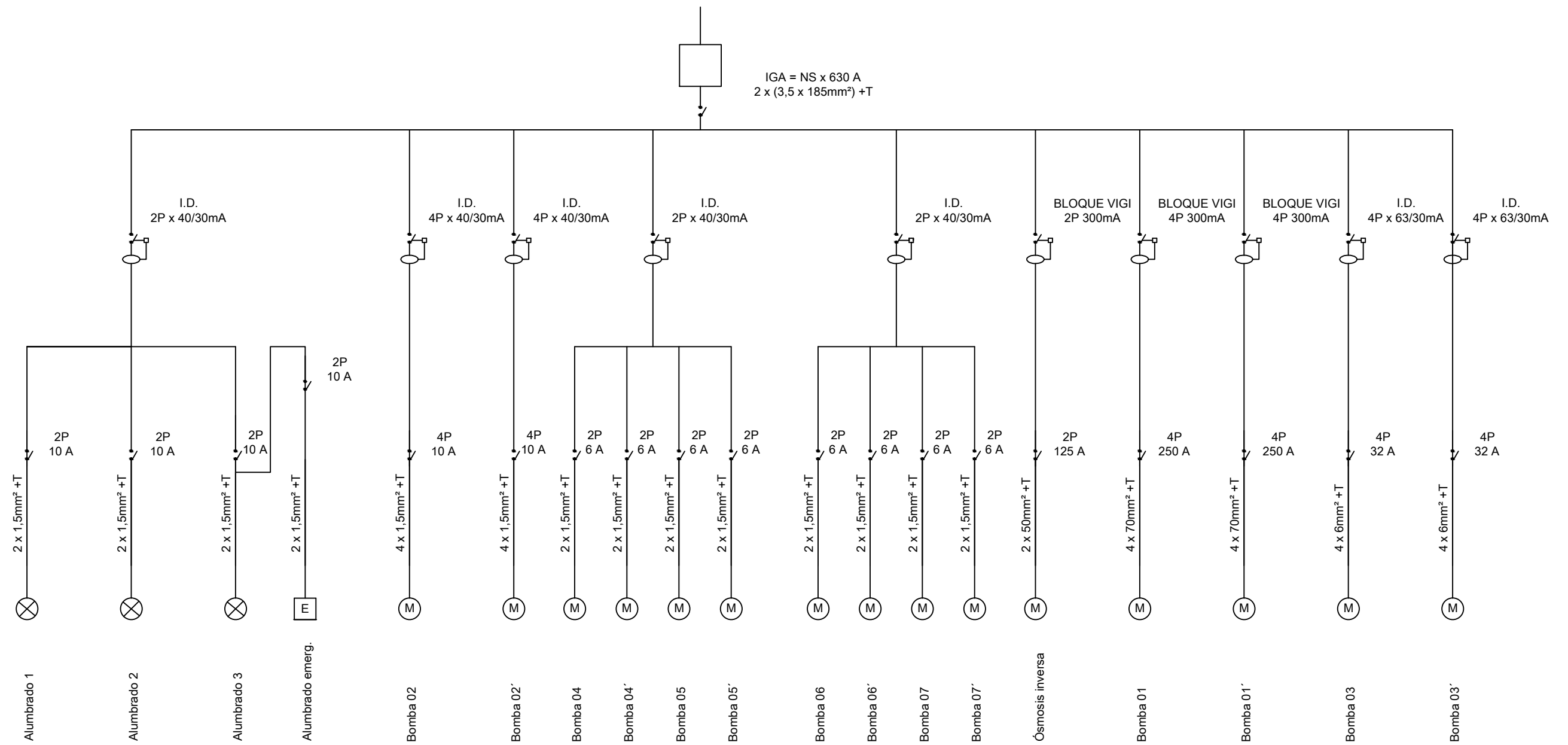


RED DE DISTRIBUCIÓN

**LEYENDA**

|                                                                                     |                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
|  | Toma de corriente TRIFÁSICA  |
|  | Toma de corriente MONOFÁSICA |
|  | CUADRO GENERAL               |
|  | LUMINARIAS (Campana LED)     |

|                                                                                                                                                    |                                               |                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>PROMOTOR:</b> U.V.A. - E. U. I. I. AGRARIAS (SORIA)                                                                                             |                                               |  |
| <b>GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL:</b> INDUSTRIAS FORESTALES                                                                                         |                                               |                                                                                       |
| <b>ALUMNO:</b> RAQUEL MARTÍNEZ RODRIGO                                                                                                             |                                               |                                                                                       |
| <b>TÍTULO:</b> DISEÑO DE UN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUA MEDIANTE ÓSMOSIS INVERSA EN UNA INDUSTRIA PAPELERA EN EL MUNICIPIO DE ALMAZÁN (SORIA) |                                               |                                                                                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>ALMAZÁN (SORIA)                                                                                                            | <b>ESCALA:</b><br>1: 100                      |                                                                                       |
| <b>FECHA:</b> ENERO 2016<br><b>FIRMA:</b>                                                                                                          | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>INSTALACIÓN ELÉCTRICA | <b>PLANO Nº:</b><br><b>8</b>                                                          |



**PROMOTOR:** U.V.A. - E. U. I. I. AGRARIAS (SORIA)  
GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES



**ALUMNO:** RAQUEL MARTÍNEZ RODRIGO

**TÍTULO:** DISEÑO DE UN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUA MEDIANTE ÓSMOSIS INVERSA EN UNA INDUSTRIA PAPELERA EN EL MUNICIPIO DE ALMAZÁN (SORIA)

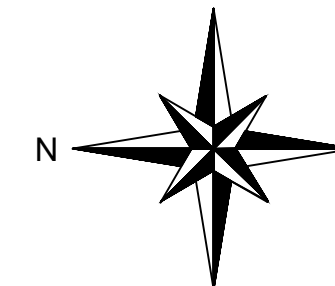
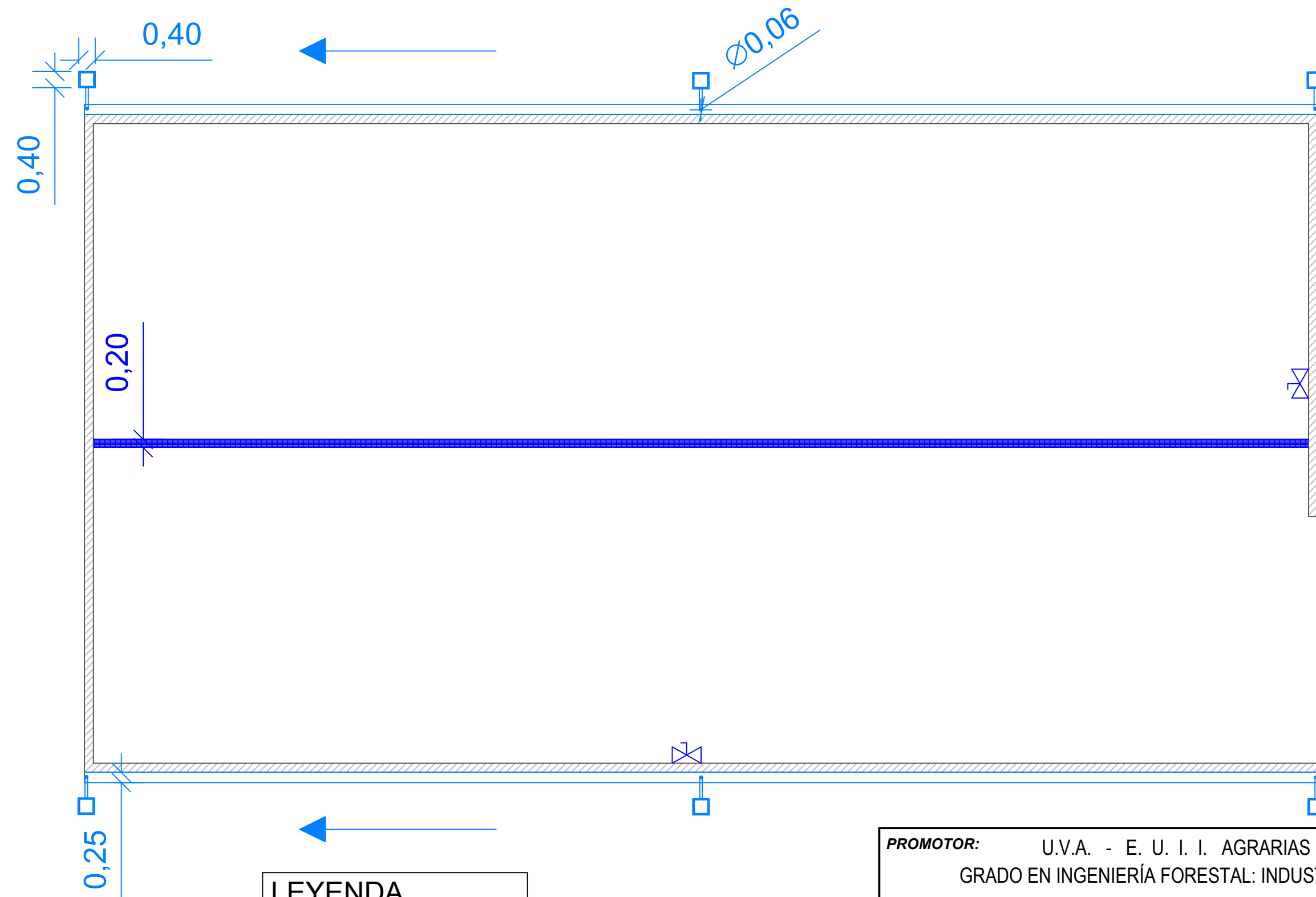
**LOCALIZACIÓN:**  
ALMAZÁN (SORIA)

**ESCALA:**  
S / E






**FECHA:** Enero 2016  
**FIRMA:**


**DENOMINACIÓN:**  
ESQUEMA UNIFILAR

**PLANO N°:**  
9

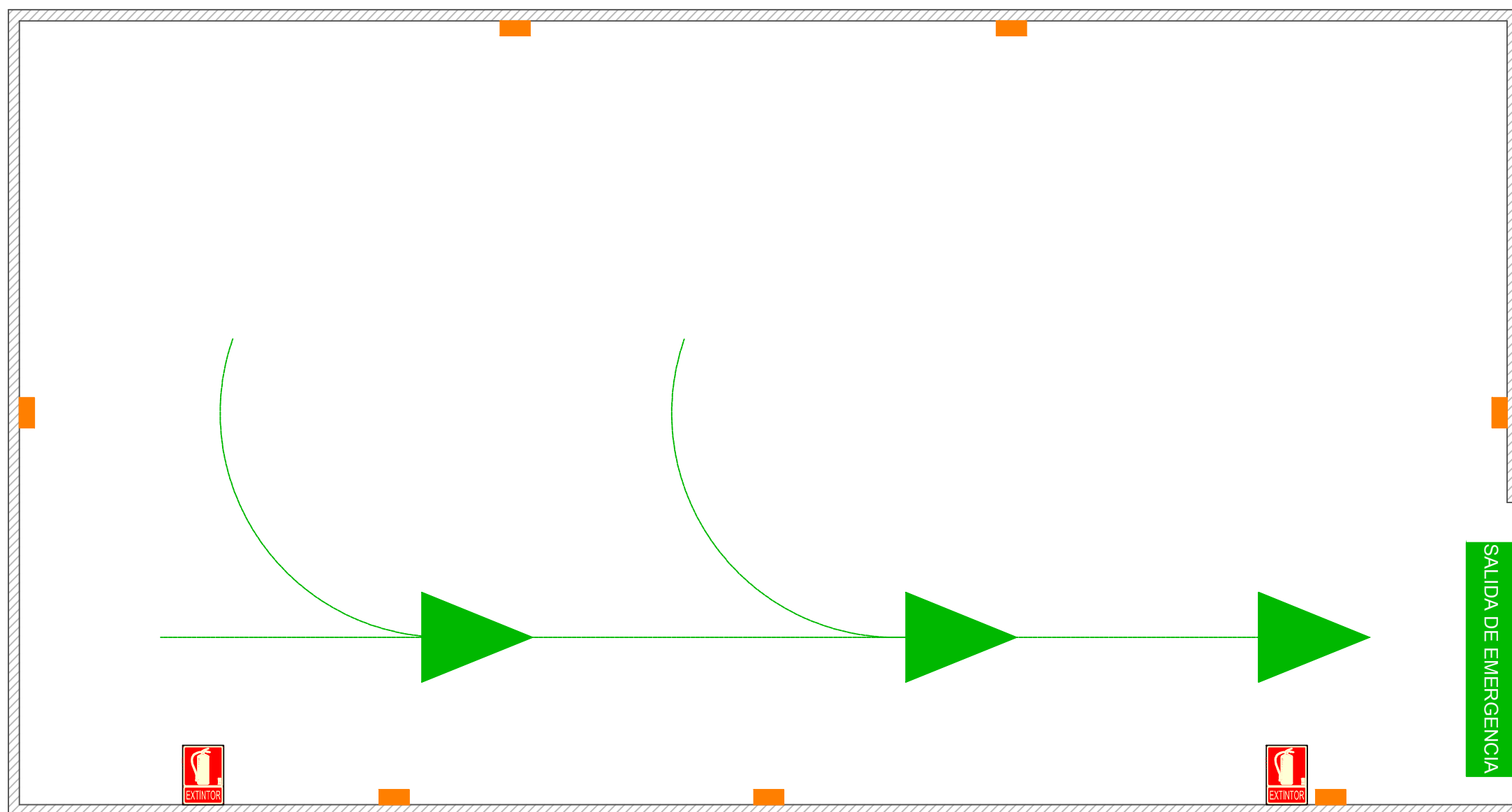
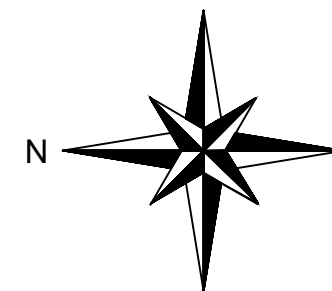


**LEYENDA**

|                                                                                     |                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
|  | PUNTO DE AGUA (MANGUERAS) |
|  | ZANJA CANALIZACIÓN AGUA   |
|  | ARQUETA DE SANEAMIENTO    |
|  | CANALÓN                   |
|  | BAJANTE                   |

|                                                                                                                                                    |                                     |                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>PROMOTOR:</b> U.V.A. - E. U. I. I. AGRARIAS (SORIA)                                                                                             |                                     |  |
| <b>GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL:</b> INDUSTRIAS FORESTALES                                                                                         |                                     |                                                                                       |
| <b>ALUMNO:</b> RAQUEL MARTÍNEZ RODRIGO                                                                                                             |                                     |                                                                                       |
| <b>TÍTULO:</b> DISEÑO DE UN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUA MEDIANTE ÓSMOSIS INVERSA EN UNA INDUSTRIA PAPELERA EN EL MUNICIPIO DE ALMAZÁN (SORIA) |                                     |                                                                                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>ALMAZÁN (SORIA)                                                                                                            | <b>ESCALA:</b><br>1: 100            |                                                                                       |
| <b>FECHA:</b> ENERO 2016<br><b>FIRMA:</b>                                                                                                          | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>SANEAMIENTO | <b>PLANO N°:</b><br><b>10</b>                                                         |





### LEYENDA



EXTINTOR



SALIDA DE EMERGENCIA



LÁMPARA DE EMERGENCIA

**PROMOTOR:** U.V.A. - E. U. I. I. AGRARIAS (SORIA)  
GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES



**ALUMNO:** RAQUEL MARTÍNEZ RODRIGO

**TÍTULO:** DISEÑO DE UN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUA MEDIANTE ÓSMOSIS INVERSA EN UNA INDUSTRIA PAPELERA EN EL MUNICIPIO DE ALMAZÁN (SORIA)

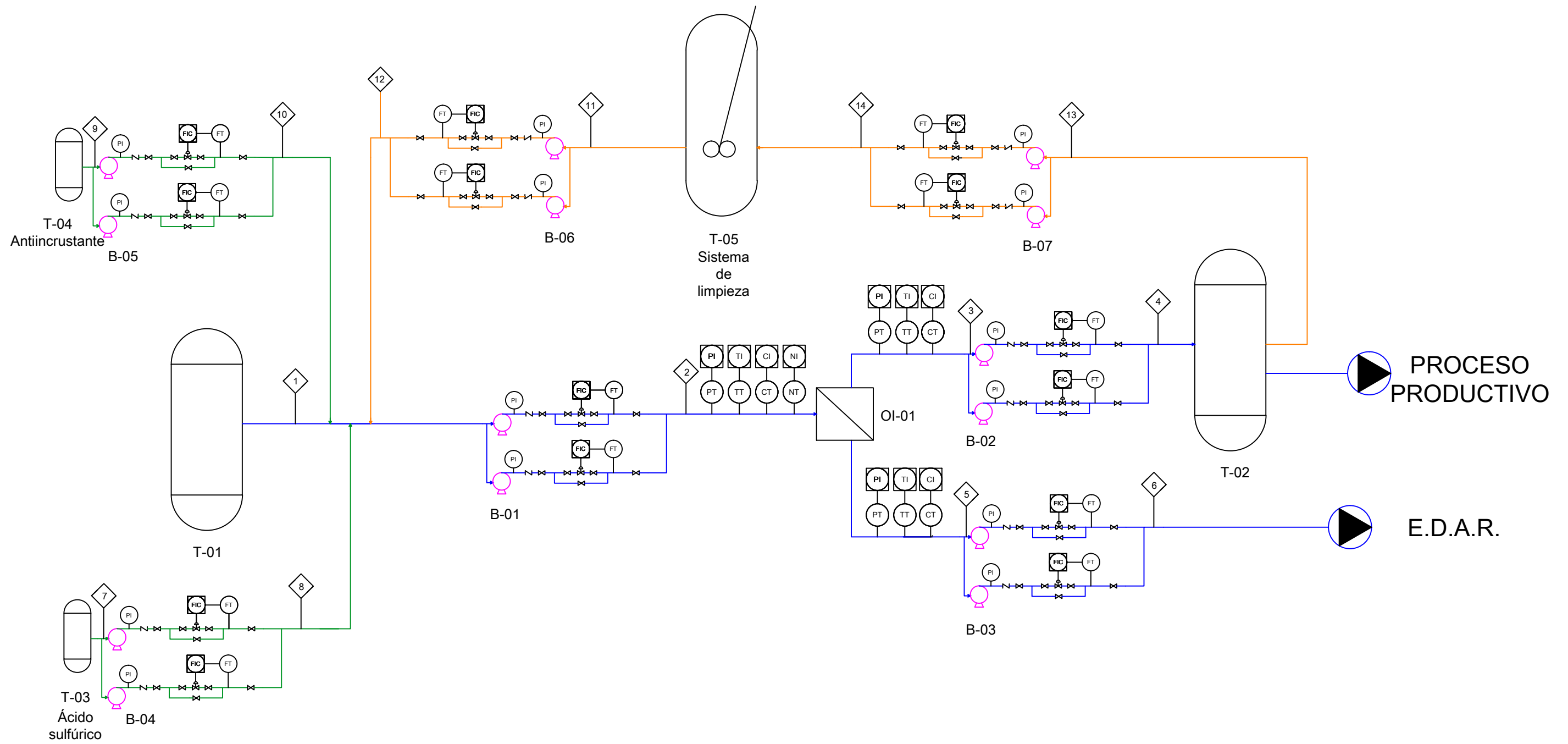
**LOCALIZACIÓN:**  
ALMAZÁN (SORIA)

**ESCALA:**  
1: 100

**FECHA:** ENERO 2016  
**FIRMA:**

**DENOMINACIÓN:**  
SISTEMA DE PROTECCIÓN  
CONTRA INCENDIOS

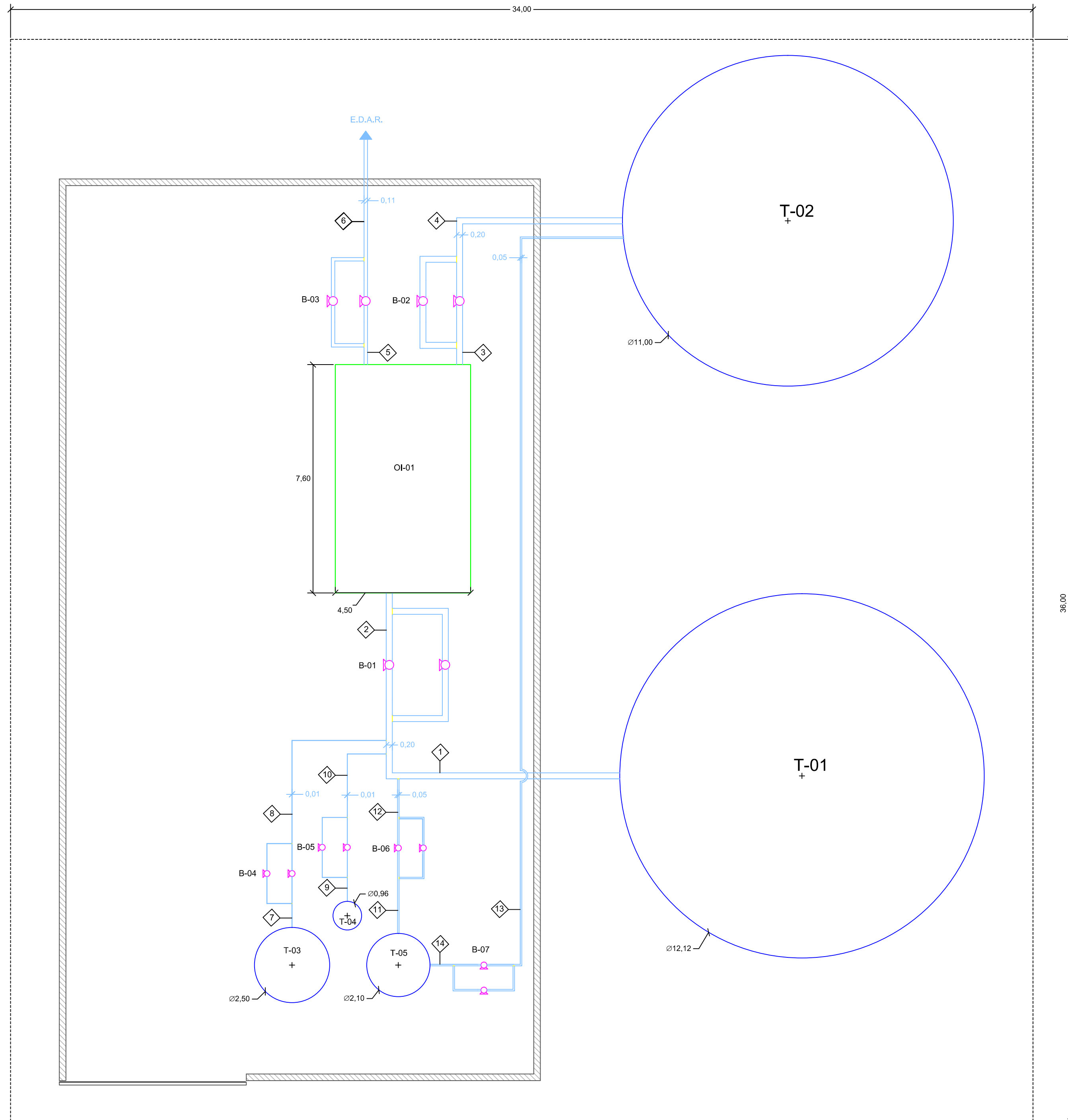
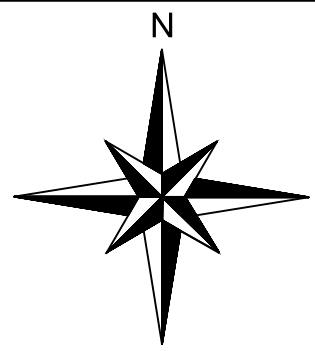
**PLANO Nº:**  
11



**LEYENDA**

- BOMBAS
- VÁLVULAS
- SISTEMAS DE CONTROL (temperatura, presión, caudal...)
- NUMERACIÓN TUBERÍAS
- LÍNEA DE AGUA
- LÍNEA PRETRATAMIENTOS
- LÍNEA SISTEMA DE LIMPIEZA

|                                                                                                                                                    |                                           |                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| <b>PROMOTOR:</b> U.V.A. - E. U. I. I. AGRARIAS (SORIA)<br>GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES                                      |                                           |                                                                                |
| <b>ALUMNO:</b> RAQUEL MARTÍNEZ RODRIGO                                                                                                             |                                           |                                                                                |
| <b>TÍTULO:</b> DISEÑO DE UN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUA MEDIANTE ÓSMOSIS INVERSA EN UNA INDUSTRIA PAPELERA EN EL MUNICIPIO DE ALMAZÁN (SORIA) |                                           |                                                                                |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>ALMAZÁN (SORIA)                                                                                                            | <b>ESCALA:</b><br>S / E                   |                                                                                |
| <b>FECHA:</b> Enero 2016<br><b>FIRMA:</b>                                                                                                          | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>FLUJO DEL PROCESO | <b>PLANO N°:</b><br><span style="font-size: 2em; font-weight: bold;">12</span> |



### LEYENDA

|       |                            |
|-------|----------------------------|
| OI-01 | SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA |
| T-01  | TANQUE DE ALMACENAMIENTO 1 |
| T-02  | TANQUE DE ALMACENAMIENTO 2 |
| T-03  | TANQUE DE ALMACENAMIENTO 3 |
| T-04  | TANQUE DE ALMACENAMIENTO 4 |
| T-05  | TANQUE DE ALMACENAMIENTO 5 |
|       | NUMERACIÓN TUBERÍAS        |
|       | BOMBAS                     |
|       | TUBERÍAS                   |
|       | PARCELA 1.224 m2           |

#### LONGITUD TUBERÍAS

|                    |                      |
|--------------------|----------------------|
| TUBERÍA 1 = 13 m   | TUBERÍA 8 = 3.38 m   |
| TUBERÍA 2 = 3.71 m | TUBERÍA 9 = 3.38 m   |
| TUBERÍA 3 = 3.4 m  | TUBERÍA 10 = 5.99 m  |
| TUBERÍA 4 = 9.27 m | TUBERÍA 11 = 4.29 m  |
| TUBERÍA 5 = 3.27 m | TUBERÍA 12 = 3.75 m  |
| TUBERÍA 6 = KM     | TUBERÍA 13 = 30.21 m |
| TUBERÍA 7 = 9.15 m | TUBERÍA 14 = 3.24 m  |

|                                                                                                                                                    |                                                |                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>PROMOTOR:</b> U.V.A. - E. U. I. I. AGRARIAS (SORIA)                                                                                             |                                                |                               |
| GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES                                                                                                |                                                |                               |
| <b>ALUMNO:</b> RAQUEL MARTÍNEZ RODRIGO                                                                                                             |                                                |                               |
| <b>TÍTULO:</b> DISEÑO DE UN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUA MEDIANTE ÓSMOSIS INVERSA EN UNA INDUSTRIA PAPELERA EN EL MUNICIPIO DE ALMAZÁN (SORIA) |                                                |                               |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>ALMAZÁN (SORIA)                                                                                                            | <b>ESCALA:</b><br>1: 100                       |                               |
| <b>FECHA:</b> Enero 2016<br><b>FIRMA:</b>                                                                                                          | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>DISTRIBUCIÓN EN PLANTA | <b>PLANO N°:</b><br><b>13</b> |

**DOCUMENTO III:  
PLIEGO DE  
CONDICIONES**

## DOCUMENTO III: PLIEGO DE CONDICIONES

### ÍNDICE

|                                                                                  | Página |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1.- PLIEGO DE CONDICIONES GENERAL .....                                          | 1      |
| 1.1.- Disposiciones generales .....                                              | 1      |
| 1.2.- Disposiciones facultativas .....                                           | 2      |
| 1.2.1.- Delimitación facultativa de funciones de los agentes intervinientes..... | 2      |
| 1.2.2.- Obligaciones y derechos del contratista o constructor .....              | 5      |
| 1.2.3.- Trabajos, materiales y medios auxiliares .....                           | 8      |
| 1.2.4.- Recepción y liquidación de la obra.....                                  | 12     |
| 1.3.- Disposiciones económicas .....                                             | 14     |
| 1.3.1.- Base fundamental.....                                                    | 14     |
| 1.3.2.- Garantías de cumplimiento y fianzas .....                                | 15     |
| 1.3.3.- Precios y revisiones.....                                                | 16     |
| 1.3.4.- Valoración y abono de los trabajos .....                                 | 19     |
| 1.3.5.- Varios .....                                                             | 22     |
| 2.- PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES .....                                     | 24     |
| 2.1.- Pliego de condiciones de índole técnica.....                               | 24     |
| 2.1.1.- Características de los materiales .....                                  | 24     |
| 2.1.2.- Ejecución de las obras.....                                              | 27     |
| 2.1.3.- Instalación de la maquinaria .....                                       | 30     |
| 2.2.- Pliego de condiciones de índole facultativa .....                          | 33     |
| 2.3.- Pliego de condiciones de índole económica.....                             | 34     |
| 2.4.- Pliego de condiciones de índole legal .....                                | 35     |

## DOCUMENTO III: PLIEGO DE CONDICIONES

### 1.- PLIEGO DE CONDICIONES GENERAL

#### 1.1.- Disposiciones generales

- **Objeto y naturaleza del pliego general**

**Artículo 1:** El presente Pliego de Condiciones tiene una naturaleza supletoria del Pliego de Condiciones Particulares del Proyecto.

Tienen por objetivo regular la ejecución de las obras del presente proyecto, de la instalación de un sistema de ósmosis inversa y la nave en la que se va a implantar en la industria papelera implantada en el municipio de Almazán (Soria). Fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al Promotor o dueño de la obra, a los técnicos y encargados, a los encargados del control de calidad, así como a las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

- **Obras del presente proyecto**

**Artículo 2:** Se consideraran sujetas a las condiciones de este Pliego, todas las obras cuyas características, planos y presupuestos, se adjuntan en las partes correspondientes del presente Proyecto, así como todas las obras necesarias para dejar completamente terminados los edificios e instalaciones con arreglo a los planos y documentos adjuntos.

Se entiende por obras accesorias, aquellas que, por su naturaleza, no pueden ser previstas en todos sus detalles, sino a medida que avanza la ejecución de los trabajos. Estas se construirán según se vaya conociendo su necesidad. Cuando su importancia lo exija se construirán en base a los proyectos reformados que se redacten. En los casos de menor importancia se llevarán a cabo conforme a la propuesta que formule el Director de la Obra.

- **Documentación que definen las obras**

**Artículo 3:** Los documentos que definen las obras y que la propiedad entregue al Contratista, pueden tener carácter contractual o meramente informativo.

Son documentos contractuales los Planos, Pliego de Condiciones, Cuadros de Precios y Presupuestos Parcial y Total, que se incluyan en el presente Proyecto.

Los datos incluidos en la Memoria y Anejos tienen un carácter meramente informativo.

Cualquier cambio en el planteamiento de la Obra que implique un cambio sustancial respecto de lo proyectado deberá ponerse en conocimiento de la Dirección Técnica para que lo apruebe, si procede, y redacte el oportuno proyecto reformado.

- **Compatibilidad y relación entre los documentos**

**Artículo 4:** En caso de contradicción entre Planos y Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en este último documento. Lo mencionado en los Planos y omitido en el Pliego de Condiciones o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos.

## **1.2.- Disposiciones facultativas**

### **1.2.1.- Delimitación facultativa de funciones de los agentes intervinientes**

- **Director de la obra**

**Artículo 5:** La propiedad nombrará en su representación a un Ingeniero Técnico Director de Obra, en quien recaerán las labores de dirección, control y vigilancia de las obras del presente Proyecto.

No será el responsable ante la propiedad de las tardanzas de los Organismos competentes en la tramitación del Proyecto. La tramitación es ajena al Ingeniero Directos, quien una vez conseguidos todos los permisos, dará la orden de comenzar la obra, y el ritmo de la misma.

Tendrá las siguientes funciones:

- a) Tener la titulación académica y profesional requerida para desempeñar la profesión.

- b) Verificar el replanteo y la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectada a las características geotécnicas del terreno.
- c) Coordinar y dirigir la obra.
- d) Asistir al pie de obra para resolver problemas eventuales que se produzcan y consignar en el Libro de órdenes y asistencias las instrucciones precisas para la correcta interpretación del proyecto.
- e) Elaborar, a requerimiento del promotor o con su conformidad, eventuales modificaciones del proyecto, que vengan exigidas por la marcha de la obra siempre que las mismas se adapten a las disposiciones normativas contempladas y observadas en la redacción del proyecto.
- f) Coordinar el programa de desarrollo de la obra y el proyecto de control de calidad de la obra, con sujeción al Código Técnico de la Edificación (CTE) y a las especificaciones del proyecto.
- g) Comprobar los resultados de los análisis e informes realizados por laboratorios y/o entidades de control de calidad.
- h) Coordinar la intervención a la obra de otros técnicos.
- i) Dar conformidad a las certificaciones parciales de obra y la liquidación final.
- j) Redactar el acta de replanteo o comienzo de obra y el de fin de obra.
- k) Preparar con el contratista la documentación gráfica y escrita del proyecto definitivamente ejecutado para entregarlo al promotor.

- **El director de la ejecución de la obra.**

**Artículo 6:** Es el Ingeniero Técnico, 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 la calidad de lo edificado.

Sus obligaciones son:

- a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional para poder ejercer el puesto de trabajo.
- b) Verificar la recepción en obra de los productos de construcción, ordenando la realización de ensayos y pruebas precisas.



- c) Dirigir la ejecución material de la obra comprobando los replanteos, los materiales, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones de acuerdo con el proyecto y con las instrucciones del Director de obra.
- d) Consignar en el Libro de órdenes y Asistencias las instrucciones precisas.
- e) Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como elaborar y suscribir las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas.
- f) Colaborar con los restantes agentes en la elaboración de la documentación de la obra ejecutada, aportando los resultados del control realizado.

- **Contratista o constructor**

**Artículo 7:** El contratista o constructor proporcionara toda clase de facilidades para que el Ingeniero Director, o sus subalternos, puedan llevar a cabo su trabajo con el máximo de eficacia.

Sus obligaciones son:

- a) Firmar el acta de replanteo o de comienzo y el acta de recepción de la obra.
- b) Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo lo personal que intervenga en la obra y coordina las intervenciones de los subcontratistas.
- c) Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del aparejador o arquitecto técnico, los suministros o prefabricados que no cuenten con garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- d) Custodiar los Libros de órdenes y seguimiento de la obra, así como los de seguridad y salud y el del control de calidad, estos si los hubiera, y dar el enterado a las anotaciones que en ellos se apunten.
- e) Facilitar al aparejador o al arquitecto técnico con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- f) Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.

- g) Suscribir con el promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- h) Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.
- i) Facilitar al director de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.
- j) Facilitar el acceso a los laboratorios y entidades de control y calidad, contratados y debidamente homologados para la realización de sus funciones.
- k) Suscribir las garantías por daños materiales ocasionadas por vicios y defectos de la construcción previstas en el artículo 19 de la LOE.

### **1.2.2.- Obligaciones y derechos del contratista o constructor**

- **Remisión de solicitud de ofertas**

**Artículo 8:** Por la Dirección Técnica se solicitará ofertas a las Empresas especializadas del sector, para la realización de las instalaciones especificadas en el presente Proyecto para lo cual se pondrá a disposición de los ofertantes un ejemplar del citado Proyecto o un extracto con los datos suficientes. En el caso de que el ofertante lo estime de interés deberá presentar además de la mencionada, la o las soluciones que recomiende para resolver la instalación.

El plazo máximo fijado para la recepción de las ofertas será de un mes.

- **Verificación de los documentos del proyecto**

**Artículo 9:** El Constructor o Contratista deberá verificar la documentación relacionada con el proyecto y comunicar al Director de las obras de cualquier problema surgido.

- **Plan de seguridad e higiene**

**Artículo 10:** El Contratista o Constructor presentará el Plan de Seguridad e Higiene de la obra a la aprobación del Director de la dirección facultativa.

- **Oficina en la obra**

**Artículo 11:** Se habilitará en la obra una oficina en la que existirá una mesa o tablero adecuado, en el que puedan extenderse y consultarse los planos. En dicha oficina tendrá siempre el Contratista a disposición del Director de Obra de la Dirección Facultativa:

- El proyecto de Ejecución completo, incluidos los complementos que en su caso redacte el Ingeniero proyectista o Director de Obra.
- La Licencia de Obras.
- El libro de Órdenes y Asistencias.
- El Plan de Seguridad e Higiene.
- El libro de incidencias.
- El Reglamento y Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- La documentación de los seguros mencionada en el artículo 7.

En la oficina realizara también la Dirección Facultativa, que estará convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

- **Presentación del contratista**

**Artículo 12:** El constructor o contratista viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena, y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competan a la contrata.

Cuando la importancia de las obras lo requiera y así se consigne en el Pliego de “Condiciones Particulares de Índole Facultativa”, el Delegado del Contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según los casos.

El Pliego de Condiciones Particulares determinará el personal facultativo o especialista que el Constructor se obligue a mantener en la obra como mínimo, y el tiempo de dedicación comprometido.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Director

de la Obra para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

- **Presencia del constructor en la obra**

**Artículo 13:** El Jefe de obra, por sí o por medio de sus técnicos o encargados, deberá estar presente durante la jornada legal de trabajo y acompañara al Director de obra en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

- **Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto**

**Artículo 14:** Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor, estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba el Director de obra.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor, habrá que dirigirla, dentro del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Constructor el correspondiente recibo.

**Artículo 15:** El Constructor podrá requerir al Director de Obra las instrucciones o aclaraciones que precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

- **Reclamaciones contra las órdenes de dirección**

**Artículo 16:** Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes emanadas del Ingeniero Director, solo podrá presentarlas a través del mismo ante la propiedad, si ellas son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes; contra disposiciones de orden técnico o facultativo del Ingeniero Director, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada, dirigida al Ingeniero Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

- **Despido por insubordinación, incapacidad y mala fe**

**Artículo 17:** Por falta del cumplimiento de las instrucciones del Ingeniero Director o sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las obras; por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos, el Contratista tendrá obligación de sustituir a sus dependientes y operarios, cuando el Ingeniero Director lo reclame.

- **Falta del personal**

**Artículo 18:** El Director de obra, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

**Artículo 19:** El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso a lo estipulado en el Pliego de Condiciones particulares, y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

- **Copia de los documentos**

**Artículo 20:** El contratista tiene derecho a sacar copias a su costa, de los Pliegos de Condiciones, presupuestos y demás documentos de la contrata. El Director de obra, si el Contratista solicita estos, autorizara las copias después de contratadas las obras.

### **1.2.3.- Trabajos, materiales y medios auxiliares**

- **Replanteo**

**Artículo 21:** Antes del comienzo de las obras, el Ingeniero Director, junto al Contratista o su representante, procederá al replanteo general de la obra. El Constructor se hará cargo de las señales y referencias que se dejen en el terreno como consecuencia del

replanteo y se iniciaran las obras con las mismas. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Director de obra podrá realizar u ordenar cuantos replanteos parciales considere necesarios durante el periodo de construcción para que las obras se realicen conforme al proyecto y a las modificaciones del mismo ya sean aprobadas.

- **Libro de órdenes**

**Artículo 22:** En la casilla y oficina de la obra, tendrá el Contratista el Libro de Órdenes, en el que se anotarán las que el Ingeniero Director de Obra precise dar en el transcurso de la obra.

El cumplimiento de las órdenes expresadas en dicho Libro es tan obligatorio para el Contratista como las que figuran en el Pliego de Condiciones.

- **Comienzo de los trabajos y plazo de ejecución**

**Artículo 23:** Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero Director del comienzo de los trabajos, antes de transcurrir veinticuatro horas de su iniciación: previamente se habrá suscrito el acta de replanteo en las condiciones establecidas en el artículo 21.

El adjudicatario comenzará las obras dentro del plazo de 15 días desde la fecha de adjudicación. Dará cuenta al Ingeniero Director, mediante oficio, del día en que se propone iniciar los trabajos, debiendo este dar acuse de recibo.

Las obras quedarán terminadas dentro del plazo de un año.

El Contratista está obligado al cumplimiento de todo cuanto se dispone en la Reglamentación Oficial de Trabajo.

- **Condiciones generales de ejecución de los trabajos**

**Artículo 24:** El Contratista, como es natural, debe emplear los materiales y mano de obra que cumplan las condiciones exigidas en las Condiciones Generales de índole Técnica" y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la obra, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas

y defectos que en estos puedan existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servirle de excusa ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que el Ingeniero Director o sus subalternos no le hayan llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que hayan sido valorados en las certificaciones parciales de la obra que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta.

- **Facilidades para otros contratistas**

**Artículo 25:** De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que les sean delegados a los demás contratistas que intervengan en la obra.

En caso de recurso, ambos contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

- **Ampliación y prórroga del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor**

**Artículo 26:** Por un imprevisto o accidente y sea necesaria la ampliación del proyecto, no se suspenderán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Director de obra.

**Artículo 27:** Si por causa mayor o independiente de la voluntad del Constructor, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de 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 en el retraso de la obra**

**Artículo 28:** El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de las 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 lo hubiesen proporcionado.

- **Trabajos defectuosos**

**Artículo 29:** Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero Director o su representante en la obra adviertan vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados, o los aparatos colocados no reúnen las condiciones perpetuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrán disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si esta no estimase justa la resolución y se negase la demolición y reconstrucción ordenadas, se procederá de acuerdo con lo establecido en el artículo 31.

- **Obras y vicios ocultos**

**Artículo 30:** Si el Director de obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos de la demolición de la reconstrucción que se ocasionen, serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente; en caso contrario correrán a cargo del propietario.

- **Materiales no utilizables o defectuosos**

**Artículo 31:** No se procederá al empleo y colocación de los materiales y de los apartados sin que antes sean examinados y aceptados por el Director de obra, en los términos que prescriben los Pliegos de Condiciones, depositando al efecto el Contratista, las muestras y modelos necesarios, previamente contraseñados, para efectuar con ellos comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuadas en el Pliego de Condiciones, vigente en la obra.

Los gastos que ocasionen los ensayos, análisis, pruebas, etc., antes indicados serán a cargo del Contratista.

Cuando los materiales o aparatos no fueran de la calidad requerida o no estuviesen perfectamente preparados, el Director de obra dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas en los Pliegos o, a falta de estos, a las órdenes del Director de obra.



- **Medios auxiliares**

**Artículo 32:** No se procederá al empleo y colocación de los materiales y de los apartados sin que antes sean examinados y aceptados por el Ingeniero Director, en los términos que prescriben los Pliegos de Condiciones, depositando al efecto el Contratista, las muestras y modelos necesarios, previamente contraseñados, para efectuar con ellos comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuadas en el Pliego de Condiciones, vigente en la obra.

Los gastos que ocasionen los ensayos, análisis, pruebas, etc., antes indicados serán a cargo del Contratista.

Cuando los materiales o aparatos no fueran de la calidad requerida o no estuviesen perfectamente preparados, el Ingeniero Director dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas en los Pliegos o, a falta de estos, a las órdenes del Ingeniero Director.

#### **1.2.4.- Recepción y liquidación de la obra**

- **Recepciones provisionales**

**Artículo 33:** Para proceder a la recepción provisional de las obras será necesaria la asistencia del Propietario, del Ingeniero Director de la Obra y del Contratista o su representante debidamente autorizado.

Si las obras se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se darán por percibidas provisionalmente comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía, que se considerará de tres meses.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas se hará constar en el acta y se especificarán en la misma las precisas y detalladas instrucciones que el Ingeniero Director debe señalar al Contratista para remediar los defectos observados, fijándose un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones, a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Después de realizar un escrupuloso reconocimiento y si la obra estuviese conforme con las condiciones de este Pliego, se levantará un acta por duplicado, a la que acompañarán los documentos justificantes de la liquidación final. Una de las actas quedará en poder de la propiedad y la otra se entregará al Contratista.

- **Plazo de garantía**

**Artículo 34:** Desde la fecha en que la recepción provisional quede hecha, comienza a contarse el plazo de garantía que será de un año. Durante este período, el Contratista se hará cargo de todas aquellas reparaciones de desperfectos imputables a defectos y vicios ocultos.

- **Documentación final de obra**

**Artículo 35:** El Director de obra facilitará a la Propiedad la documentación final de la obra, con las distinciones y contenido dispuesto por la legislación vigente.

- **Conservación de las obras recibidas provisionalmente**

**Artículo 36:** Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre la recepción provisional y definitiva, correrán a cargo del Contratista.

- **Conservación de los trabajos recibidos provisionalmente**

**Artículo 37:** Si el Contratista, siendo su obligación no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario, procederá a disponer todo lo que se precise para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuere menester para su buena conservación, abonándose todo aquello por cuenta de la contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de rescisión de contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Ingeniero Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del mismo corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuere preciso realizar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el Contratista a revisar y repasar la obra durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

El Contratista se obliga a destinar a su costa a un vigilante de las obras que prestará su servicio de acuerdo con las órdenes recibidas de la Dirección Facultativa.

- **Recepción definitiva**

**Artículo 38:** Terminado el plazo de garantía, se verificará la recepción definitiva con las mismas condiciones que la provisional, y si las obras están bien conservadas y en perfectas condiciones, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad económica; en caso contrario se retrasará la recepción definitiva hasta que, a juicio del Ingeniero Director de la Obra, y dentro del plazo que se marque, queden las obras del modo y forma que se determinan en este Pliego.

Si el nuevo reconocimiento resultase que el Contratista no hubiese cumplido, se declarará rescindida la contrata con pérdidas de la fianza, a no ser que la propiedad crea conveniente conceder un nuevo plazo.

- **Liquidación final**

**Artículo 39:** Terminadas las obras, se procederá a la liquidación fijada, que incluirá el importe de las unidades de obra realizadas y las que constituyen modificaciones del Proyecto, siempre y cuando hayan sido previamente aprobadas por la Dirección Técnica con sus precios. De ninguna manera tendrá derecho el Contratista a formular reclamaciones por aumentos de obra que no estuviesen autorizados por escrito a la Entidad propietaria con el visto bueno del Ingeniero Director.

- **Liquidación en caso de rescisión**

**Artículo 40:** En este caso, la liquidación se hará mediante un contrato liquidatorio, que se redactará de acuerdo por ambas partes. Incluirá el importe de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la rescisión.

## **1.3.- Disposiciones económicas**

### **1.3.1.- Base fundamental**

- **Base fundamental**

**Artículo 41:** Como base fundamental de estas "Condiciones Generales de Índole Económica", se establece el principio de que el Contratista debe percibir el importe de

todos los trabajos ejecutados, siempre que éstos se hayan realizado con arreglo y sujeción al Proyecto y Condiciones Generales y particulares que rijan la construcción del edificio y obra aneja contratada.

### **1.3.2.- Garantías de cumplimiento y fianzas**

- **Garantías**

**Artículo 42:** El Ingeniero Director podrá exigir al Contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de si éste reúne todas las condiciones requeridas para el exacto cumplimiento del Contrato; dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el Contratista antes de la firma del Contrato.

- **Fianzas**

**Artículo 43:** Se podrá exigir al Contratista, para que responda del cumplimiento de lo contratado, una fianza del 10% del presupuesto de las obras adjudicadas.

- **Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza**

**Artículo 44:** Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director, en nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el propietario en el caso de que el importe de la fianza no baste para abonar el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recibo.

- **Devolución de la fianza**

**Artículo 45:** La fianza depositada será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de 8 días, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra, siempre que el Contratista haya acreditado, por medio de certificado del Alcalde del Distrito Municipal en cuyo término se halla emplazada la obra contratada, que no existe reclamación alguna contra él por los daños y perjuicios que sean de su cuenta o por

deudas de los jornales o materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

### 1.3.3.- Precios y revisiones

- **Composición precios unitarios**

**Artículo 46:** El cálculo de los precios de las distintas unidades e obra es el resultado de sumar los costes directos, indirectos, gastos generales y el beneficio industrial.

– Se consideran 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.

– Se consideran costes indirectos:

- a) Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de talleres, etc.
- b) Los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos.
- c) Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

– Se consideran castos 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%).

– Beneficio industrial:

El beneficio industrial del Contratista se establece en el 6% sobre la suma de las anteriores partidas.

– Precio de Ejecución material:

Se denomina Precio de Ejecución material el resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción de Beneficio Industrial.

– Precio de Contrata:

El precio de Contrata es la suma de los costes directos, indirectos, el Beneficio industrial y los Gastos Generales.

• **Precios contradictorios**

**Artículo 47:** Si ocurriese algún caso por virtud del cual fuese necesario fijar un nuevo precio, se procederá a estudiarlo y convenirlo contradictoriamente de la siguiente forma:

El Adjudicatario formulará por escrito, bajo su firma, el precio que, a su juicio, debe aplicarse a la nueva unidad.

La Dirección técnica estudiará el que, según su criterio, deba utilizarse.

Si ambos son coincidentes se formulará por la Dirección Técnica el Acta de Avenencia, igual que si cualquier pequeña diferencia o error fuesen salvados por simple exposición y convicción de una de las partes, quedando así formalizado el precio contradictorio.

Si no fuera posible conciliar por simple discusión los resultados, el Sr. Director propondrá a la propiedad que adopte la resolución que estime conveniente, que podrá ser aprobatoria del precio exigido por el Adjudicatario o, en otro caso, la segregación de la obra o instalación nueva, para ser ejecutada por administración o por otro adjudicatario distinto.

La fijación del precio contradictorio habrá de proceder necesariamente al comienzo de la nueva unidad, puesto que, si por cualquier motivo ya se hubiese

comenzado, el Adjudicatario estará obligado a aceptar el que buenamente quiera fijarse el Sr. Director y a concluir a satisfacción de éste.

- **Reclamaciones de aumento de precios**

**Artículo 48:** Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error y omisión, reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras.

Tampoco se le admitirá reclamación de ninguna especie fundada en las indicaciones que, sobre las obras, se hagan en la Memoria, por no servir este documento de base a la Contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las unidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de la rescisión de contrato, señalados en los documentos relativos a las "Condiciones Generales o Particulares de Índole Facultativa", sino en el caso de que el Ingeniero Director o el Contratista los hubieran hecho notar dentro del plazo de cuatro meses contados desde la fecha de adjudicación. Las equivocaciones materiales no alterarán la baja proporcional hecha en la Contrata, respecto del importe del presupuesto que ha de servir de base a la misma, pues esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho presupuesto, antes de las correcciones y la cantidad ofrecida.

- **Revisión de precios**

**Artículo 49:** Contratándose las obras a riesgo y ventura, es natural por ello, que no se debe admitir la revisión de los precios contratados. No obstante y dada la variabilidad continua de los precios de los jornales y sus cargas sociales, así como la de los materiales y transportes, que es característica de determinadas épocas anormales, se admite, durante ellas, la revisión de los precios contratados, bien en alza o en baja y en anomalía con las oscilaciones de los precios en el mercado.

Por ello y en los casos de revisión en alza, el Contratista puede solicitarla del Propietario, en cuanto se produzca cualquier alteración de precio, que repercuta, aumentando los contratos. Ambas partes convendrán el nuevo precio unitario antes de comenzar o de continuar la ejecución de la unidad de obra en que intervenga el elemento cuyo precio en el mercado, y por causa justificada, especificándose y acordándose, también, previamente, la fecha a partir de la cual se aplicará el precio revisado y elevado, para lo cual se tendrá en cuenta y cuando sí proceda, el acopio de materiales de obra, en el caso de que estuviesen total o parcialmente abonados por el propietario.

Si el propietario o el Ingeniero Director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de los materiales, transportes, etc., que el Contratista desee percibir como normales en el mercado, aquel tiene la facultad de proponer al Contratista, y éste la obligación de aceptarlos, los materiales, transportes, etc., a precios inferiores a los pedidos por el Contratista, en cuyo caso lógico y natural, se tendrán en cuenta para la revisión, los precios de los materiales, transportes, etc. adquiridos por el Contratista merced a la información del propietario.

Cuando el propietario o el Ingeniero Director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de los materiales, transportes, etc. concertará entre las dos partes la baja a realizar en los precios unitarios vigentes en la obra, en equidad por la experimentada por cualquiera de los elementos constitutivos de la unidad de obra y la fecha en que empezarán a regir los precios revisados.

Cuando, entre los documentos aprobados por ambas partes, figurase el relativo a los precios unitarios contratados descompuestos, se seguirá un procedimiento similar al preceptuado en los casos de revisión por alza de precios.

- **Elementos comprendidos en el presupuesto**

**Artículo 50:** Al fijar los precios de las diferentes unidades de obra en el presupuesto, se ha tenido en cuenta el importe de andamios, vallas, elevación y transporte del material, es decir, todos los correspondientes a medios auxiliares de la construcción, así como toda suerte de indemnizaciones, impuestos, multas o pagos que tengan que hacerse por cualquier concepto, con los que se hallen gravados o se graven los materiales o las obras por el Estado, Provincia o Municipio.

Por esta razón no se abonará al Contratista cantidad alguna por dichos conceptos.

En el precio de cada unidad también van comprendidos los materiales accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra completamente terminada y en disposición de recibirse.

### **1.3.4.- Valoración y abono de los trabajos**

- **Valoración de la obra**

**Artículo 51:** La medición de la obra concluida se hará por el tipo de unidad fijada en el correspondiente presupuesto.



La valoración deberá obtenerse aplicando a las diversas unidades de obra. el precio que tuviese asignado en el Presupuesto, añadiendo a este importe el de los tantos por ciento que correspondan al beneficio industrial y descontando el tanto por ciento que corresponda a la baja en la subasta hecha por el Contratista.

- **Mediciones parciales finales**

**Artículo 52:** Las mediciones parciales se verificarán en presencia del Contratista, de cuyo acto se levantará acta por duplicado, que será firmada por ambas partes. La medición final se hará después de terminadas las obras con precisa asistencia del Contratista.

En el acta que se extienda, de haberse verificado la medición en los documentos que le acompañan, deberá aparecer la conformidad del Contratista o de su representación legal. En caso de no haber conformidad lo expondrá sumariamente y a reserva de ampliar las razones que a ello obliga.

- **Equivocaciones en el presupuesto**

**Artículo 53:** Se supone que el Contratista ha hecho detenido estudio de los documentos que componen el Proyecto, y por tanto al no haber hecho ninguna observación sobre posible errores o equivocaciones en el mismo, se entiende que no hay lugar a disposición alguna en cuanto afecta a medidas o precios de tal suerte, que la obra ejecutada con arreglo al Proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas, no tiene derecho a reclamación alguna.

Si por el contrario, el número de unidades fuera inferior, se descontará del presupuesto.

- **Valoración de obras incompletas**

**Artículo 54:** Cuando por consecuencia de rescisión u otras causas fuera preciso valorar las obras incompletas, se aplicarán los precios del presupuestos, sin que pueda pretenderse hacer la valoración de la unidad de obra fraccionándola en forma distinta a la establecida en los cuadros de descomposición de precios.

- **Carácter provisional de las liquidaciones parciales**

**Artículo 55:** Las liquidaciones parciales tienen carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a certificaciones y variaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden la propiedad se reserva en todo momento y especialmente al hacer efectivas las liquidaciones parciales, el derecho de comprobar que el Contratista ha cumplido los compromisos referentes al pago de jornales y materiales invertidos en la Obra, a cuyo efecto deberá presentar el contratista los comprobantes que se exijan.

- **Pagos**

**Artículo 56:** Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos y su importe corresponderá, precisamente, al de las Certificaciones de obra expedidos por el Ingeniero Director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

- **Suspensión por retraso de pagos**

**Artículo 57:** En ningún caso podrá el Contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos ni ejecutarlos a menor ritmo del que les corresponda, con arreglo al plazo en que deben terminarse.

- **Indemnización por retraso de los trabajos**

**Artículo 58:** El importe de la indemnización que debe abonar el Contratista por causas de retraso no justificado, en el plazo de terminación de las obras contratadas, será: el importe de la suma de perjuicios materiales causados por imposibilidad de ocupación del inmueble, debidamente justificados.

- **Indemnización por daños de causa mayor al contratista**

**Artículo 59:** El Contratista no tendrá derecho a indemnización por causas de pérdidas, averías o perjuicio ocasionados en las obras, sino en casos de fuerza mayor. Para los efectos de este artículo, se considerarán como tales casos únicamente los que siguen:

- 1) Los incendios causados por electricidad atmosférica.

- 2) Los daños producidos por terremotos y maremotos.
- 3) Los producidos por vientos huracanados, mareas y crecidas de ríos superiores a las que sean de prever en el país, y siempre que exista constancia inequívoca de que el Contratista tomó las medidas posibles, dentro de sus medios, para evitar o atenuar los daños.
- 4) Los que provengan de movimientos del terreno en que estén construidas las obras.
- 5) Los destrozos ocasionados violentamente, a mano armada, en tiempo de guerra, movimientos sediciosos populares o robos tumultuosos.

La indemnización se referirá, exclusivamente, al abono de las unidades de obra ya ejecutadas o materiales acopiados a pie de obra; en ningún caso comprenderá medios auxiliares, maquinaria o instalaciones, etc., propiedad de la Contrata.

#### 1.3.5.- Varios

- **Mejoras de obras**

**Artículo 60:** No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Ingeniero Director haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el Contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Ingeniero Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

- **Seguro de los trabajos**

**Artículo 61:** El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada, durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá, en todo momento, con el valor que tengan, por Contrata los objetos asegurados, El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en caso de siniestro, se ingresará a cuenta, a nombre 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, hecha en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres ajenos a los de la construcción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente

expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda rescindir la contrata, con devolución de la 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 solo 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 Ingeniero Director.

En las obras de reforma o reparación se fijará, previamente, la proporción de edificio que se debe asegurar y su cuantía, y si nada se previese, se entenderá que el seguro ha de comprender toda parte de edificio afectado por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuran en la póliza de seguros, los pondrá el Contratista antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

- **Disposiciones a tener en cuenta**

**Artículo 62:**

- R.D. 314/2006, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Ley 13/1995, de Contratos de las Administraciones Públicas, de 18 de Mayo.
- Reglamento General de Contratación para aplicación de dicha Ley, aprobado por Decreto 3410/1975 de 25 de Noviembre.
- Pliegos de Prescripciones Técnicas Generales vigentes del M.O.P.U.
- Instrucción EHE para el proyecto y ejecución de obras de hormigón en masa o armado.
- Instrucción EHE para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón pretensado.
- Métodos y Normas de Ensayo de Laboratorio Central del M.O.P.U.
- Reglamento Electrotécnico de Alta y Baja Tensión y Normas MIBT complementarias.
- Reglamento sobre recipientes y aparatos a presión.
- Resolución General de Instrucciones para la construcción de 31 de oct. 1.966.

## 2.- PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES

### 2.1.- Pliego de condiciones de índole técnica

#### 2.1.1.- Características de los materiales

- **Objeto**

**Artículo 1:** El objeto de este punto es describir los diferentes materiales usados en la obra, establecer los procedimientos de instalación siguiendo los protocolos de seguridad.

- **Calidad de los materiales**

**Artículo 2:** Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

- **Pruebas y ensayos de materiales**

**Artículo 3:** Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad.

Cualquier otro que haya sido especificado, y sea necesario emplear, deberá ser aprobado por la dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

- **Áridos**

**Artículo 4:** La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón, así como las restantes características que se exijan a éste en el pliego de prescripciones técnicas particulares.

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, machacados u otros productos cuyo empleo se encuentre sancionado por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de

estudios realizados en un laboratorio oficial. En cualquier caso cumplirá las condiciones de la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).

Cuando no se tengan antecedentes sobre la utilización de los áridos disponibles, o se vayan a emplear para otras aplicaciones distintas de las ya sancionadas por la práctica, se realizarán ensayos de identificación mediante análisis mineralógicos, petrográficos, físicos o químicos, según convengan a cada caso.

En el caso de utilizar escorias siderúrgicas como árido, se comprobará previamente que son estables, es decir, que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos. Esta comprobación se efectuará con arreglo al método de ensayo UNE 7243.

Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables.

Se entiende por “arena” o “árido fino” el árido fracción del mismo que pasa por un tamiz de 5 mm de luz de malla (tamiz 5 UNE 7050); por “grava” o “árido grueso” el que resulta detenido por dicho tamiz; y por “árido total” (o simplemente “árido”, cuando no hay lugar a confusiones), aquel que, de por sí o por mezcla, posee las proporciones de arena y grava adecuadas para fabricar el hormigón necesario en el caso particular que se considere.

- **Cemento**

**Artículo 5:** Podrá almacenarse en sacos o a granel. En el primer caso, el almacén protegerá contra la intemperie y la humedad, tanto del suelo como de las paredes. Si se almacenara a granel, no podrán mezclarse en el mismo sitio cementos de distintas calidades y procedencias.

Se exigirá al contratista la realización de ensayos que demuestren de modo satisfactorio que los cementos cumplen las condiciones exigidas. Las partidas de cemento defectuoso serán retiradas de la obra en el plazo máximo de 8 días. Los métodos de ensayo serán los detallados en la RC-03 (instrucción para la recepción de cementos). Se realizarán en laboratorios homologados.

Se tendrán en cuenta prioritariamente las determinaciones de la EHE.

- **Acero laminado**

**Artículo 6:** Se establecen en el presente artículo las condiciones relativas a los materiales y equipos industriales relacionados con los aceros laminados utilizados en las estructuras de edificación, tanto en sus elementos estructurales, como en sus

elementos de unión. Asimismo se fijan las condiciones relativas a la ejecución, seguridad en el trabajo, control de la ejecución, valoración y mantenimiento.

Se adopta lo establecido en la norma: CTE: DB-SE A- Seguridad estructural. Acero.

- **Acero de alta adherencia en redondos**

**Artículo 7:** Se aceptarán aceros de alta adherencia que lleven el sello de conformidad CIETSID.

Estos aceros vendrán marcados de fábrica con señales indelebles para evitar confusiones en su empleo. No presentarán daños superiores al 5%.

El módulo de elasticidad será igual o mayor que 21.000 kN/cm<sup>2</sup>.

Entendiendo por límite elástico la mínima tensión capaz de producir una deformación permanente de 0,2%, se prevé el acero de límite elástico 42 kN/cm<sup>2</sup>, cuya carga de rotura no será inferior a 52,5 kN/cm<sup>2</sup>. Esta tensión de rotura es el valor de la ordenada máxima del diagrama tensión-deformación.

Se tendrán en cuenta prioritariamente las determinaciones de la EHE y de la CTE: DB-SE A- Seguridad estructural. Acero.

- **Panel sándwich**

**Artículo 8:** Los cerramientos opacos del edificio sin función estructural, están constituidos por elementos prefabricados ligeros con sujeción a la estructura del edificio. Se compone de los paneles propiamente dichos, el sistema de sujeción, juntas y sellado.

El panel se suministrará con su sistema de sujeción a la estructura del edificio, correas, que garantizará, una vez colocado el panel, su estabilidad así como la su resistencia a las sollicitaciones previstas.

Los cantos de los paneles presentaran la forma adecuada y se suministraran con los elementos accesorios necesarios para que las juntas resultantes de la unión entre paneles y los elementos de la fachada, una vez sellados y acabados sean estancos al aire y al agua y no den lugar a puentes térmicos.

Los elementos metálicos que comprenden el sistema de sujeción quedaran protegidos de la corrosión.

- **Puerta**

**Artículo 9:** Los perfiles empleados en la confección de puertas metálicas, serán especiales de doble junta y cumplirán todas las prescripciones legales. No se admitirán rebabas ni curvaturas, rechazándose los elementos que adolezcan de algún defecto de fabricación.

## 2.1.2.- Ejecución de las obras

### Instalación saneamiento

- **Bajantes**

**Artículo 10:** Las bajantes de aguas pluviales serán de materiales plásticos que dispongan autorización de uso. Se emplean material PVC.

Todas las uniones entre tubos y piezas especiales se realizarán mediante uniones Gibault.

- **Caja de control**

**Artículo 11:** Se deberá de colocar un tránsito general de fácil y libre acceso, lo más ajena posible de la red general de distribución y de otras instalaciones. En la cual se va a recoger todos los datos necesarios procedentes de los puntos de control del sistema a instalar en la planta. Existirán diferentes puntos de control distribuidos por toda la instalación, donde se recogerán controles sobre caudal, presión y nivel.

### Instalación fontanería

**Artículo 12:** Todas las instalaciones se realizarán con el material que se señala en el Presupuesto y en su defecto con el que a juicio de la Dirección Técnica reúna las debidas condiciones de calidad y garantía. Se obedecerá siempre en el material a las secciones y espesores que figuren en el correspondiente documento.

### Instalación eléctrica



- **Norma**

**Artículo 13:** Todos los materiales que se empleen en la instalación eléctrica, tanto de alta como de baja tensión deberán cumplir las prescripciones técnicas que dictan las normas internacionales ITC, los reglamentos en vigor, así como las normas técnico-prácticas de la compañía suministradora de energía.

- **Empalmes y conexiones**

**Artículo 14:** Los empalmes y conexiones de los conductores deberán de efectuarse siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento.

- **Instalaciones interiores o receptores**

**Artículo 15:** Los tubos que estén destinados a contener los conductores tendrán el diámetro que permita el aumento de sección de los conductores en un 50%.

El número de hilos vendrá fijado por el número de fases necesarias para la utilización de los receptores por parte del abonado.

- **Acometida**

**Artículo 16:** Se dispondrá tal y como lo indiquen el resto de documentos del Proyecto. La sección mínima del conductor neutro deberá ser igual a la de conductores de fase. Los empalmes y conexiones de los conductores deberán de efectuarse siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento.

- **Conductores de baja tensión**

**Artículo 17:** Los conductores de los cables serán de cobre desnudo recocido, normalmente con formación e hilo único hasta 6 mm<sup>2</sup>.

La cubierta será de policloruro de vinilo tratada convenientemente de forma que asegure mejor resistencia al frío, a la laceración, a la abrasión respecto al policloruro de vinilo normal (PVC).

La acción sucesiva del sol y de la humedad no deben provocar la más mínima alteración de la cubierta. El relleno que sirve para dar forma al cable aplicado por extrusión sobre las almas del cableado debe ser de material adecuado de manera que pueda ser fácilmente separado para la confección de los empalmes y terminales.

Los cables denominados de "instalación", normalmente alojados en tubería protectora, serán de cobre con aislamiento de PVC. La tensión de servicio será de 750 V y la tensión de ensayo de 2.000 V.

La sección mínima que se utilizará en los cables destinados tanto a circuitos de alumbrado como de fuerza será de 1,5 m<sup>2</sup>.

Los ensayos de tensión y de resistencia de aislamiento se efectuarán con la tensión de prueba de 2.000 V, de igual forma que en los cables anteriores.

- **Aparatos de alumbrado interior**

**Artículo 18:** Las luminarias se construirán con chasis de chapa de acero de calidad, con espesor o nervaduras suficientes para alcanzar la rigidez necesaria.

Los enchufes con toma de tierra tendrán esta toma dispuesta de forma que sea la primera en establecerse y la última en desaparecer y serán irreversibles, sin posibilidad de error en la conexión.

- **Caja general**

**Artículo 19:** Se deberá de colocar un tránsito general de fácil y libre acceso, lo más ajena posible de la red general de distribución y de otras instalaciones. Deberá ser precintable, constatar con cortacircuitos fusibles en todos los conductores de fase, con poder de corte igual a la corriente de cortocircuito posible en el punto de su instalación, y tener un borde de conexión de puesta a tierra si la caja es mecánica.

- **Línea de alcance, caja general, cuadro de contadores**

**Artículo 20:** Enlazará la caja general con el lugar donde se hallen los contadores. Deberá terminar en un embarrado o en unos bornes que deberán quedar protegidos contra cualquier manipulación indebida.

La línea de enlace deberá discurrir por lugares de uso común.

La línea de enlace está constituida por:

- a) Conductores aislados en el interior de tubos, según proyecto.
- b) Los conductores utilizados serán material especificado, según proyecto.

Los contadores se instalarán sobre bases constituidas al efecto por materiales adecuados y no inflamables y sus medidas serán dispuestas por la compañía administradora.

La zona donde estén situados será de fácil y acceso rápido.

Los conductores estarán protegidos contra toda manipulación indebida en ellos.

Cada contador y fusible de seguridad tendrá un rótulo indicativo del circuito o desviación individual a que pertenece.

- **Puesta a tierra**

**Artículo 21:** Se efectuará de acuerdo con lo establecido en el capítulo de Memoria. El recorrido de los conductores de tierra será lo más corto posible y sin cambios brusco de dirección.

Los conductores tendrán un buen contacto eléctrico tanto en las partes eléctricas o masas conectadas a tierra, como en el electrodo.

Los circuitos de tierra deberán de ser continuos y no estarán interrumpidos por ningún tipo de seccionador.

La revisión de la toma de tierra se efectuará una vez al año, por lo menos, procurando que el terreno esté lo más seco posible, circunstancia esta que lo hace menos conductor.

### **2.1.3.- Instalación de la maquinaria**

- **Especificación de los equipos**

**Artículo 22:** 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.

- **Instaladores.**

**Artículo 23:** 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:

- Poseer los medios técnicos y humanos que se especifiquen en cada ITC.
- Tener cubierta la responsabilidad civil que pueda derivarse de su actuación mediante la correspondiente póliza de seguros.
- 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.

- **Identificación de la máquina e instrucción de uso.**

**Artículo 24:** Toda máquina, equipo o sistema de protección debe ir acompañado de unos instrucciones de uso extendidas por el fabricante o importador, en las cuales figurarán las especificaciones de mantenimiento, 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:

- Nombre del fabricante.
- Año de fabricación y/o suministro.
- Tipo y número de fabricación.
- Potencia en KW.
- 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.

- **Inspecciones y revisiones periódicas.**

**Artículo 25:** 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.

- **Medidas Preventivas Generales**

**Artículo 26:** 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.

- **Características de la maquinaria.**

**Artículo 27:** 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.

## 2.2.- Pliego de condiciones de índole facultativa

- **Obras afectadas**

**Artículo 28:** Este Pliego de condiciones particulares, juntamente con el Pliego General de Condiciones, la Memoria, Planos y Presupuestos, son documentos que has de servir de base para la ejecución de las obras correspondientes a este proyecto.

Serán objeto de las normas y condiciones facultativas que se reflejan en el Pliego de Condiciones de las obras incluidas en el presupuesto, abarcando a todos los oficios y materiales que en ella se emplean.

- **Normas de aplicación**

**Artículo 29:** Serán de aplicación las normas indicadas en el capítulo correspondiente de las Memoria, y cuantas normas sean de aplicación, de acuerdo con la naturaleza del presente proyecto.

- **Interpretación del proyecto y realización de obra**

**Artículo 30:** Corresponde exclusivamente a la Dirección Técnica la interpretación del proyecto, así como el dar las órdenes complementarias, gráficos o escritos para el correcto desarrollo del mismo.

Las obras se ajustarán a los planos y estado de mediciones, resolviéndose cualquier discrepancia por el Director de la obra.

- **Duración de las obras**

**Artículo 31:** Las obras correspondientes al presente proyecto comenzarán a la semana siguiente de la adjudicación por parte del Contratista, en el supuesto de que el contrato no se señale alguna otra fecha.

La duración de la obra será como máximo seis meses, si el contrato no se estipula expresamente.

- **Plazo de garantía**

**Artículo 32:** Se establece un plazo de garantía de 1 año como mínimo para las obras, maquinaria e instalación del presente proyecto.

- **Retirada de materiales, caso de rescisión de contrato**

**Artículo 33:** La retirada de maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc. Caso de rescisión de contrato se realizará en el plazo de una semana máximo contando a partir del día de rescisión, y será por cuenta del Constructor que rescinde.

## **2.3.- Pliego de condiciones de índole económica**

- **Medición de las obras efectuadas**

**Artículo 34:** La medición de las obras se hará por el tipo de unidad establecida en el Presupuesto.

- **Excavaciones y relleno**

**Artículo 35:** Se entiende por excavación en tierras las cubicaciones de la explanación efectuada, y por relleno, el mismo volumen descontando el que ocupa la fábrica.

- **Definición de metro cúbico de fábrica**

**Artículo 36:** Se entiende por metro cúbico de fábrica el de la obra ejecutada completamente terminada con arreglo a las condiciones. El precio señalado en el cuadro de precios correspondiente se refiere al metro cúbico definido de esta manera, cualquier que sea la procedencia de los materiales.

- **Medición de albañilería**

**Artículo 37:** Los muros y tabiques se medirán una vez terminados, y se descontarán los huecos que correspondan.

Los forjados de piso se medirán por superficie.

En los tejados, la medición se realizará descomponiendo cada faldón en caras geométricas bien determinadas.

Los solados y revestimientos de azulejos también se abonarán desconectando los huecos, si hubiera. Del mismo modo se procederá en guarnidos, enlucidos, revocos, enfoscados y pinturas.

- **Medición de cerrajería y carpintería**

**Artículo 38:** La carpintería de puertas y ventanas se medirá con cerco. Las mediciones se realizarán sin desarrollar molduras.

- **Mediciones de obras metálicas**

**Artículo 39:** Las puertas metálicas de las obras se medirán por kg o por m<sup>2</sup>, según mediciones del proyecto y estimación del Director de obra.

- **Precios contradictorios**

**Artículo 40:** Se establece un plazo de dos días para resolver cualquier precio contradictorio entre la Contrata y la Dirección facultativa.

## **2.4.- Pliego de condiciones de índole legal**

- **Jurisdicción**

**Artículo 41:** Para cuantas cuestiones, litigios o diferencias pudieran surgir durante o después de los trabajos, las partes se someterán a juicio de amigables componedores nombrados en número igual por ellas y presidido por el Ingeniero Director de la Obra y, en último término, a los Tribunales de Justicia del lugar en que radique la propiedad, con expresa renuncia del fuero domiciliario.



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 (la Memoria no tendrá consideración de documento del Proyecto).

El Contratista se obliga a lo establecido en la ley de Contratos de Trabajo y además a lo dispuesto por la de Accidentes de Trabajo, Subsidio Familiar y Seguros Sociales.

Serán de cargo y cuenta del Contratista el vallado y la policía del solar, cuidando de la conservación de sus líneas de linde y vigilando que, por los poseedores de las fincas contiguas, si las hubiese, no se realicen durante las obras actos que mermen o modifiquen la propiedad.

Toda observación referente a este punto será puesta inmediatamente en conocimiento del Ingeniero Director.

El Contratista es responsable de toda falta relativa a la política Urbana y a las Ordenanzas Municipales a estos aspectos vigentes en la localidad en que la edificación esté emplazada.

- **Accidentes de trabajo y daños a terceros**

**Artículo 42:** En caso de accidentes ocurridos con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto a estos respectos, en la legislación vigente, y siendo, en todo caso, único responsable de su cumplimiento y sin que, por ningún concepto, pueda quedar afectada la Propiedad por responsabilidades en cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar, en lo posible, accidentes a los obreros o viandantes, no sólo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra.

De los accidentes o perjuicios de todo género que, por no cumplir el Contratista lo legislado sobre la materia, pudieran acaecer o sobrevenir, será éste el único responsable, o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales.

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 contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El Contratista cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando a ello fuera requerido, el justificante de tal cumplimiento.

- **Pagos arbitrarios**

**Artículo 43:** 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 por concepto inherente a los propios trabajos que se realizan correrá a cargo de la Contrata, siempre que en las condiciones particulares del Proyecto no se estipule lo contrario. No obstante, el Contratista deberá ser reintegrado del importe de todos aquellos conceptos que el Ingeniero Director considere justo hacerlo.

- **Causas de rescisión del contrato**

**Artículo 44:** Se considerarán causas suficientes de rescisión las que a continuación se señalan:

- 1) La muerte o incapacidad del Contratista.
- 2) La quiebra del Contratista.

En los casos anteriores, si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo las obras, bajo las mismas condiciones estipuladas en el Contrato, el Propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan aquellos derechos a indemnización alguna.

- 3) Las alteraciones del Contrato por las causas siguientes:
  - a) La modificación del Proyecto en forma tal que presente alteraciones fundamentales de mismo, a juicio del Ingeniero Director y, en cualquier caso siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones, represente en más o menos del 40 por 100, como mínimo, de algunas unidades del Proyecto modificadas.
  - b) La modificación de unidades de obra, siempre que estas modificaciones representen variaciones en más o menos del 40 por 100, como mínimo de las unidades del Proyecto modificadas.
- 4) La suspensión de la obra comenzada y, en todo caso, siempre que, por causas ajenas a la Contrata, no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo

de tres meses, a partir de la adjudicación, en este caso, al devolución de la fianza será automática.

- 5) La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido un año.
- 6) El no dar comienzo la Contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del Proyecto.
- 7) El incumplimiento de las condiciones del Contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.
- 8) La terminación del plazo de ejecución de la obra, sin haberse llegado a ésta.
- 9) El abandono de la obra sin causa justificada.
- 10) La mala fe en la ejecución de los trabajos

Para que conste, firmo el presente documento en Almazán (Soria); enero 2016

Fdo.: Raquel Martínez Rodrigo

Grado en Ingeniería Forestal: Industrias Forestales

# **DOCUMENTO IV: PRESUPUESTO**

## DOCUMENTO IV: PRESUPUESTO

### ÍNDICE

|                                                                     | Página |
|---------------------------------------------------------------------|--------|
| I. MEDICIONES.....                                                  | 1      |
| II. CUADROS DE PRECIOS                                              |        |
| • Cuadro de precios Nº 1: Mano de obra y maquinaria.....            | 22     |
| • Cuadro de precios Nº 2: Materiales a pie de obra.....             | 23     |
| • Cuadro de precios Nº 3: Precios de unidad de obra (en letra)..... | 27     |
| • Cuadro de precios Nº 4: Precios de unidad de obra.....            | 52     |
| III. PRESUPUESTOS                                                   |        |
| • Resumen del presupuesto general.....                              | 71     |
| • Resumen general del presupuesto.....                              | 72     |

## MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

Código Descripción Uds. Longitud Anchura Altura Parciales Medición Precio Presupuesto

### CAPÍTULO C01 MOVIMIENTO DE TIERRAS

|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                           |               |               |              |              |                |  |          |       |          |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|--------------|--------------|----------------|--|----------|-------|----------|
| <b>D02AA501</b><br>1.001 | <b>M2 DESB. Y LIMP. TERRENO A MÁQUINA</b><br>M2. Desbroce y limpieza de terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte y con p.p. de costes indirectos.<br>PARCELA                                                                                                 | 1,00          | 37,00         | 34,00        |              | 1.258,00       |  | 1.258,00 | 0,57  | 717,06   |
| <b>D02HF100</b><br>1.002 | <b>M3 EXCAV. MECÁN. ZANJAS SANEA. T.F</b><br>M3. Excavación mecánica de zanjas de saneamiento, en terreno de consistencia floja, i/posterior relleno y apisonado de tierra procedente de la excavación y p.p. de costes indirectos.<br>ZANJA DE SANEAMIENTO               | 1,00          |               |              |              | 1,00           |  | 1,00     | 10,68 | 10,68    |
| <b>D02HF105</b><br>1.003 | <b>M3 EXCAV. MECÁN. ZANJAS INSTAL. T.F.</b><br>M3. Excavación mecánica de zanjas para alojar instalaciones, en terreno de consistencia floja, i/posterior relleno y apisonado de tierra procedente de la excavación y p.p. de costes indirectos.<br>INSTALACIÓN ELÉCTRICA | 1,00          |               |              |              | 1,00           |  | 1,00     | 11,54 | 11,54    |
| <b>D02HF001</b><br>1.004 | <b>M3 EXCAV. MECÁN. ZANJAS T. FLOJO</b><br>M3. Excavación, con retroexcavadora, de terrenos de consistencia floja, en apertura de zanjas, con extracción de tierras a los bordes, i/p.p. de costes indirectos.<br>ZAPATAS<br>Viga C-01                                    | 14,00<br>1,00 | 1,50<br>75,80 | 1,10<br>0,60 | 0,75<br>0,50 | 17,33<br>22,74 |  | 40,07    | 8,05  | 322,56   |
| <b>D02TF151</b><br>1.005 | <b>M3 RELLENO Y COMPAC. MECÁN. S/APORTE</b><br>M3. Relleno, extendido y compactado de tierras propias, por medios mecánicos, en tongadas de 30 cm. de espesor, i/regado de las mismas y p.p. de costes indirectos.<br>PARCELA                                             | 1,00          | 37,00         | 34,00        |              | 1.258,00       |  | 1.258,00 | 7,02  | 8.831,16 |

**9.893,00**

**TOTAL CAPÍTULO C01 MOVIMIENTO DE TIERRAS. . . . .**

=====

## MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

Código Descripción Uds. Longitud Anchura Altura Parciales Medición Precio Presupuesto

### CAPÍTULO C02 CIMENTACIÓN Y HORMIGONES

|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                            |       |       |       |      |          |          |        |                                                          |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------|-------|-------|------|----------|----------|--------|----------------------------------------------------------|
| <b>D04EF010</b><br>2.001 | <b>M3 HOR. LIMP. H-200/P/40 VERT. MANUAL</b><br>M3. Hormigón en masa H-200/P/40 Kg/cm <sup>2</sup> , con tamaño máximo del árido de 40 mm. elaborado en obra para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales, vibrado y colocación. El espesor mínimo será de 10 cm., según CTE/DB-SE-C y EHE.                                                                                                    | ZAPATAS                    | 14,00 | 1,50  | 1,10  | 0,75 | 17,33    |          |        |                                                          |
|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Viga C-01                  | 1,00  | 75,80 | 0,60  | 0,50 | 22,74    |          |        |                                                          |
|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                            |       |       |       |      |          | 40,07    | 130,61 | 5.233,54                                                 |
| <b>D04IC003</b><br>2.002 | <b>M3 HOR. HA-25/P/40/ Ila ZAPATAS V. MAN.</b><br>M3. Hormigón armado HA-25/P/40/ Ila N/mm <sup>2</sup> , con tamaño máximo del árido de 40mm., elaborado en central en relleno de zapatas de cimentación, i/armadura B-500 S (40 Kgs/m <sup>3</sup> ), vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según CTE/DB-SE-C y EHE.                                                                                                      | ZAPATAS                    | 14,00 | 1,50  | 1,10  | 0,75 | 17,33    |          |        |                                                          |
|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Viga C-01                  | 1,00  | 75,80 | 0,60  | 0,50 | 22,74    |          |        |                                                          |
|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                            |       |       |       |      |          | 40,07    | 186,90 | 7.489,08                                                 |
| <b>D04PT155</b><br>2.003 | <b>M2 SOL. HA-25 #150*150*5 15 CM+ENC.</b><br>M2. Solera de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/P/20/Ila N/mm <sup>2</sup> ., tamaño máximo del árido 20 mm. elaborado en central, i/vertido, colocación y armado con mallazo electrosoldado #150*150*5 mm., incluso p.p. de juntas, aserrado de las mismas, fratasado y encachado de piedra caliza 40/80 de 15 cm. de espesor, extendido y compactado con pisón. Según EHE. | NAVE                       | 1,00  | 30,00 | 16,00 |      | 480,00   |          |        |                                                          |
|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | PARCELA                    | 1,00  | 37,00 | 34,00 |      | 1.258,00 |          |        |                                                          |
|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | RESTAR NAVE A PARCELA-1,00 |       | 30,00 | 16,00 |      | -480,00  |          |        |                                                          |
|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                            |       |       |       |      |          | 1.258,00 | 31,02  | 39.023,16                                                |
| <b>D04AK015</b><br>2.004 | <b>Ud PLACA CIMENTACIÓN 40x40x1'5 cm.</b><br>Ud. Placa de anclaje de acero A-42b en perfil plano para cimentación, de dimensiones 40x40x1'5 cm. con cuatro patillas de redondo liso de 12 mm. de diámetro, con una longitud cada una de ellas de 60 cm., soldadas, i/ taladro central, totalmente colocada.                                                                                                                              | PLACA BASE                 | 14,00 |       |       |      | 14,00    |          |        |                                                          |
|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                            |       |       |       |      |          | 14,00    | 28,00  | 392,00                                                   |
|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                            |       |       |       |      |          |          |        | <b>52.137,78</b>                                         |
|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                            |       |       |       |      |          |          |        | <b>TOTAL CAPÍTULO C02 CIMENTACIÓN Y HORMIGONES. ....</b> |

## MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

Código Descripción Uds. Longitud Anchura Altura Parciales Medición Precio Presupuesto

### CAPÍTULO C03 ESTRUCTURAS

**D05AA003** **Kg ACERO S275 EN ELEMENT. ESTRUCT.**  
 3.001 Kg. Acero laminado en perfiles S275, colocado en elementos estructurales aislados, tensión de rotura de 410 N/mm<sup>2</sup>, con ó sin soldadura, i/p.p. de placas de apoyo, y pintura antioxidante, dos capas, según CTE/ DB-SE-A. Los trabajos serán realizados por soldador cualificado según norma UNE-EN 287-1:1992.  
 PILARES HEB-200 14,00 431,90 6.046,60  
 6.046,60 1,75 10.581,55

**D05AA010** **Kg ACERO S275 EN CERCHAS**  
 3.002 Kg. Acero laminado S275 en cerchas, con una tensión de rotura de 410 N/mm<sup>2</sup>, i/p.p. de despuntes y dos manos imprimación con pintura de minio de plomo, totalmente montado, según CTE/ DB-SE-A. Los trabajos serán realizados por soldador cualificado según norma UNE-EN 287-1:1992.  
 CERCHA  
 PARES 14,00 396,58 5.552,12  
 TIRANTES 14,00 225,60 3.158,40  
 MONTANTES 14,00 17,12 239,68  
 DIAGONALES 14,00 141,98 1.987,72  
 15% CARTELAS 14,00 117,19 1.640,66  
 12.578,58 1,89 23.773,52

**TOTAL CAPÍTULO C03 ESTRUCTURAS. ....** **34.355,07**



## MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

Código Descripción Uds. Longitud Anchura Altura Parciales Medición Precio Presupuesto

### CAPÍTULO C04 CERRAMIENTOS

**ND05A01**  
4.001

**M2 FACHADA PESADA DE PANEL DE HORMIGÓN**

Cerramiento de fachada formado por paneles prefabricados, lisos, de hormigón armado de 22 cm de espesor, 3 m de anchura y 14 m de longitud máxima, acabado liso de color gris a una cara, montaje horizontal.

|            |       |       |  |      |        |
|------------|-------|-------|--|------|--------|
| CARA NORTE | 1,00  | 16,00 |  | 7,00 | 112,00 |
| CARA ESTE  | 1,00  | 30,00 |  | 7,00 | 210,00 |
| CARA SUR   | 1,00  | 16,00 |  | 7,00 | 112,00 |
| Puerta     | -1,00 | 6,00  |  | 5,50 | -33,00 |
| CARA OESTE | 1,00  | 16,00 |  | 7,00 | 112,00 |

513,00 89,66 45.995,58

**45.995,58**

**TOTAL CAPÍTULO C04 CERRAMIENTOS. ....**

---



---

## MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

### CAPÍTULO C05 CUBIERTA

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |      |       |      |  |        |  |        |                 |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|------|--|--------|--|--------|-----------------|
| <b>D08NE101</b> | <b>M2 CUB. PANEL NERV.30 (LAC+AISL+GALV)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |      |       |      |  |        |  |        |                 |
| 5.001           | M2. Cubierta completa formada por panel de 30 mm. de espesor total conformado con doble chapa de acero de 0.5 mm. de espesor, perfil nervado tipo de Aceralia o similar, lacado al exterior y galvanizado el interior, con relleno intermedio de espuma de poliuretano; panel anclado a la estructura mediante ganchos o tornillos autorroscantes, i/p.p. de tapajuntas, remates, piezas especiales de cualquier tipo, medios auxiliares. |      |       |      |  |        |  |        |                 |
|                 | CUBIERTA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2,00 | 30,00 | 8,25 |  | 495,00 |  | 495,00 | 39,56 19.582,20 |

**TOTAL CAPÍTULO C05 CUBIERTA. . . . . 19.582,20**

=====

## MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

### CAPÍTULO C06 CARPINTERÍA

|                 |                                                                                                                                                                                                              |      |      |  |      |       |       |       |          |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|--|------|-------|-------|-------|----------|
| <b>D23AE001</b> | <b>M2 PUERTA ABATIBLE CHAPA PEGASO</b>                                                                                                                                                                       |      |      |  |      |       |       |       |          |
| 6.001           | M2. Puerta abatible de una hoja, a base de bastidor de tubo rectangular y chapa de acero tipo Pegaso, con cerco y perfil angular provisto de una garra por metro lineal y herrajes de colgar y de seguridad. |      |      |  |      |       |       |       |          |
|                 | PUERTA                                                                                                                                                                                                       | 1,00 | 6,00 |  | 5,50 | 33,00 |       |       |          |
|                 |                                                                                                                                                                                                              |      |      |  |      |       | 33,00 | 81,33 | 2.683,89 |

**TOTAL CAPÍTULO C06 CARPINTERÍA. ....** **2.683,89**

=====

## MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

| Código                          | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
| <b>CAPÍTULO C07 SANEAMIENTO</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |      |          |         |        |           |          |        |             |
| <b>D03DB108</b><br>7.001        | <b>Ud ARQUETA POLIPROPILENO 40X40 cm.</b><br>Ud. Arqueta de Polipropileno (PP) de dimensiones 40x40x40 cm, JIMTEN 34003, formada por cerco y tapa o rejilla de PVC para cargas de zonas peatonales, acoplables entre sí y colocada sobre solera de hormigón HM-20 N/mm <sup>2</sup> de 10 cm de espesor incluida, según CTE/DB-HS 5.                                                                                        | 6,00 |          |         |        | 6,00      | 6,00     | 78,54  | 471,24      |
| <b>D03DI001</b><br>7.002        | <b>Ud ACOMET. RED GRAL. SANE. T. F. 8 m.</b><br>Ud. Acometida domiciliaria de saneamiento a la red general, hasta una longitud de 8 m., en terreno flojo, con rotura de pavimento por medio de compresor, excavación mecánica, tubo de hormigón centrifugado D=25 cm., relleno y apisonado de zanja con tierra procedente de la excavación, i/limpieza y transporte de tierras sobrantes a pie de carga, según CTE/DB-HS 5. | 1,00 |          |         |        | 1,00      | 1,00     | 265,94 | 265,94      |
| <b>D25NP060</b><br>7.003        | <b>MI CANALÓN PVC D=250 mm. URALITA</b><br>MI. Canalón circular de PVC doble voluta de 250 mm. de diámetro marca Uralita, fijado con abrazaderas al tejado, incluso piezas especiales de conexión a la bajante, totalmente instalado según CTE/ DB-HS 5 evacuación de aguas.                                                                                                                                                | 2,00 | 30,00    |         |        | 60,00     | 60,00    | 29,66  | 1.779,60    |
| <b>D25NL010</b><br>7.004        | <b>MI BAJANTE PLUV. DE PVC 75 mm.</b><br>MI. Tubería de PVC de 75 mm. serie F de Saenger color gris, UNE 53.114 ISO-DIS-3633 para bajantes de pluviales y ventilación, i/codos, injertos y demás accesorios, totalmente instalada según CTE/ DB-HS 5 evacuación de aguas.                                                                                                                                                   | 6,00 | 7,00     |         |        | 42,00     | 42,00    | 5,71   | 239,82      |
| <b>D03DE110</b><br>7.005        | <b>Ud SUMIDERO FUNDI. SUELO 20X20 cm.</b><br>Ud. Sumidero sifónico de fundición de 25X25 cms. para instalación en suelos de patios, totalmente instalado i/ p.p. de material de agarre y medios auxiliares necesarios, según CTE/DB-HS 5.                                                                                                                                                                                   | 1,00 | 30,00    |         |        | 30,00     | 30,00    | 61,35  | 1.840,50    |

## MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

| Código                   | Descripción                                                                                                                                                                                                                                       | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
| <b>D03AK001</b><br>7.006 | <b>MI COL. VISITAB. HORM. 90X160 cm.</b><br>Ml. Colector visitable de 90x160cm.(anchoxalto) de hormigón armado HM-25 N/mm2 realizado "in situ", con una cuantía de acero de 10 Kg/Ml., totalmente acabado, sin incluir la excavación y la solera. | 1,00 |          |         |        | 1,00      | 1,00     | 244,68 | 244,68      |

**4.841,78**

**TOTAL CAPÍTULO C07 SANEAMIENTO. ....**

=====

## MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

Código Descripción Uds. Longitud Anchura Altura Parciales Medición Precio Presupuesto

### CAPÍTULO C08 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |  |  |       |       |        |          |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--|--|-------|-------|--------|----------|
| <b>D27CG001</b><br>8.001 | <b>Ud CAJA GRAL. PROTECCIÓN 100A(TRIF.)</b><br>Ud. Caja general de protección 100A incluido bases cortacircuitos y fusibles calibrados de 100A para protección de la línea general de alimentación situada en fachada o nicho mural. ITC-BT-13 cumpliran con las UNE-EN 60.439-1, UNE-EN 60.439-3, y grado de proteccion de IP43 e IK08.                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1,00  |  |  | 1,00  | 1,00  | 110,97 | 110,97   |
| <b>D27QA015</b><br>8.002 | <b>Ud EMERGENCIA LEGRAND C3 315 LÚM.</b><br>Ud. Punto de luz de emergencia realizado en canalización PVC corrugado M 20/gp5 y conductores rígidos de cobre aislados para una tensión nominal de 750V. de 1'5mm2. incluido aparato de emergencia fluorescente de superficie de 315 lm. modelo LEGRAND C3, con base antichoque y difusor de metacrilato, señalización permanente (aparato en tensión), con autonomía superior a 1 hora con baterías herméticas recargables, alimentación a 220v., y/lámpara fluorescente FL.8W, base de enchufe, etiqueta de señalización, replanteo, montaje, pequeño material y conexionado. | 7,00  |  |  | 7,00  | 7,00  | 89,77  | 628,39   |
| <b>NL001</b><br>8.003    | <b>Ud CAMPANA LUMINARIA LED 292W</b><br>Campana luminaria LED 292W, de la casa PHILLIPS ( GentleSpace BY470P). Totalmente instalada                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 15,00 |  |  | 15,00 | 15,00 | 481,23 | 7.218,45 |
| <b>D27HE001</b><br>8.004 | <b>MI DERIVACIÓN INDIVIDUAL 3x16 mm2. Cu</b><br>MI. Derivación individual ES07Z1-K 3x16 mm2., (delimitada entre la centralización de contadores y el cuadro de distribución), bajo tubo de PVC rígido D=32 y conductores de cobre de 16 mm2. aislados, para una tensión nominal de 750 V en sistema monofásico más protección, así como conductor "rojo" de 1,5 mm2 (tarifa nocturna), tendido mediante sus correspondientes accesorios a lo largo de la canaladura del tiro de escalera o zonas comunes. ITC-BT 15 y cumplira con la UNE 21.123 parte 4 ó 5.                                                                | 1,00  |  |  | 1,00  | 1,00  | 24,51  | 24,51    |

## MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

| Código                   | Descripción                                                                                                                                                                                                       | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
| <b>D27GA001</b><br>8.005 | <b>Ud TOMA DE TIERRA (PICA)</b><br>Ud. Toma tierra con pica cobrizada de D=14,3 mm. y 2 m. de longitud, cable de cobre desnudo de 1x35 mm <sup>2</sup> . conexionado mediante soldadura aluminotérmica. ITC-BT 18 | 4,00 |          |         |        | 4,00      | 4,00     | 91,77  | 367,08      |
| <b>U30JA008</b><br>8.006 | <b>MI Conductor 0,6/1Kv 2x1,5 (Cu)</b>                                                                                                                                                                            |      |          |         |        |           |          |        |             |
|                          | Línea 1                                                                                                                                                                                                           | 1,00 | 30,00    |         |        | 30,00     |          |        |             |
|                          | Línea 2                                                                                                                                                                                                           | 1,00 | 30,00    |         |        | 30,00     |          |        |             |
|                          | Línea 3                                                                                                                                                                                                           | 1,00 | 30,00    |         |        | 30,00     |          |        |             |
|                          | Línea 4                                                                                                                                                                                                           | 1,00 | 60,00    |         |        | 60,00     |          |        |             |
|                          | Línea 11                                                                                                                                                                                                          | 1,00 | 8,00     |         |        | 8,00      |          |        |             |
|                          | Línea 12                                                                                                                                                                                                          | 1,00 | 8,00     |         |        | 8,00      |          |        |             |
|                          | Línea 13                                                                                                                                                                                                          | 1,00 | 11,00    |         |        | 11,00     |          |        |             |
|                          | Línea 14                                                                                                                                                                                                          | 1,00 | 12,00    |         |        | 12,00     |          |        |             |
|                          | Línea 15                                                                                                                                                                                                          | 1,00 | 13,00    |         |        | 13,00     |          |        |             |
|                          | Línea 16                                                                                                                                                                                                          | 1,00 | 14,00    |         |        | 14,00     |          |        |             |
|                          | Línea 17                                                                                                                                                                                                          | 1,00 | 16,00    |         |        | 16,00     |          |        |             |
|                          | Línea 18                                                                                                                                                                                                          | 1,00 | 15,00    |         |        | 15,00     |          |        |             |
|                          |                                                                                                                                                                                                                   |      |          |         |        |           | 247,00   | 0,74   | 182,78      |
| <b>U30EF001</b><br>8.007 | <b>MI Conductor 0,6/1Kv. 4x6 (Cu)</b>                                                                                                                                                                             |      |          |         |        |           |          |        |             |
|                          | Línea 9                                                                                                                                                                                                           | 1,00 | 56,00    |         |        | 56,00     |          |        |             |
|                          | Línea 10                                                                                                                                                                                                          | 1,00 | 57,00    |         |        | 57,00     |          |        |             |
|                          |                                                                                                                                                                                                                   |      |          |         |        |           | 113,00   | 5,69   | 642,97      |
| <b>U30JA034</b><br>8.008 | <b>MI Conductor 0,6/1Kv 4x1,5 (Cu)</b>                                                                                                                                                                            |      |          |         |        |           |          |        |             |
|                          | Línea 7                                                                                                                                                                                                           | 1,00 | 53,00    |         |        | 53,00     |          |        |             |
|                          | Línea 8                                                                                                                                                                                                           | 1,00 | 54,00    |         |        | 54,00     |          |        |             |
|                          |                                                                                                                                                                                                                   |      |          |         |        |           | 107,00   | 1,12   | 119,84      |
| <b>U30IA015</b><br>8.009 | <b>Ud Diferencial 40A/2p/30mA</b>                                                                                                                                                                                 |      |          |         |        |           |          |        |             |
|                          | Líneas 1,2,3 y 4                                                                                                                                                                                                  | 1,00 |          |         |        | 1,00      |          |        |             |
|                          | Líneas 11,12,13 y 14                                                                                                                                                                                              | 1,00 |          |         |        | 1,00      |          |        |             |
|                          | Líneas 15,16,17 y 18                                                                                                                                                                                              | 1,00 |          |         |        | 1,00      |          |        |             |
|                          |                                                                                                                                                                                                                   |      |          |         |        |           | 3,00     | 45,16  | 135,48      |

## MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

| Código                   | Descripción                                                                                                                              | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
| <b>U30IA020</b><br>8.010 | <b>Ud Diferencial 40A/4p/30mA</b>                                                                                                        |      |          |         |        |           |          |        |             |
|                          | Línea 7                                                                                                                                  | 1,00 |          |         |        | 1,00      |          |        |             |
|                          | Línea 8                                                                                                                                  | 1,00 |          |         |        | 1,00      |          |        |             |
|                          |                                                                                                                                          |      |          |         |        |           | 2,00     | 220,95 | 441,90      |
| <b>U30IA025</b><br>8.011 | <b>Ud Diferencial 63A/4p/30mA</b>                                                                                                        |      |          |         |        |           |          |        |             |
|                          | Línea 9                                                                                                                                  | 1,00 |          |         |        | 1,00      |          |        |             |
|                          | Línea 10                                                                                                                                 | 1,00 |          |         |        | 1,00      |          |        |             |
|                          |                                                                                                                                          |      |          |         |        |           | 2,00     | 479,46 | 958,92      |
| <b>U30IM001</b><br>8.012 | <b>Ud Cuadro metal.ó dobl.aisl.estan.</b><br>Cuadro eléctrico metálico con unas dimensiones de 760 x 380 x 300 mm. Totalmente instalado. |      |          |         |        |           |          |        |             |
|                          |                                                                                                                                          | 1,00 |          |         |        | 1,00      |          |        |             |
|                          |                                                                                                                                          |      |          |         |        |           | 1,00     | 124,30 | 124,30      |
| <b>U30AC010</b><br>8.013 | <b>Ud Tramita.-contrata.electri/Kw</b>                                                                                                   |      |          |         |        |           |          |        |             |
|                          |                                                                                                                                          | 1,00 |          |         |        | 1,00      |          |        |             |
|                          |                                                                                                                                          |      |          |         |        |           | 1,00     | 51,00  | 51,00       |
| <b>U30JW138</b><br>8.014 | <b>MI Tubo PVC corrug. Dext=75</b>                                                                                                       |      |          |         |        |           |          |        |             |
|                          | Acometida                                                                                                                                | 1,00 | 10,00    |         |        | 10,00     |          |        |             |
|                          |                                                                                                                                          |      |          |         |        |           | 10,00    | 3,94   | 39,40       |
| <b>U30JW119</b><br>8.015 | <b>MI Tubo PVC corrugado M 16/gp5</b>                                                                                                    |      |          |         |        |           |          |        |             |
|                          | Línea 9                                                                                                                                  | 1,00 | 56,00    |         |        | 56,00     |          |        |             |
|                          | Línea 10                                                                                                                                 | 1,00 | 57,00    |         |        | 57,00     |          |        |             |
|                          |                                                                                                                                          |      |          |         |        |           | 113,00   | 0,51   | 57,63       |
| <b>U30JW122</b><br>8.016 | <b>MI Tubo PVC corrug. M 32/gp5</b>                                                                                                      |      |          |         |        |           |          |        |             |
|                          | Línea 19                                                                                                                                 | 1,00 | 45,00    |         |        | 45,00     |          |        |             |
|                          |                                                                                                                                          |      |          |         |        |           | 45,00    | 1,14   | 51,30       |



## MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

| Código                   | Descripción                            | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------------------------|----------------------------------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
| <b>U30JW123</b><br>8.017 | <b>MI Tubo PVC corrug. M 50/gp5</b>    |      |          |         |        |           |          |        |             |
|                          | Línea 5                                | 1,00 | 43,00    |         |        | 43,00     |          |        |             |
|                          | Línea 6                                | 1,00 | 41,00    |         |        | 41,00     |          |        |             |
|                          |                                        |      |          |         |        |           | 84,00    | 1,51   | 126,84      |
| <b>U30JW976</b><br>8.018 | <b>MI Tubo PVC corrug. M 12/gp5</b>    |      |          |         |        |           |          |        |             |
|                          | Línea 1,2 y 3                          | 3,00 | 30,00    |         |        | 90,00     |          |        |             |
|                          | Línea 4                                | 1,00 | 60,00    |         |        | 60,00     |          |        |             |
|                          | Línea 7                                | 1,00 | 53,00    |         |        | 53,00     |          |        |             |
|                          | Línea 8                                | 1,00 | 54,00    |         |        | 54,00     |          |        |             |
|                          | líneas 11 y 12                         | 2,00 | 8,00     |         |        | 16,00     |          |        |             |
|                          | Línea 13                               | 1,00 | 11,00    |         |        | 11,00     |          |        |             |
|                          | Línea 14                               | 1,00 | 12,00    |         |        | 12,00     |          |        |             |
|                          | Línea 15                               | 1,00 | 13,00    |         |        | 13,00     |          |        |             |
|                          | Línea 16                               | 1,00 | 14,00    |         |        | 14,00     |          |        |             |
|                          | Línea 17                               | 1,00 | 16,00    |         |        | 16,00     |          |        |             |
|                          | Línea 18                               | 1,00 | 15,00    |         |        | 15,00     |          |        |             |
|                          |                                        |      |          |         |        |           | 354,00   | 0,45   | 159,30      |
| <b>N30IA001</b><br>8.019 | <b>Ud Bloque Vigi 300mA/2P</b>         |      |          |         |        |           |          |        |             |
|                          |                                        | 1,00 |          |         |        | 1,00      |          |        |             |
|                          |                                        |      |          |         |        |           | 1,00     | 103,88 | 103,88      |
| <b>N30IA002</b><br>8.020 | <b>Ud Bloque Vigi 300mA/4P</b>         |      |          |         |        |           |          |        |             |
|                          |                                        |      |          |         |        |           | 2,00     | 173,60 | 347,20      |
| <b>N30JA001</b><br>8.021 | <b>MI Conductor 0,6/1Kv. 2x95 (Cu)</b> |      |          |         |        |           |          |        |             |
|                          | Línea 19                               | 1,00 | 45,00    |         |        | 45,00     |          |        |             |
|                          |                                        |      |          |         |        |           | 45,00    | 20,03  | 901,35      |
| <b>N30JA002</b><br>8.022 | <b>MI Conductor 0,6/1Kv. 4x70 (Cu)</b> |      |          |         |        |           |          |        |             |
|                          | Línea 5                                | 1,00 | 43,00    |         |        | 43,00     |          |        |             |
|                          | Línea 6                                | 1,00 | 41,00    |         |        | 41,00     |          |        |             |
|                          |                                        |      |          |         |        |           | 84,00    | 15,79  | 1.326,36    |

## MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

| Código                   | Descripción                                  | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------------------------|----------------------------------------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
| <b>N30JA003</b><br>8.023 | <b>MI Conductor 0,6/1Kv. 3,5x185 (Cu)</b>    |      |          |         |        |           |          |        |             |
|                          | Acometida                                    | 2,00 | 10,00    |         |        | 20,00     | 20,00    | 26,76  | 535,20      |
| <b>N30IA003</b><br>8.024 | <b>Ud IGA - 630A</b>                         |      |          |         |        |           | 1,00     | 544,25 | 544,25      |
| <b>N30ID001</b><br>8.025 | <b>Ud Interruptor magnetotérmico 2P/10A</b>  |      |          |         |        |           | 4,00     | 5,62   | 22,48       |
| <b>N30ID002</b><br>8.026 | <b>Ud Interruptor magnetotérmico 4P/10A</b>  |      |          |         |        |           | 2,00     | 11,93  | 23,86       |
| <b>N30ID003</b><br>8.027 | <b>Ud Interruptor magnetotérmico 2P/6A</b>   |      |          |         |        |           | 8,00     | 5,62   | 44,96       |
| <b>N30ID004</b><br>8.028 | <b>Ud Interruptor magnetotérmico 2P/125A</b> |      |          |         |        |           | 1,00     | 45,45  | 45,45       |
| <b>N30ID005</b><br>8.029 | <b>Ud Interruptor magnetotérmico 4P/200A</b> |      |          |         |        |           | 2,00     | 70,68  | 141,36      |
| <b>N30ID006</b><br>8.030 | <b>Ud Interruptor magnetotérmico 4P/32A</b>  |      |          |         |        |           | 2,00     | 11,93  | 23,86       |

## MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

| Código                   | Descripción                                                                                                    | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
| <b>N30PA001</b><br>8.031 | <b>Ud Partida al alza en material eléctrico</b><br>Interruptores de luz, regletas, cajas de desviación, etc... |      |          |         |        |           | 20,00    | 2,36   | 47,20       |

**TOTAL CAPÍTULO C08 INSTALACIÓN ELÉCTRICA. ....** **15.548,47**

---

---

## MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

Código Descripción Uds. Longitud Anchura Altura Parciales Medición Precio Presupuesto

### CAPÍTULO C09 CONTROL DE CALIDAD DE LA OBRA

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |       |       |  |          |          |      |          |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|-------|--|----------|----------|------|----------|
| <b>D50CA105</b> | <b>M2 CONTROL PROYECTO INGENIERÍA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      |       |       |  |          |          |      |          |
| 9.001           | M2. Control de calidad del Proyecto de Ejecución de arquitectura (sin incluir estructura) consistente en la comprobación del cumplimiento de toda la normativa vigente de aplicación, incluida la redacción de los informes necesarios hasta la completa corrección del proyecto, así como seguimiento de las revisiones de la auditoría si hubiera existido. (precio aplicable sobre los M/2 construidos totales de todas las plantas del edificio). |      |       |       |  |          |          |      |          |
|                 | PARCELA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1,00 | 37,00 | 34,00 |  | 1.258,00 |          |      |          |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |       |       |  |          | 1.258,00 | 1,03 | 1.295,74 |

**TOTAL CAPÍTULO C09 CONTROL DE CALIDAD DE LA OBRA. .... 1.295,74**

=====

## MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

| Código                         | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                     | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio     | Presupuesto |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|------------|-------------|
| <b>CAPÍTULO C10 MAQUINARIA</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                 |      |          |         |        |           |          |            |             |
| <b>NC10M1</b><br>10.001        | <b>Ud TANQUE DE ALMACENAMIENTO (T-01)</b><br>Tanque de almacenamiento para el agua, fabricado con acero inoxidable A316 Gr55. Con una capacidad para 1400 m3. Incluido en el p.p el material, racores, juntas, etc.<br>Tanque de almacenamiento                 | 1,00 |          |         |        | 1,00      | 1,00     | 169.899,77 | 169.899,77  |
| <b>NC10M2</b><br>10.002        | <b>Ud TANQUE DE ALMACENAMIENTO DEL PERMEADO (T-02)</b><br>Tanque de almacenamiento para el agua de permeado, fabricado con acero inoxidable A316 Gr55. Con una capacidad para 1050 m3. Incluido en el p.p el material, racores, juntas, etc.<br>Tanque permeado | 1,00 |          |         |        | 1,00      | 1,00     | 65.240,50  | 65.240,50   |
| <b>NC10M3</b><br>10.003        | <b>Ud TANQUE ÁCIDO SULFÚRICO (T-03)</b><br>Tanque para el almacenamiento de ácido sulfúrico, con una capacidad de 20.000 litros. Hecho de polietileno de alta densidad. Incluido en el p.p el material, racores, juntas, etc.                                   | 1,00 |          |         |        | 1,00      | 1,00     | 27.422,46  | 27.422,46   |
| <b>NC10M4</b><br>10.004        | <b>Ud TANQUE ANTIINCRUSTANTE (T-04)</b><br>Tanque para el almacenamiento del antiincrustante, con una capacidad de 1200 litros. Hecho de polietileno de alta densidad. Incluido en el p.p el material, racores, juntas, etc.                                    | 1,00 |          |         |        | 1,00      | 1,00     | 693,96     | 693,96      |
| <b>NC10M5</b><br>10.005        | <b>Ud TANQUE SISTEMA DE LIMPIEZA (T-05)</b><br>Tanque para el almacenamiento para el sistema de limpieza, con una capacidad de 10000 litros. Hecho de polietileno de alta densidad. Incluido en el p.p el material, racores, juntas, etc.                       | 1,00 |          |         |        | 1,00      | 1,00     | 4.458,61   | 4.458,61    |
| <b>NC10M6</b><br>10.006        | <b>Ud BOMBA ALTA PRESIÓN (B-01)</b><br>Bomba centrífuga horizontal según EN 733 (DIN 24255) EBARA modelo ENR 200-500, en hierro fundido. Accionada mediante motor eléctrico de 110Kw, eficiencia IE2, trifásico, 1450rpm.                                       | 2,00 |          |         |        | 2,00      | 2,00     | 25.888,79  | 51.777,58   |

## MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

| Código                   | Descripción                                                                                                                                                                                                            | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio     | Presupuesto |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|------------|-------------|
| <b>NC10M7</b><br>10.007  | <b>Ud BOMBA PERMEADO (B-02)</b><br>Bomba centrífuga horizontal según EN 733 (DIN 24255) EBARA modelo ENR 150-200, en hierro fundido. Accionada mediante motor eléctrico de 7,5Kw, eficiencia IE2, trifásico, 1450rpm.  | 2,00 |          |         |        | 2,00      |          | 4.175,36   | 8.350,72    |
| <b>NC10M8</b><br>10.008  | <b>Ud BOMBA CONCENTRADO (B-03)</b><br>Bomba centrífuga horizontal según EN 733 (DIN 24255) EBARA modelo ENR 65-250, en hierro fundido. Accionada mediante motor eléctrico de 22Kw, eficiencia IE2, trifásico, 2900rpm. |      |          |         |        |           | 2,00     | 4.183,60   | 8.367,20    |
| <b>NC10M9</b><br>10.009  | <b>Ud BOMBA DOSIFICACIÓN ÁCIDO SULFÚRICO (B-04)</b><br>Bombas dosificadoras de PVDF de la casa BOMBAS TORRES. Con un caudal máximo de 10 l/hora. Modelo ECO-10x10.                                                     |      |          |         |        |           | 2,00     | 169,69     | 339,38      |
| <b>NC10M10</b><br>10.010 | <b>Ud BOMBA DOSIFICACIÓN ANTIINCRUSTANTE (B-05)</b><br>Bombas dosificadoras de PVDF de la casa BOMBAS TORRES. Con un caudal máximo de 2 l/hora. Modelo ECO-02X08.                                                      |      |          |         |        |           | 2,00     | 169,69     | 339,38      |
| <b>NC10M11</b><br>10.011 | <b>Ud BOMBAS SISTEMA DE LIMPIEZA (B-06 Y B-07)</b><br>Bombas dosificadoras de PVDF de la casa BOMBAS TORRES. Con un caudal máximo de 13 m3/hora. Modelo MAG-10.                                                        |      |          |         |        |           | 4,00     | 453,97     | 1.815,88    |
| <b>NC10M12</b><br>10.012 | <b>Ud SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA</b><br>Sistema de ósmosis inversa, con unas dimensiones de 7,6 m x 4,5 m x 4 m de alto. Incluido en el p.p todos los sistemas de para su instalación.                                 |      |          |         |        |           | 1,00     | 357.565,05 | 357.565,05  |
| <b>NC10M13</b><br>10.013 | <b>Ud SISTEMA DE TUBERÍAS</b><br>Fabricadas de acer A316 y de PVDF, dependiendo del líquido que portan.                                                                                                                |      |          |         |        |           | 1,00     | 3.614,48   | 3.614,48    |

## MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

| Código                                     | Descripción                                                                                                                                                              | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio    | Presupuesto       |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|-----------|-------------------|
| <b>NC10M14</b><br>10.014                   | <b>Ud VÁLVULAS E INSTRUMENTOS DE CONTROL</b><br>Comprende los gastos de adquisición e instalación de válvulas, instrumentos de medida e indicadores, y demás accesorios. |      |          |         |        |           |          |           |                   |
|                                            |                                                                                                                                                                          |      |          |         |        |           | 1,00     | 67.984,72 | 67.984,72         |
|                                            |                                                                                                                                                                          |      |          |         |        |           |          |           | <b>767.869,69</b> |
| <b>TOTAL CAPÍTULO C10 MAQUINARIA. ....</b> |                                                                                                                                                                          |      |          |         |        |           |          |           |                   |
| =====                                      |                                                                                                                                                                          |      |          |         |        |           |          |           |                   |

## MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

| Código                                            | Descripción                                                                                                                                                    | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio           | Presupuesto |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|------------------|-------------|
| <b>CAPÍTULO C11 SEGURIDAD Y SALUD</b>             |                                                                                                                                                                |      |          |         |        |           |          |                  |             |
| <b>D41CA260</b><br>11.001                         | <b>Ud CARTEL COMBINADO 100X70 CM.</b><br>Ud. Cartel combinado de advertencia de riesgos de 1,00x0,70 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado. | 1,00 |          |         |        | 1,00      |          | 29,19            | 29,19       |
| <b>NC11SS01</b><br>11.002                         | <b>Ud ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b><br>(2% del presupuesto total)                                                                                           |      |          |         |        | 1,00      |          | 19.226,78        | 19.226,78   |
|                                                   |                                                                                                                                                                |      |          |         |        |           |          | <b>19.255,97</b> |             |
| <b>TOTAL CAPÍTULO C11 SEGURIDAD Y SALUD. ....</b> |                                                                                                                                                                |      |          |         |        |           |          |                  |             |
| =====                                             |                                                                                                                                                                |      |          |         |        |           |          |                  |             |



## MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

### CAPÍTULO C12 GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN

|                 |                                                                                                                                                                                                                                    |      |  |  |  |      |      |        |        |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--|--|--|------|------|--------|--------|
| <b>D01YM001</b> | <b>Ud CAMBIO CONTENEDOR DE 5 M3.</b>                                                                                                                                                                                               |      |  |  |  |      |      |        |        |
| 12.001          | Ud. Cambio de contenedor de 5 m3. de capacidad, colocado en obra a pie de carga, i/servicio de entrega, alquiler, tasas por ocupación de vía pública y p.p. de costes indirectos, incluidos los medios auxiliares de señalización. |      |  |  |  |      |      |        |        |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                    | 1,00 |  |  |  | 1,00 |      |        |        |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                    |      |  |  |  |      | 1,00 | 116,71 | 116,71 |

**116,71**

**TOTAL CAPÍTULO C12 GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN. ....**

=====

## MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

Código Descripción Uds. Longitud Anchura Altura Parciales Medición Precio Presupuesto

### CAPÍTULO C13 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |  |  |      |  |      |       |       |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--|--|------|--|------|-------|-------|
| <b>D34AA006</b><br>13.001 | <b>Ud EXTINT. POLVO ABC 6 Kg. EF 21A-113B</b><br>Ud. Extintor de polvo ABC con eficacia 21A-113B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, productos gaseosos e incendios de equipos eléctricos, de 6 Kg. de agente extintor con soporte, manómetro y boquilla con difusor según norma UNE-23110, totalmente instalado según CTE/DB-SI 4. Certificado por AENOR. | 2,00 |  |  | 2,00 |  | 2,00 | 46,05 | 92,10 |
| <b>D34MA010</b><br>13.002 | <b>Ud SEÑAL LUMINISCENTE EVACUACIÓN</b><br>Ud. Señal luminiscente para indicación de la evacuación (salida, salida emergencia, direccionales, no salida....) de 297x148mm por una cara en pvc rígido de 2mm de espesor, totalmente montada según norma UNE 23033 y CTE/DB-SI 4.<br>SEÑALIZACION DE SALIDA 1,00<br>SANALIZACION EXTINTOR 2,00                                  |      |  |  | 1,00 |  | 3,00 | 8,45  | 25,35 |

**TOTAL CAPÍTULO C13 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS. .... 117,45**

=====

Almazán (Soria), Enero 2016

Fdo.: Raquel Martínez Rodrigo  
Grado en Ingeniería Forestal: Industrias Forestales

## CUADRO DE PRECIOS Nº 1: MANO DE OBRA Y MAQUINARIA

| Código                  | Ud. | Descripción                                               | Cantidad | Precio | Importe   |
|-------------------------|-----|-----------------------------------------------------------|----------|--------|-----------|
| <b>U01 MANO DE OBRA</b> |     |                                                           |          |        |           |
| NU01F01                 | Hr  | Oficial 1ª montador de paneles prefabricados de hormigón. | 145,18   | 17,82  | 2.587,09  |
| NU01F02                 | Hr  | Ayudante montador de paneles prefabricados de hormigón.   | 145,18   | 16,13  | 2.341,74  |
| U01AA007                | Hr  | Oficial primera                                           | 275,60   | 16,17  | 4.456,45  |
| U01AA009                | Hr  | Ayudante                                                  | 0,00     | 14,85  | 0,00      |
| U01AA010                | Hr  | Peón especializado                                        | 7,30     | 14,56  | 106,29    |
| U01AA011                | Hr  | Peón suelto                                               | 694,80   | 14,41  | 10.012,05 |
| U01AA015                | Hr  | Maquinista o conductor                                    | 67,75    | 14,80  | 1.002,64  |
| U01FA201                | Hr  | Oficial 1ª ferralla                                       | 32,85    | 18,00  | 591,26    |
| U01FA204                | Hr  | Ayudante ferralla                                         | 32,85    | 16,50  | 541,99    |
| U01FG405                | Hr  | Montaje estructura metal.                                 | 733,89   | 17,20  | 12.622,82 |
| U01FO343                | M2  | M.o.coloc.cub.panel ch+aisl+ch                            | 495,00   | 5,60   | 2.772,00  |
| U01FX001                | Hr  | Oficial cerrajería                                        | 8,45     | 15,90  | 134,36    |
| U01FX003                | Hr  | Ayudante cerrajería                                       | 7,75     | 13,80  | 106,95    |
| U01FY105                | Hr  | Oficial 1ª fontanero                                      | 19,20    | 15,50  | 297,60    |
| U01FY110                | Hr  | Ayudante fontanero                                        | 17,10    | 13,70  | 234,27    |
| U01FY630                | Hr  | Oficial primera electricista                              | 5,25     | 16,50  | 86,63     |
| U01FY635                | Hr  | Ayudante electricista                                     | 3,15     | 13,90  | 43,79     |
| <b>U02 MAQUINARIA</b>   |     |                                                           |          |        |           |
| U02AK001                | Hr  | Martillo compresor 2.000 l/min                            | 2,00     | 4,00   | 8,00      |
| U02FA001                | Hr  | Pala cargadora 1,30 M3.                                   | 32,71    | 22,00  | 719,58    |
| U02FK001                | Hr  | Retroexcavadora                                           | 3,64     | 28,00  | 101,81    |
| U02FK005                | Hr  | Retro-Pala excavadora                                     | 0,56     | 30,00  | 16,80     |
| U02FN005                | Hr  | Motoniveladora media 110 CV                               | 15,10    | 30,00  | 452,88    |
| U02FP021                | Hr  | Rulo autopropulsado 10 a 12 T                             | 90,58    | 40,00  | 3.623,04  |
| U02FW100                | Ud  | Tasas/m2/día ocupac.vía públic.                           | 2,50     | 0,30   | 0,75      |
| U02JA003                | Hr  | Camión 10 T. basculante                                   | 15,10    | 34,00  | 513,26    |
| U02JK005                | Hr  | Camión grúa autocargable hasta 10 Tm.                     | 0,65     | 48,30  | 31,40     |
| U02JS003                | Hr  | Contenedor 5 m3                                           | 8,00     | 7,00   | 56,00     |
| U02LA201                | Hr  | Hormigonera 250 l.                                        | 20,08    | 1,30   | 26,11     |
| U02OD030                | Hr  | Autogrúa hidráulica hasta 30 Tm                           | 90,80    | 71,00  | 6.446,87  |
| U02SW001                | Lt  | Gasóleo A                                                 | 989,91   | 1,06   | 1.049,30  |
| U02SW005                | Ud  | Kilowatio                                                 | 70,29    | 0,14   | 9,84      |

Almazán (Soria), Enero 2016

Fdo.: Raquel Martínez Rodrigo  
Grado en Ingeniería Forestal: Industrias Forestales

## CUADRO DE PRECIOS Nº 2: MATERIALES A PIE DE OBRA

| Código                                         | Ud. | Descripción                          | Cantidad  | Precio | Importe   |
|------------------------------------------------|-----|--------------------------------------|-----------|--------|-----------|
| <b>U04 ÁRIDOS, CONGLOM., ADITIVOS Y VARIOS</b> |     |                                      |           |        |           |
| U04AA101                                       | Tm  | Arena de río (0-5mm)                 | 26,51     | 16,33  | 432,91    |
| U04AF150                                       | Tm  | Garbancillo 20/40 mm.                | 53,02     | 31,10  | 1.648,89  |
| U04AF201                                       | M3  | Grava 40/80 mm.                      | 188,70    | 32,30  | 6.095,01  |
| U04CA001                                       | Tm  | Cemento CEM II/B-P 32,5 R Granel     | 14,66     | 108,20 | 1.586,32  |
| U04MA710                                       | M3  | Hormigón HM-25/P/40/ I central       | 1,10      | 97,18  | 106,90    |
| U04MA723                                       | M3  | Hormigón HA-25/P/20/ Ila central     | 188,70    | 99,06  | 18.692,62 |
| U04MA733                                       | M3  | Hormigón HA-25/P/40/ Ila central     | 40,07     | 99,07  | 3.969,73  |
| U04PY001                                       | M3  | Agua                                 | 509,63    | 1,44   | 733,86    |
| <b>U05 RED HORIZONTAL DE SANEAMIENTO</b>       |     |                                      |           |        |           |
| U05AA004                                       | MI  | Tubo horm. centrif. 25 cm.           | 8,00      | 7,40   | 59,20     |
| U05AG050                                       | Kg  | Masilla asfáltica                    | 120,00    | 2,64   | 316,80    |
| U05DA025                                       | Ud  | Arqueta polipropileno 40x40 cm       | 6,00      | 31,80  | 190,80    |
| U05DA033                                       | Ud  | Cerco PVC 40x40 cm                   | 6,00      | 5,52   | 33,12     |
| U05DA038                                       | Ud  | Tapa/rej. PVC peatonal 40x40 cm      | 6,00      | 20,87  | 125,22    |
| U05DE018                                       | Ud  | Sumidero suelo 20x20 cm              | 30,00     | 41,97  | 1.259,10  |
| <b>U06 ACERO PARA ARMAR Y TALLER</b>           |     |                                      |           |        |           |
| U06AA001                                       | Kg  | Alambre atar 1,3 mm.                 | 27,38     | 1,13   | 30,94     |
| U06DA005                                       | Kg  | Puntas plana 17x70                   | 0,18      | 1,47   | 0,26      |
| U06FA020                                       | Kg  | Varilla lisa de 12 mm.               | 30,10     | 0,73   | 21,97     |
| U06GD010                                       | Kg  | Acero corrugado elaborado y colocado | 10,00     | 1,01   | 10,10     |
| U06GG001                                       | Kg  | Acero corrugado B 500-S              | 1.682,94  | 0,80   | 1.346,35  |
| U06HA010                                       | M2  | Mallazo electrosoldado 15x15 d=5     | 1.509,60  | 1,51   | 2.279,50  |
| U06JA001                                       | Kg  | Acero laminado S275J0                | 18.625,18 | 1,02   | 18.997,68 |
| U06QH010                                       | Kg  | Chapón cortado a medida de 15 mm     | 268,80    | 0,73   | 196,22    |
| <b>U07 MADERA PARA ENCOFRAR Y CUBRIR</b>       |     |                                      |           |        |           |
| U07AI001                                       | M3  | Madera pino encofrar 26 mm.          | 0,03      | 136,00 | 3,40      |
| U07GA005                                       | M2  | Tablero encofrar 25 mm. 4 p.         | 9,40      | 3,22   | 30,27     |
| <b>U12 MATERIAL DE CUBIERTA</b>                |     |                                      |           |        |           |
| U12CZ015                                       | Ud  | Torn.autorrosicante 6,3x120          | 1.237,50  | 0,18   | 222,75    |
| U12NC520                                       | MI  | Remat.prel. 0,7mm desar=333mm        | 198,00    | 3,47   | 687,06    |
| U12NC540                                       | MI  | Remat.prel. 0,7mm desar=666mm        | 99,00     | 6,90   | 683,10    |
| U12NI030                                       | M2  | Panel lac/galv. 30mm Aceralia T.     | 499,95    | 29,30  | 14.648,54 |

## CUADRO DE PRECIOS Nº 2: MATERIALES A PIE DE OBRA

| Código                                 | Ud. | Descripción                              | Cantidad | Precio | Importe  |
|----------------------------------------|-----|------------------------------------------|----------|--------|----------|
| <b>U22 CERRAJERÍA</b>                  |     |                                          |          |        |          |
| U22AA101                               | M2  | Puerta abatible chapa Pegaso             | 33,00    | 74,50  | 2.458,50 |
| <b>U25 FONTANERÍA II : EVACUACIÓN</b>  |     |                                          |          |        |          |
| U25AD003                               | MI  | Tuberia PVC-F pluv. 75 mm.               | 42,00    | 1,47   | 61,74    |
| U25DA004                               | Ud  | Codo 87º m-h PVC evac. 75 mm.            | 8,40     | 2,28   | 19,15    |
| U25DD004                               | Ud  | Manguito unión h-h PVC 75 mm.            | 8,40     | 3,02   | 25,37    |
| U25LA060                               | MI  | Canalón circular PVC D=250 mm Uralita    | 60,00    | 14,70  | 882,00   |
| U25LA260                               | Ud  | Gafa canalón circ. PVC D=250 mm. Uralita | 81,00    | 5,03   | 407,43   |
| U25XH005                               | Ud  | Sujección bajantes PVC 75 mm.            | 21,00    | 1,18   | 24,78    |
| U25XP001                               | Kg  | Adhesivo para PVC Tangit                 | 0,42     | 17,60  | 7,39     |
| <b>U30 ELECTRICIDAD</b>                |     |                                          |          |        |          |
| U30AC010                               | Ud  | Tramita.-contrata.electri/Kw             | 1,00     | 51,00  | 51,00    |
| U30CG001                               | Ud  | Caja protecci.100A(III+N)+F              | 1,00     | 77,34  | 77,34    |
| U30EF001                               | MI  | Conductor 0,6/1Kv. 4x6 (Cu)              | 113,00   | 5,69   | 642,97   |
| U30ER115                               | MI  | Conductor ES07Z1-K 1,5(Cu)               | 1,00     | 1,20   | 1,20     |
| U30GA001                               | MI  | Conductor cobre desnudo 35mm2            | 60,00    | 4,02   | 241,20   |
| U30GA010                               | Ud  | Pica de tierra 2000/14,3 i/bri           | 4,00     | 13,60  | 54,40    |
| U30IA015                               | Ud  | Diferencial 40A/2p/30mA                  | 3,00     | 45,16  | 135,48   |
| U30IA020                               | Ud  | Diferencial 40A/4p/30mA                  | 2,00     | 220,95 | 441,90   |
| U30IA025                               | Ud  | Diferencial 63A/4p/30mA                  | 2,00     | 479,46 | 958,92   |
| U30IM001                               | Ud  | Cuadro metal.ó dobl.aisl.estan.          | 1,00     | 124,30 | 124,30   |
| U30JA008                               | MI  | Conductor 0,6/1Kv 2x1,5 (Cu)             | 247,00   | 0,74   | 182,78   |
| U30JA034                               | MI  | Conductor 0,6/1Kv 4x1,5 (Cu)             | 107,00   | 1,12   | 119,84   |
| U30JW001                               | MI  | Conductor rígido 750V;1,5(Cu)            | 126,00   | 0,30   | 37,80    |
| U30JW071                               | MI  | Conductor ES07Z1-K 16(Cu)                | 3,00     | 4,16   | 12,48    |
| U30JW119                               | MI  | Tubo PVC corrugado M 16/gp5              | 113,00   | 0,51   | 57,63    |
| U30JW120                               | MI  | Tubo PVC corrugado M 20/gp5              | 56,00    | 0,56   | 31,36    |
| U30JW122                               | MI  | Tubo PVC corrug. M 32/gp5                | 45,00    | 1,14   | 51,30    |
| U30JW123                               | MI  | Tubo PVC corrug. M 50/gp5                | 84,00    | 1,51   | 126,84   |
| U30JW130                               | MI  | Tubo PVC rígido D=50                     | 1,00     | 5,55   | 5,55     |
| U30JW138                               | MI  | Tubo PVC corrug. Dext=75                 | 10,00    | 3,94   | 39,40    |
| U30JW976                               | MI  | Tubo PVC corrug. M 12/gp5                | 354,00   | 0,45   | 159,30   |
| U30QA115                               | Ud  | Bloque emerg.s/315 LEGRAND-C3            | 7,00     | 72,32  | 506,24   |
| <b>U35 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS</b> |     |                                          |          |        |          |
| U35AA006                               | Ud  | Extintor polvo ABC 6 Kg.                 | 2,00     | 43,27  | 86,54    |
| U35MC005                               | Ud  | Pla.salida emer.297x148                  | 3,00     | 8,20   | 24,60    |
| <b>U36 PINTURAS</b>                    |     |                                          |          |        |          |

## CUADRO DE PRECIOS Nº 2: MATERIALES A PIE DE OBRA

| Código                        | Ud. | Descripción                                          | Cantidad | Precio     | Importe    |
|-------------------------------|-----|------------------------------------------------------|----------|------------|------------|
| U36IA010                      | Lt  | Minio electrolítico                                  | 186,25   | 9,70       | 1.806,64   |
| <b>U42 SEGURIDAD Y SALUD</b>  |     |                                                      |          |            |            |
| U42CA260                      | Ud  | Cartel combinado de 100x70 cm.                       | 1,00     | 26,18      | 26,18      |
| <b>U50 CONTROL DE CALIDAD</b> |     |                                                      |          |            |            |
| U50CA105                      | Ud  | Control proyecto arquitectura                        | 1.258,00 | 1,00       | 1.258,00   |
| <b>Z99 OTROS PRECIOS</b>      |     |                                                      |          |            |            |
| N001                          | M2  | Panel prefabricado, liso, de 22cm de espesor         | 513,00   | 61,60      | 31.600,80  |
| N002                          | Kg  | Masilla para sellado juntas de paneles hormigón.     | 615,60   | 1,96       | 1.206,58   |
| N003                          | m   | Tablón de madera de pino, de 20x7,2 cm.              | 12,83    | 25,51      | 327,17     |
| N004                          | Ud  | Puntal metálico telescópico, de hasta 3 m de altura. | 11,29    | 13,37      | 150,89     |
| N30IA001                      | Ud  | Bloque Vigi 300mA/2P                                 | 1,00     | 103,88     | 103,88     |
| N30IA002                      | Ud  | Bloque Vigi 300mA/4P                                 | 2,00     | 173,60     | 347,20     |
| N30IA003                      | Ud  | IGA - 630A                                           | 1,00     | 544,25     | 544,25     |
| N30ID001                      | Ud  | Interruptor magnetotérmico 2P/10A                    | 4,00     | 5,62       | 22,48      |
| N30ID002                      | Ud  | Interruptor magnetotérmico 4P/10A                    | 2,00     | 11,93      | 23,86      |
| N30ID003                      | Ud  | Interruptor magnetotérmico 2P/6A                     | 8,00     | 5,62       | 44,96      |
| N30ID004                      | Ud  | Interruptor magnetotérmico 2P/125A                   | 1,00     | 45,45      | 45,45      |
| N30ID005                      | Ud  | Interruptor magnetotérmico 4P/200A                   | 2,00     | 70,68      | 141,36     |
| N30ID006                      | Ud  | Interruptor magnetotérmico 4P/32A                    | 2,00     | 11,93      | 23,86      |
| N30JA001                      | MI  | Conductor 0,6/1Kv. 2x95 (Cu)                         | 45,00    | 20,03      | 901,35     |
| N30JA002                      | MI  | Conductor 0,6/1Kv. 4x70 (Cu)                         | 84,00    | 15,79      | 1.326,36   |
| N30JA003                      | MI  | Conductor 0,6/1Kv. 3,5x185 (Cu)                      | 20,00    | 26,76      | 535,20     |
| N30PA001                      | Ud  | Partida al alza en material eléctrico                | 20,00    | 2,36       | 47,20      |
| NC10B01                       | Ud  | Bomba EBARA ENR 200-500                              | 2,00     | 25.126,00  | 50.252,00  |
| NC10B02                       | Ud  | Bomba EBARA ENR 150-200                              | 2,00     | 4.045,00   | 8.090,00   |
| NC10B03                       | Ud  | Bomba EBARA ENR 65-250                               | 2,00     | 4.053,00   | 8.106,00   |
| NC10B04                       | Ud  | Bomba TORRES ECO-10X10                               | 2,00     | 156,00     | 312,00     |
| NC10B05                       | Ud  | Bomba TORRES ECO-02X08                               | 2,00     | 156,00     | 312,00     |
| NC10B06                       | Ud  | Bomba TORRES MAG-10                                  | 4,00     | 432,00     | 1.728,00   |
| NC10CP01                      | Ud  | Cajas de presión Codeline 80S300                     | 57,00    | 2.397,39   | 136.651,23 |
| NC10M01                       | Hr  | M.O instalación                                      | 22,00    | 8,75       | 192,50     |
| NC10M14                       | Ud  | VÁLVULAS E INSTRUMENTOS DE CONTROL                   | 1,00     | 67.984,72  | 67.984,72  |
| NC10MB01                      | Ud  | Membranas CPA5-LD                                    | 342,00   | 370,42     | 126.683,64 |
| NC10OI01                      | Ud  | Bastidor OI                                          | 1,00     | 87.778,30  | 87.778,30  |
| NC10T01                       | Ud  | Tanque de almacenamiento                             | 1,00     | 164.942,48 | 164.942,48 |
| NC10T02                       | Ud  | Tanque de permeado                                   | 1,00     | 63.331,54  | 63.331,54  |
| NC10T03                       | Ud  | Tanque ácido sulfúrico                               | 1,00     | 26.615,00  | 26.615,00  |
| NC10T04                       | Ud  | Tanque de antiincrustante                            | 1,00     | 665,00     | 665,00     |
| NC10T05                       | Ud  | Tanque sistema de limpieza                           | 1,00     | 4.320,00   | 4.320,00   |
| NC10TB01                      | Ud  | Tuberías                                             | 1,00     | 3.500,45   | 3.500,45   |
| NC11SS01                      | Ud  | ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD                         | 1,00     | 19.226,78  | 19.226,78  |

## CUADRO DE PRECIOS Nº 2: MATERIALES A PIE DE OBRA

| Código | Ud. | Descripción                | Cantidad | Precio | Importe  |
|--------|-----|----------------------------|----------|--------|----------|
| NL001  | Ud  | CAMPANA LUMINARIA LED 292W | 15,00    | 481,23 | 7.218,45 |

Almazán (Soria), Enero 2016

Fdo.: Raquel Martínez Rodrigo  
Grado en Ingeniería Forestal: Industrias Forestales

**CUADRO DE PRECIOS Nº 3**

**PRECIOS DESCOMPUESTOS (en letra)**

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**CAPÍTULO C01 MOVIMIENTO DE TIERRAS**

**1.001 D02AA501 M2 DESB. Y LIMP. TERRENO A MÁQUINA**

M2. Desbroce y limpieza de terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte y con p.p. de costes indirectos.

|                                |       |    |                                  |       |             |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------|-------|-------------|
| A03CA005                       | 0,010 | Hr | CARGADORA S/NEUMÁTICOS C=1,30 M3 | 54,90 | 0,55        |
| %CI                            | 0,006 | %  | Costes indirectos..(s/total)     | 3,00  | 0,02        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                  |       | <b>0,57</b> |

Son CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS

**1.002 D02HF100 M3 EXCAV. MECÁN. ZANJAS SANEA. T.F**

M3. Excavación mecánica de zanjas de saneamiento, en terreno de consistencia floja, i/posterior relleno y apisonado de tierra procedente de la excavación y p.p. de costes indirectos.

|                                |       |    |                                 |       |              |
|--------------------------------|-------|----|---------------------------------|-------|--------------|
| U01AA011                       | 0,300 | Hr | Peón suelto                     | 14,41 | 4,32         |
| A03CF010                       | 0,100 | Hr | RETROPALA S/NEUMÁ. ARTIC 102 CV | 60,52 | 6,05         |
| %CI                            | 0,104 | %  | Costes indirectos..(s/total)    | 3,00  | 0,31         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                 |       | <b>10,68</b> |

Son DIEZ EUROS Y SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS

**1.003 D02HF105 M3 EXCAV. MECÁN. ZANJAS INSTAL. T.F.**

M3. Excavación mecánica de zanjas para alojar instalaciones, en terreno de consistencia floja, i/posterior relleno y apisonado de tierra procedente de la excavación y p.p. de costes indirectos.

|                                |       |    |                                 |       |              |
|--------------------------------|-------|----|---------------------------------|-------|--------------|
| U01AA011                       | 0,300 | Hr | Peón suelto                     | 14,41 | 4,32         |
| A03CF005                       | 0,110 | Hr | RETROEXCAVADORA S/NEUMÁT 117 CV | 62,56 | 6,88         |
| %CI                            | 0,112 | %  | Costes indirectos..(s/total)    | 3,00  | 0,34         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                 |       | <b>11,54</b> |

Son ONCE EUROS Y CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

**1.004 D02HF001 M3 EXCAV. MECÁN. ZANJAS T. FLOJO**

M3. Excavación, con retroexcavadora, de terrenos de consistencia floja, en apertura de zanjas, con extracción de tierras a los bordes, i/p.p. de costes indirectos.

|                                |       |    |                                 |       |             |
|--------------------------------|-------|----|---------------------------------|-------|-------------|
| U01AA011                       | 0,160 | Hr | Peón suelto                     | 14,41 | 2,31        |
| A03CF005                       | 0,088 | Hr | RETROEXCAVADORA S/NEUMÁT 117 CV | 62,56 | 5,51        |
| %CI                            | 0,078 | %  | Costes indirectos..(s/total)    | 3,00  | 0,23        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                 |       | <b>8,05</b> |

Son OCHO EUROS Y CINCO CÉNTIMOS



### CUADRO DE PRECIOS Nº 3

#### PRECIOS DESCOMPUESTOS (en letra)

| Código                                                                                                                                                              | Cantidad | Ud. | Descripción                                 | Precio | Importe     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----|---------------------------------------------|--------|-------------|
| <b>1.005 D02TF151</b>                                                                                                                                               |          |     | <b>M3 RELLENO Y COMPAC. MECÁN. S/APORTE</b> |        |             |
| M3. Relleno, extendido y compactado de tierras propias, por medios mecánicos, en tongadas de 30 cm. de espesor, l/regado de las mismas y p.p. de costes indirectos. |          |     |                                             |        |             |
| U01AA011                                                                                                                                                            | 0,064    | Hr  | Peón suelto                                 | 14,41  | 0,92        |
| U04PY001                                                                                                                                                            | 0,400    | M3  | Agua                                        | 1,44   | 0,58        |
| A03CA005                                                                                                                                                            | 0,016    | Hr  | CARGADORA S/NEUMÁTICOS C=1,30 M3            | 54,90  | 0,88        |
| A03CI010                                                                                                                                                            | 0,012    | Hr  | MOTONIVELADORA C/ESCARIF. 110 CV            | 60,52  | 0,73        |
| A03FB010                                                                                                                                                            | 0,012    | Hr  | CAMIÓN BASCULANTE 10 Tn.                    | 69,16  | 0,83        |
| U02FP021                                                                                                                                                            | 0,072    | Hr  | Rulo autopropulsado 10 a 12 T               | 40,00  | 2,88        |
| %CI                                                                                                                                                                 | 0,068    | %   | Costes indirectos..(s/total)                | 3,00   | 0,20        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b>                                                                                                                                      |          |     |                                             |        | <b>7,02</b> |

Son SIETE EUROS Y DOS CÉNTIMOS

**CUADRO DE PRECIOS Nº 3**

**PRECIOS DESCOMPUESTOS (en letra)**

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**CAPÍTULO C02 CIMENTACIÓN Y HORMIGONES**

**2.001 D04EF010 M3 HOR. LIMP. H-200/P/40 VERT. MANUAL**

M3. Hormigón en masa H-200/P/40 Kg/cm<sup>2</sup>, con tamaño máximo del árido de 40 mm. elaborado en obra para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales, vibrado y colocación. El espesor mínimo será de 10 cm., según CTE/DB-SE-C y EHE.

|                                |       |    |                              |        |               |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|--------|---------------|
| U01AA011                       | 0,600 | Hr | Peón suelto                  | 14,41  | 8,65          |
| A02AA510                       | 1,000 | M3 | HORMIGÓN H-200/40 elab. obra | 118,16 | 118,16        |
| %CI                            | 1,268 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00   | 3,80          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |        | <b>130,61</b> |

Son CIENTO TREINTA EUROS Y SESENTA Y UN CÉNTIMOS

**2.002 D04IC003 M3 HOR. HA-25/P/40/ IIa ZAPATAS V. MAN.**

M3. Hormigón armado HA-25/P/40/ IIa N/mm<sup>2</sup>, con tamaño máximo del árido de 40mm., elaborado en central en relleno de zapatas de cimentación, i/armadura B-500 S (40 Kgs/m<sup>3</sup>), vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según CTE/DB-SE-C y EHE.

|                                |        |    |                                       |        |               |
|--------------------------------|--------|----|---------------------------------------|--------|---------------|
| D04GC102                       | 1,000  | M3 | HOR. HA-25/P/40/ IIa ZAP. V. M. CENT. | 125,05 | 125,05        |
| D04AA201                       | 40,000 | Kg | ACERO CORRUGADO B 500-S               | 1,41   | 56,40         |
| %CI                            | 1,815  | %  | Costes indirectos..(s/total)          | 3,00   | 5,45          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |        |    |                                       |        | <b>186,90</b> |

Son CIENTO OCHENTA Y SEIS EUROS Y NOVENTA CÉNTIMOS

**2.003 D04PT155 M2 SOL. HA-25 #150\*150\*5 15 CM+ENC.**

M2. Solera de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/P/20/IIa N/mm<sup>2</sup>., tamaño máximo del árido 20 mm. elaborado en central, i/vertido, colocación y armado con mallazo electrosoldado #150\*150\*5 mm., incluso p.p. de juntas, aserrado de las mismas, fratasado y encachado de piedra caliza 40/80 de 15 cm. de espesor, extendido y compactado con pisón. Según EHE.

|                                |       |    |                                 |       |              |
|--------------------------------|-------|----|---------------------------------|-------|--------------|
| D04PF501                       | 1,000 | M2 | ENCACHADO PIEDRA 40/80 e=15 cm. | 7,22  | 7,22         |
| D04PM155                       | 1,000 | M2 | SOLERA HA-25 #150*150*5 15 CM.  | 23,80 | 23,80        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                 |       | <b>31,02</b> |

Son TREINTA Y UN EUROS Y DOS CÉNTIMOS

**2.004 D04AK015 Ud PLACA CIMENTACIÓN 40x40x1'5 cm.**

Ud. Placa de anclaje de acero A-42b en perfil plano para cimentación, de dimensiones 40x40x1'5 cm. con cuatro patillas de redondo liso de 12 mm. de diámetro, con una longitud cada una de ellas de 60 cm., soldadas, i/ taladro central, totalmente colocada.

|          |        |    |                                  |       |       |
|----------|--------|----|----------------------------------|-------|-------|
| U01FX001 | 0,250  | Hr | Oficial cerrajería               | 15,90 | 3,98  |
| U01FX003 | 0,200  | Hr | Ayudante cerrajería              | 13,80 | 2,76  |
| U01AA007 | 0,300  | Hr | Oficial primera                  | 16,17 | 4,85  |
| U06QH010 | 19,200 | Kg | Chapón cortado a medida de 15 mm | 0,73  | 14,02 |

### CUADRO DE PRECIOS Nº 3

#### PRECIOS DESCOMPUESTOS (en letra)

| Código                         | Cantidad | Ud. | Descripción                  | Precio | Importe      |
|--------------------------------|----------|-----|------------------------------|--------|--------------|
| U06FA020                       | 2,150    | Kg  | Varilla lisa de 12 mm.       | 0,73   | 1,57         |
| %CI                            | 0,272    | %   | Costes indirectos..(s/total) | 3,00   | 0,82         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |          |     |                              |        | <b>28,00</b> |

Son VEINTIOCHO EUROS

---

### CUADRO DE PRECIOS Nº 3

#### PRECIOS DESCOMPUESTOS (en letra)

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

#### CAPÍTULO C03 ESTRUCTURAS

##### 3.001 D05AA003 Kg ACERO S275 EN ELEMENT. ESTRUCT.

Kg. Acero laminado en perfiles S275, colocado en elementos estructurales aislados, tensión de rotura de 410 N/mm<sup>2</sup>, con ó sin soldadura, i/p.p. de placas de apoyo, y pintura antioxidante, dos capas, según CTE/ DB-SE-A. Los trabajos serán realizados por soldador cualificado según norma UNE-EN 287-1:1992.

|                                |       |    |                              |       |             |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|-------|-------------|
| U01FG405                       | 0,034 | Hr | Montaje estructura metal.    | 17,20 | 0,58        |
| U06JA001                       | 1,000 | Kg | Acero laminado S275J0        | 1,02  | 1,02        |
| %CI                            | 0,016 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00  | 0,05        |
| U36IA010                       | 0,010 | Lt | Minio electrolítico          | 9,70  | 0,10        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |       | <b>1,75</b> |

Son UN EURO Y SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS

##### 3.002 D05AA010 Kg ACERO S275 EN CERCHAS

Kg. Acero laminado S275 en cerchas, con una tensión de rotura de 410 N/mm<sup>2</sup>, i/p.p. de despuntes y dos manos imprimación con pintura de minio de plomo, totalmente montado, según CTE/ DB-SE-A. Los trabajos serán realizados por soldador cualificado según norma UNE-EN 287-1:1992.

|                                |       |    |                              |       |             |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|-------|-------------|
| U01FG405                       | 0,042 | Hr | Montaje estructura metal.    | 17,20 | 0,72        |
| U06JA001                       | 1,000 | Kg | Acero laminado S275J0        | 1,02  | 1,02        |
| U36IA010                       | 0,010 | Lt | Minio electrolítico          | 9,70  | 0,10        |
| %CI                            | 0,018 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00  | 0,05        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |       | <b>1,89</b> |

Son UN EURO Y OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

### CUADRO DE PRECIOS Nº 3

#### PRECIOS DESCOMPUESTOS (en letra)

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

#### CAPÍTULO C04 CERRAMIENTOS

##### 4.001 ND05A01 M2 FACHADA PESADA DE PANEL DE HORMIGÓN

Cerramiento de fachada formado por paneles prefabricados, lisos, de hormigón armado de 22 cm de espesor, 3 m de anchura y 14 m de longitud máxima, acabado liso de color gris a una cara, montaje horizontal.

|                            |       |    |                                                           |       |              |
|----------------------------|-------|----|-----------------------------------------------------------|-------|--------------|
| N003                       | 0,025 | m  | Tablón de madera de pino, de 20x7,2 cm.                   | 25,51 | 0,64         |
| N004                       | 0,022 | Ud | Puntal metálico telescópico, de hasta 3 m de altura.      | 13,37 | 0,29         |
| NU01F01                    | 0,283 | Hr | Oficial 1ª montador de paneles prefabricados de hormigón. | 17,82 | 5,04         |
| NU01F02                    | 0,283 | Hr | Ayudante montador de paneles prefabricados de hormigón.   | 16,13 | 4,56         |
| N001                       | 1,000 | M2 | Panel prefabricado, liso, de 22cm de espesor              | 61,60 | 61,60        |
| N002                       | 1,200 | Kg | Masilla para sellado juntas de paneles de hormigón.       | 1,96  | 2,35         |
| U02OD030                   | 0,177 | Hr | Autogrúa hidráulica hasta 30 Tm                           | 71,00 | 12,57        |
| %CI                        | 0,871 | %  | Costes indirectos..(s/total)                              | 3,00  | 2,61         |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |       |    |                                                           |       | <b>89,66</b> |

Son OCHENTA Y NUEVE EUROS Y SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS

### CUADRO DE PRECIOS Nº 3

#### PRECIOS DESCOMPUESTOS (en letra)

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

#### CAPÍTULO C05 CUBIERTA

##### 5.001 D08NE101 M2 CUB. PANEL NERV.30 (LAC+AISL+GALV)

M2. Cubierta completa formada por panel de 30 mm. de espesor total conformado con doble chapa de acero de 0.5 mm. de espesor, perfil nervado tipo de Aceralia o similar, lacado al exterior y galvanizado el interior, con relleno intermedio de espuma de poliuretano; panel anclado a la estructura mediante ganchos o tornillos autorroscantes, i/p.p. de tapajuntas, remates, piezas especiales de cualquier tipo, medios auxiliares.

|                                |       |    |                                  |       |              |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------|-------|--------------|
| U01FO343                       | 1,000 | M2 | M.o.coloc.cub.panel ch+aisl+ch   | 5,60  | 5,60         |
| U12NI030                       | 1,010 | M2 | Panel lac/galv. 30mm Aceralia T. | 29,30 | 29,59        |
| U12CZ015                       | 2,500 | Ud | Torn.autorroscante 6,3x120       | 0,18  | 0,45         |
| U12NC520                       | 0,400 | MI | Remat.prel. 0,7mm desar=333mm    | 3,47  | 1,39         |
| U12NC540                       | 0,200 | MI | Remat.prel. 0,7mm desar=666mm    | 6,90  | 1,38         |
| %CI                            | 0,384 | %  | Costes indirectos..(s/total)     | 3,00  | 1,15         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                  |       | <b>39,56</b> |

Son TREINTA Y NUEVE EUROS Y CICUENTA Y SEIS CÉNTIMOS

### CUADRO DE PRECIOS Nº 3

#### PRECIOS DESCOMPUESTOS (en letra)

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

#### CAPÍTULO C06 CARPINTERÍA

##### 6.001 D23AE001 M2 PUERTA ABATIBLE CHAPA PEGASO

M2. Puerta abatible de una hoja, a base de bastidor de tubo rectangular y chapa de acero tipo Pegaso, con cerco y perfil angular provisto de una garra por metro lineal y herrajes de colgar y de seguridad.

|                                |       |    |                              |       |              |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|-------|--------------|
| U01FX001                       | 0,150 | Hr | Oficial cerrajería           | 15,90 | 2,39         |
| U01FX003                       | 0,150 | Hr | Ayudante cerrajería          | 13,80 | 2,07         |
| U22AA101                       | 1,000 | M2 | Puerta abatible chapa Pegaso | 74,50 | 74,50        |
| %CI                            | 0,790 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00  | 2,37         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |       | <b>81,33</b> |

Son OCHENTA Y UN EUROS Y TREITA Y TRES CÉNTIMOS

**CUADRO DE PRECIOS Nº 3**

**PRECIOS DESCOMPUESTOS (en letra)**

Código      Cantidad      Ud.      Descripción      Precio      Importe

**CAPÍTULO C07    SANEAMIENTO**

**7.001 D03DB108      Ud    ARQUETA POLIPROPILENO 40X40 cm.**

Ud. Arqueta de Polipropileno (PP) de dimensiones 40x40x40 cm, JIMTEN 34003, formada por cerco y tapa o rejilla de PVC para cargas de zonas peatonales, acoplables entre sí y colocada sobre solera de hormigón HM-20 N/mm2 de 10 cm de espesor incluida, según CTE/DB-HS 5.

|                                |       |    |                                 |        |              |
|--------------------------------|-------|----|---------------------------------|--------|--------------|
| U01AA007                       | 1,000 | Hr | Oficial primera                 | 16,17  | 16,17        |
| A02AA510                       | 0,016 | M3 | HORMIGÓN H-200/40 elab. obra    | 118,16 | 1,89         |
| U05DA025                       | 1,000 | Ud | Arqueta polipropileno 40x40 cm  | 31,80  | 31,80        |
| U05DA033                       | 1,000 | Ud | Cerco PVC 40x40 cm              | 5,52   | 5,52         |
| U05DA038                       | 1,000 | Ud | Tapa/rej. PVC peatonal 40x40 cm | 20,87  | 20,87        |
| %CI                            | 0,763 | %  | Costes indirectos..(s/total)    | 3,00   | 2,29         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                 |        | <b>78,54</b> |

Son SETENTA Y OCHO EUROS Y CICUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

**7.002 D03DI001      Ud    ACOMET. RED GRAL. SANE. T. F. 8 m.**

Ud. Acometida domiciliaria de saneamiento a la red general, hasta una longitud de 8 m., en terreno flojo, con rotura de pavimento por medio de compresor, excavación mecánica, tubo de hormigón centrifugado D=25 cm., relleno y apisonado de zanja con tierra procedente de la excavación, i/limpieza y transporte de tierras sobrantes a pie de carga, según CTE/DB-HS 5.

|                                |       |    |                                 |       |               |
|--------------------------------|-------|----|---------------------------------|-------|---------------|
| U01AA007                       | 2,000 | Hr | Oficial primera                 | 16,17 | 32,34         |
| U01AA011                       | 7,600 | Hr | Peón suelto                     | 14,41 | 109,52        |
| D02HF100                       | 4,600 | M3 | EXCAV. MECÁN. ZANJAS SANEA. T.F | 10,68 | 49,13         |
| U02AK001                       | 2,000 | Hr | Martillo compresor 2.000 l/min  | 4,00  | 8,00          |
| U05AA004                       | 8,000 | MI | Tubo horm. centrif. 25 cm.      | 7,40  | 59,20         |
| %CI                            | 2,582 | %  | Costes indirectos..(s/total)    | 3,00  | 7,75          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                 |       | <b>265,94</b> |

Son DOSCIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS Y NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

**7.003 D25NP060      MI    CANALÓN PVC D=250 mm. URALITA**

MI. Canalón circular de PVC doble voluta de 250 mm. de diámetro marca Uralita, fijado con abrazaderas al tejado, incluso piezas especiales de conexión a la bajante, totalmente instalado según CTE/ DB-HS 5 evacuación de aguas.

|                                |       |    |                                          |       |              |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------------------|-------|--------------|
| U01FY105                       | 0,250 | Hr | Oficial 1ª fontanero                     | 15,50 | 3,88         |
| U01FY110                       | 0,250 | Hr | Ayudante fontanero                       | 13,70 | 3,43         |
| U25LA060                       | 1,000 | MI | Canalón circular PVC D=250 mm Uralita    | 14,70 | 14,70        |
| U25LA260                       | 1,350 | Ud | Gafa canalón circ. PVC D=250 mm. Uralita | 5,03  | 6,79         |
| %CI                            | 0,288 | %  | Costes indirectos..(s/total)             | 3,00  | 0,86         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                          |       | <b>29,66</b> |

Son VEINTINUEVE EUROS Y SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS



**CUADRO DE PRECIOS Nº 3**

**PRECIOS DESCOMPUESTOS (en letra)**

| Código                                                                                                                                                                                                                           | Cantidad | Ud. | Descripción                   | Precio | Importe     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----|-------------------------------|--------|-------------|
| <b>7.004 D25NL010 MI BAJANTE PLUV. DE PVC 75 mm.</b>                                                                                                                                                                             |          |     |                               |        |             |
| Ml. Tubería de PVC de 75 mm. serie F de Saenger color gris, UNE 53.114 ISO-DIS-3633 para bajantes de pluviales y ventilación, i/codos, injertos y demás accesorios, totalmente instalada según CTE/ DB-HS 5 evacuación de aguas. |          |     |                               |        |             |
| U01FY105                                                                                                                                                                                                                         | 0,100    | Hr  | Oficial 1ª fontanero          | 15,50  | 1,55        |
| U01FY110                                                                                                                                                                                                                         | 0,050    | Hr  | Ayudante fontanero            | 13,70  | 0,69        |
| U25AD003                                                                                                                                                                                                                         | 1,000    | Ml  | Tubería PVC-F pluv. 75 mm.    | 1,47   | 1,47        |
| U25DA004                                                                                                                                                                                                                         | 0,200    | Ud  | Codo 87º m-h PVC evac. 75 mm. | 2,28   | 0,46        |
| U25DD004                                                                                                                                                                                                                         | 0,200    | Ud  | Manguito unión h-h PVC 75 mm. | 3,02   | 0,60        |
| U25XH005                                                                                                                                                                                                                         | 0,500    | Ud  | Sujección bajantes PVC 75 mm. | 1,18   | 0,59        |
| U25XP001                                                                                                                                                                                                                         | 0,010    | Kg  | Adhesivo para PVC Tangit      | 17,60  | 0,18        |
| %CI                                                                                                                                                                                                                              | 0,055    | %   | Costes indirectos..(s/total)  | 3,00   | 0,17        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b>                                                                                                                                                                                                   |          |     |                               |        | <b>5,71</b> |

Son CINCO EUROS Y SETENTA Y UN CÉNTIMOS

|                                                                                                                                                                                              |       |    |                              |       |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----|------------------------------|-------|--------------|
| <b>7.005 D03DE110 Ud SUMIDERO FUNDI. SUELO 20X20 cm.</b>                                                                                                                                     |       |    |                              |       |              |
| Ud. Sumidero sifónico de fundición de 25X25 cms. para instalación en suelos de patios, totalmente instalado i/ p.p. de material de agarre y medios auxiliares necesarios, según CTE/DB-HS 5. |       |    |                              |       |              |
| U01AA007                                                                                                                                                                                     | 0,300 | Hr | Oficial primera              | 16,17 | 4,85         |
| U01AA010                                                                                                                                                                                     | 0,150 | Hr | Peón especializado           | 14,56 | 2,18         |
| U05DE018                                                                                                                                                                                     | 1,000 | Ud | Sumidero suelo 20x20 cm      | 41,97 | 41,97        |
| U05AG050                                                                                                                                                                                     | 4,000 | Kg | Masilla asfáltica            | 2,64  | 10,56        |
| %CI                                                                                                                                                                                          | 0,596 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00  | 1,79         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b>                                                                                                                                                               |       |    |                              |       | <b>61,35</b> |

Son SESENTA Y UN EUROS Y TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS

|                                                                                                                                                                                                       |        |    |                                      |        |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----|--------------------------------------|--------|---------------|
| <b>7.006 D03AK001 MI COL. VISITAB. HORM. 90X160 cm.</b>                                                                                                                                               |        |    |                                      |        |               |
| Ml. Colector visitable de 90x160cm.(anchoxalto) de hormigón armado HM-25 N/mm2 realizado "in situ", con una cuantía de acero de 10 Kg/Ml., totalmente acabado, sin incluir la excavación y la solera. |        |    |                                      |        |               |
| U01AA007                                                                                                                                                                                              | 2,800  | Hr | Oficial primera                      | 16,17  | 45,28         |
| U01AA010                                                                                                                                                                                              | 2,800  | Hr | Peón especializado                   | 14,56  | 40,77         |
| A02FA610                                                                                                                                                                                              | 1,100  | M3 | HORM. HM-25/P/40/ I CENTRAL          | 97,18  | 106,90        |
| U07GA005                                                                                                                                                                                              | 9,400  | M2 | Tablero encofrar 25 mm. 4 p.         | 3,22   | 30,27         |
| U07AI001                                                                                                                                                                                              | 0,025  | M3 | Madera pino encofrar 26 mm.          | 136,00 | 3,40          |
| U06AA001                                                                                                                                                                                              | 0,500  | Kg | Alambre atar 1,3 mm.                 | 1,13   | 0,57          |
| U06DA005                                                                                                                                                                                              | 0,180  | Kg | Puntas plana 17x70                   | 1,47   | 0,26          |
| U06GD010                                                                                                                                                                                              | 10,000 | Kg | Acero corrugado elaborado y colocado | 1,01   | 10,10         |
| %CI                                                                                                                                                                                                   | 2,376  | %  | Costes indirectos..(s/total)         | 3,00   | 7,13          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b>                                                                                                                                                                        |        |    |                                      |        | <b>244,68</b> |

Son DOSCIENTO Y CUARENTA Y CUATRO EUROS Y SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS

**CUADRO DE PRECIOS Nº 3**

**PRECIOS DESCOMPUESTOS (en letra)**

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**CAPÍTULO C08 INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

**8.001 D27CG001 Ud CAJA GRAL. PROTECCIÓN 100A(TRIF.)**

Ud. Caja general de protección 100A incluido bases cortacircuitos y fusibles calibrados de 100A para protección de la línea general de alimentación situada en fachada o nicho mural. ITC-BT-13 cumplirán con las UNE-EN 60.439-1, UNE-EN 60.439-3, y grado de protección de IP43 e IK08.

|                                |       |    |                              |       |               |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|-------|---------------|
| U01FY630                       | 1,000 | Hr | Oficial primera electricista | 16,50 | 16,50         |
| U01FY635                       | 1,000 | Hr | Ayudante electricista        | 13,90 | 13,90         |
| U30CG001                       | 1,000 | Ud | Caja protecci.100A(III+N)+F  | 77,34 | 77,34         |
| %CI                            | 1,077 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00  | 3,23          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |       | <b>110,97</b> |

Son CIENTO DIEZ EUROS Y NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS

**8.002 D27QA015 Ud EMERGENCIA LEGRAND C3 315 LÚM.**

Ud. Punto de luz de emergencia realizado en canalización PVC corrugado M 20/gp5 y conductores rígidos de cobre aislados para una tensión nominal de 750V. de 1'5mm2. incluido aparato de emergencia fluorescente de superficie de 315 lm. modelo LEGRAND C3, con base antichoque y difusor de metacrilato, señalización permanente (aparato en tensión), con autonomía superior a 1 hora con baterías herméticas recargables, alimentación a 220v., y lámpara fluorescente FL.8W, base de enchufe, etiqueta de señalización, replanteo, montaje, pequeño material y conexionado.

|                                |        |    |                               |       |              |
|--------------------------------|--------|----|-------------------------------|-------|--------------|
| U01FY630                       | 0,300  | Hr | Oficial primera electricista  | 16,50 | 4,95         |
| U30JW120                       | 8,000  | MI | Tubo PVC corrugado M 20/gp5   | 0,56  | 4,48         |
| U30JW001                       | 18,000 | MI | Conductor rígido 750V;1,5(Cu) | 0,30  | 5,40         |
| U30QA115                       | 1,000  | Ud | Bloque emerg.s/315 LEGRAND-C3 | 72,32 | 72,32        |
| %CI                            | 0,872  | %  | Costes indirectos..(s/total)  | 3,00  | 2,62         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |        |    |                               |       | <b>89,77</b> |

Son OCHENTA Y NUEVE EUROS Y SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS

**8.003 NL001 Ud CAMPANA LUMINARIA LED 292W**

Campana luminaria LED 292W, de la casa PHILLIPS ( GentleSpace BY470P). Totalmente instalada

|                                |  |  |  |  |               |
|--------------------------------|--|--|--|--|---------------|
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |  |  |  |  | <b>481,23</b> |
|--------------------------------|--|--|--|--|---------------|

Son CUATROCIENTOS OCHENTA Y UN EUROS Y VEINTITRÉS CÉNTIMOS

**8.004 D27HE001 MI DERIVACIÓN INDIVIDUAL 3x16 mm2. Cu**

MI. Derivación individual ES07Z1-K 3x16 mm2., (delimitada entre la centralización de contadores y el cuadro de distribución), bajo tubo de PVC rígido D=32 y conductores de cobre de 16 mm2. aislados, para una tensión nominal de 750 V en sistema monofásico más protección, así como conductor "rojo" de 1,5 mm2 (tarifa nocturna), tendido mediante sus

**CUADRO DE PRECIOS Nº 3**

**PRECIOS DESCOMPUESTOS (en letra)**

| Código                                                                                                                                            | Cantidad | Ud. | Descripción                  | Precio | Importe      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----|------------------------------|--------|--------------|
| correspondientes accesorios a lo largo de la canaladura del tiro de escalera o zonas comunes. ITC-BT 15 y cumplira con la UNE 21.123 parte 4 ó 5. |          |     |                              |        |              |
| U01FY630                                                                                                                                          | 0,150    | Hr  | Oficial primera electricista | 16,50  | 2,48         |
| U01FY635                                                                                                                                          | 0,150    | Hr  | Ayudante electricista        | 13,90  | 2,09         |
| U30JW071                                                                                                                                          | 3,000    | MI  | Conductor ES07Z1-K 16(Cu)    | 4,16   | 12,48        |
| U30JW130                                                                                                                                          | 1,000    | MI  | Tube PVC rígido D=50         | 5,55   | 5,55         |
| U30ER115                                                                                                                                          | 1,000    | MI  | Conductor ES07Z1-K 1,5(Cu)   | 1,20   | 1,20         |
| %CI                                                                                                                                               | 0,238    | %   | Costes indirectos..(s/total) | 3,00   | 0,71         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b>                                                                                                                    |          |     |                              |        | <b>24,51</b> |

Son VEINTICUATRO EUROS Y CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS

**8.005 D27GA001 Ud TOMA DE TIERRA (PICA)**

Ud. Toma tierra con pica cobrizada de D=14,3 mm. y 2 m. de longitud, cable de cobre desnudo de 1x35 mm2. conexionado mediante soldadura aluminotérmica. ITC-BT 18

|                                |        |    |                                |       |              |
|--------------------------------|--------|----|--------------------------------|-------|--------------|
| U01FY630                       | 0,500  | Hr | Oficial primera electricista   | 16,50 | 8,25         |
| U01FY635                       | 0,500  | Hr | Ayudante electricista          | 13,90 | 6,95         |
| U30GA010                       | 1,000  | Ud | Pica de tierra 2000/14,3 i/bri | 13,60 | 13,60        |
| U30GA001                       | 15,000 | MI | Conductor cobre desnudo 35mm2  | 4,02  | 60,30        |
| %CI                            | 0,891  | %  | Costes indirectos..(s/total)   | 3,00  | 2,67         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |        |    |                                |       | <b>91,77</b> |

Son NOVENTA Y UN EUROS Y SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS

**8.006 U30JA008 MI Conductor 0,6/1Kv 2x1,5 (Cu)**

**TOTAL PARTIDA . . . . . 0,74**

Son SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

**8.007 U30EF001 MI Conductor 0,6/1Kv. 4x6 (Cu)**

**TOTAL PARTIDA . . . . . 5,69**

Son CINCO EUROS Y SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

### CUADRO DE PRECIOS Nº 3

#### PRECIOS DESCOMPUESTOS (en letra)

| Código                         | Cantidad | Ud. | Descripción                  | Precio | Importe     |
|--------------------------------|----------|-----|------------------------------|--------|-------------|
| 8.008                          | U30JA034 | MI  | Conductor 0,6/1Kv 4x1,5 (Cu) |        |             |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |          |     |                              |        | <b>1,12</b> |

Son UN EURO Y DOCE CÉNTIMOS

|                                |          |    |                         |  |              |
|--------------------------------|----------|----|-------------------------|--|--------------|
| 8.009                          | U30IA015 | Ud | Diferencial 40A/2p/30mA |  |              |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |          |    |                         |  | <b>45,16</b> |

Son CUARENTA Y CINCO EUROS Y DIECISEIS CÉNTIMOS

|                                |          |    |                         |  |               |
|--------------------------------|----------|----|-------------------------|--|---------------|
| 8.010                          | U30IA020 | Ud | Diferencial 40A/4p/30mA |  |               |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |          |    |                         |  | <b>220,95</b> |

Son DOSCIENTOS VEINTE EUROS Y NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS

|                                |          |    |                         |  |               |
|--------------------------------|----------|----|-------------------------|--|---------------|
| 8.011                          | U30IA025 | Ud | Diferencial 63A/4p/30mA |  |               |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |          |    |                         |  | <b>479,46</b> |

Son CUATROCIENTOS SETENTA Y NUEVE EUROS Y CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS

|                                                                                             |          |    |                                 |  |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----|---------------------------------|--|---------------|
| 8.012                                                                                       | U30IM001 | Ud | Cuadro metal.ó dobl.aisl.estan. |  |               |
| Cuadro eléctrico metálico con unas dimensiones de 760 x 380 x 300 mm. Totalmente instalado. |          |    |                                 |  |               |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b>                                                              |          |    |                                 |  | <b>124,30</b> |

Son CIENTO VEINTICUARO EUROS Y TREINTA CÉNTIMOS

### CUADRO DE PRECIOS Nº 3

#### PRECIOS DESCOMPUESTOS (en letra)

| Código                         | Cantidad | Ud. | Descripción                  | Precio | Importe      |
|--------------------------------|----------|-----|------------------------------|--------|--------------|
| 8.013                          | U30AC010 | Ud  | Tramita.-contrata.electri/Kw |        |              |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |          |     |                              |        | <b>51,00</b> |

Son CINCUENTA Y UN EUROS

|                                |          |    |                          |  |             |
|--------------------------------|----------|----|--------------------------|--|-------------|
| 8.014                          | U30JW138 | MI | Tubo PVC corrug. Dext=75 |  |             |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |          |    |                          |  | <b>3,94</b> |

Son TRES EUROS Y NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

|                                |          |    |                             |  |             |
|--------------------------------|----------|----|-----------------------------|--|-------------|
| 8.015                          | U30JW119 | MI | Tubo PVC corrugado M 16/gp5 |  |             |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |          |    |                             |  | <b>0,51</b> |

Son CIENCUENTA Y UN CÉNTIMOS

|                                |          |    |                           |  |             |
|--------------------------------|----------|----|---------------------------|--|-------------|
| 8.016                          | U30JW122 | MI | Tubo PVC corrug. M 32/gp5 |  |             |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |          |    |                           |  | <b>1,14</b> |

Son UN EURO Y CATORCE CÉNTIMOS

|                                |          |    |                           |  |             |
|--------------------------------|----------|----|---------------------------|--|-------------|
| 8.017                          | U30JW123 | MI | Tubo PVC corrug. M 50/gp5 |  |             |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |          |    |                           |  | <b>1,51</b> |

Son UN EURO Y CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS

### CUADRO DE PRECIOS Nº 3

#### PRECIOS DESCOMPUESTOS (en letra)

| Código                         | Cantidad | Ud. | Descripción               | Precio | Importe     |
|--------------------------------|----------|-----|---------------------------|--------|-------------|
| 8.018                          | U30JW976 | MI  | Tubo PVC corrug. M 12/gp5 |        |             |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |          |     |                           |        | <b>0,45</b> |

Son CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS

|                                |          |    |                      |  |               |
|--------------------------------|----------|----|----------------------|--|---------------|
| 8.019                          | N30IA001 | Ud | Bloque Vigi 300mA/2P |  |               |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |          |    |                      |  | <b>103,88</b> |

Son CIENTO TRES EUROS Y OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS

|                                |          |    |                      |  |               |
|--------------------------------|----------|----|----------------------|--|---------------|
| 8.020                          | N30IA002 | Ud | Bloque Vigi 300mA/4P |  |               |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |          |    |                      |  | <b>173,60</b> |

Son CIENTO SETENTA Y TRES EUROS Y SESENTA CÉNTIMOS

|                                |          |    |                              |  |              |
|--------------------------------|----------|----|------------------------------|--|--------------|
| 8.021                          | N30JA001 | MI | Conductor 0,6/1Kv. 2x95 (Cu) |  |              |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |          |    |                              |  | <b>20,03</b> |

Son VEINTE EUROS Y TRES CÉNTIMOS

|                                |          |    |                              |  |              |
|--------------------------------|----------|----|------------------------------|--|--------------|
| 8.022                          | N30JA002 | MI | Conductor 0,6/1Kv. 4x70 (Cu) |  |              |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |          |    |                              |  | <b>15,79</b> |

Son QUINCE EUROS Y SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

### CUADRO DE PRECIOS Nº 3

#### PRECIOS DESCOMPUESTOS (en letra)

| Código                         | Cantidad | Ud. | Descripción                     | Precio | Importe      |
|--------------------------------|----------|-----|---------------------------------|--------|--------------|
| 8.023                          | N30JA003 | MI  | Conductor 0,6/1Kv. 3,5x185 (Cu) |        |              |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |          |     |                                 |        | <b>26,76</b> |

Son VEINTISÉIS EUROS Y SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS

|                                |          |    |            |  |               |
|--------------------------------|----------|----|------------|--|---------------|
| 8.024                          | N30IA003 | Ud | IGA - 630A |  |               |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |          |    |            |  | <b>544,25</b> |

Son QUINIENTOS CUARENTA Y CUATRO EUROS Y VEINTICINCO CÉNTIMOS

|                                |          |    |                                   |  |             |
|--------------------------------|----------|----|-----------------------------------|--|-------------|
| 8.025                          | N30ID001 | Ud | Interruptor magnetotérmico 2P/10A |  |             |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |          |    |                                   |  | <b>5,62</b> |

Son CINCO EUROS Y SESENTA Y DOS CÉNTIMOS

|                                |          |    |                                   |  |              |
|--------------------------------|----------|----|-----------------------------------|--|--------------|
| 8.026                          | N30ID002 | Ud | Interruptor magnetotérmico 4P/10A |  |              |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |          |    |                                   |  | <b>11,93</b> |

Son ONCE EUROS Y NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS

|                                |          |    |                                  |  |             |
|--------------------------------|----------|----|----------------------------------|--|-------------|
| 8.027                          | N30ID003 | Ud | Interruptor magnetotérmico 2P/6A |  |             |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |          |    |                                  |  | <b>5,62</b> |

Son CINCO EUROS Y SESENTA Y DOS CÉNTIMOS

### CUADRO DE PRECIOS Nº 3

#### PRECIOS DESCOMPUESTOS (en letra)

| Código                  | Cantidad | Ud. | Descripción                        | Precio | Importe |
|-------------------------|----------|-----|------------------------------------|--------|---------|
| 8.028                   | N30ID004 | Ud  | Interruptor magnetotérmico 2P/125A |        |         |
| TOTAL PARTIDA . . . . . |          |     |                                    |        | 45,45   |

Son CUARENTA Y CINCO EUROS Y CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS

---

|                         |          |    |                                    |  |       |
|-------------------------|----------|----|------------------------------------|--|-------|
| 8.029                   | N30ID005 | Ud | Interruptor magnetotérmico 4P/200A |  |       |
| TOTAL PARTIDA . . . . . |          |    |                                    |  | 70,68 |

Son SETENTA EUROS Y SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS

---

|                         |          |    |                                   |  |       |
|-------------------------|----------|----|-----------------------------------|--|-------|
| 8.030                   | N30ID006 | Ud | Interruptor magnetotérmico 4P/32A |  |       |
| TOTAL PARTIDA . . . . . |          |    |                                   |  | 11,93 |

Son ONCE EUROS Y NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS

---

|                         |          |    |                                                                                                      |  |      |
|-------------------------|----------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------|
| 8.031                   | N30PA001 | Ud | Partida al alza en material eléctrico<br>Interruptores de luz, regletas, cajas de desviación, etc... |  |      |
| TOTAL PARTIDA . . . . . |          |    |                                                                                                      |  | 2,36 |

Son DOS EUROS Y TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS

---



### CUADRO DE PRECIOS Nº 3

#### PRECIOS DESCOMPUESTOS (en letra)

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

#### CAPÍTULO C09 CONTROL DE CALIDAD DE LA OBRA

##### 9.001 D50CA105 M2 CONTROL PROYECTO INGENIERÍA

M2. Control de calidad del Proyecto de Ejecución de arquitectura (sin incluir estructura) consistente en la comprobación del cumplimiento de toda la normativa vigente de aplicación, incluida la redacción de los informes necesarios hasta la completa corrección del proyecto, así como seguimiento de las revisiones de la auditoría si hubiera existido. (precio aplicable sobre los M/2 construidos totales de todas las plantas del edificio).

|                                |       |    |                               |      |             |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|------|-------------|
| U50CA105                       | 1,000 | Ud | Control proyecto arquitectura | 1,00 | 1,00        |
| %CI                            | 0,010 | %  | Costes indirectos..(s/total)  | 3,00 | 0,03        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |      | <b>1,03</b> |

Son UN EURO Y TRES CÉNTIMOS

**CUADRO DE PRECIOS Nº 3**

**PRECIOS DESCOMPUESTOS (en letra)**

Código      Cantidad      Ud.      Descripción      Precio      Importe

**CAPÍTULO C10      MAQUINARIA**

**10.001 NC10M1      Ud TANQUE DE ALMACENAMIENTO (T-01)**

Tanque de almacenamiento para el agua, fabricado con acero inoxidable A316 Gr55. Con una capacidad para 1400 m3. Incluido en el p.p el material, racores, juntas, etc.

|                                |       |    |                              |            |                   |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|------------|-------------------|
| NC10M01                        | 1,000 | Hr | M.O instalación              | 8,75       | 8,75              |
| NC10T01                        | 1,000 | Ud | Tanque almacenamiento        | 164.942,48 | 164.942,48        |
| %CI                            | 0,175 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00       | 4.948,54          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |            | <b>169.899,77</b> |

Son CIENTO SESENTA Y NUEVE MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y NUEVE Y SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS

**10.002 NC10M2      Ud TANQUE DE ALMACENAMIENTO DEL PERMEADO (T-02)**

Tanque de almacenamiento para el agua de permeado, fabricado con acero inoxidable A316 Gr55. Con una capacidad para 1050 m3. Incluido en el p.p el material, racores, juntas, etc.

|                                |         |    |                              |           |                  |
|--------------------------------|---------|----|------------------------------|-----------|------------------|
| NC10M01                        | 1,000   | Hr | M.O instalación              | 8,75      | 8,75             |
| NC10T02                        | 1,000   | Ud | Tanque de permeado           | 63.331,54 | 63.331,54        |
| %CI                            | 633,403 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00      | 1.900,21         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |         |    |                              |           | <b>65.240,50</b> |

Son SESETA Y CINCO MIL DOSCIENTOS CUARENTA EUROS Y CONCUENTA CÉNTIMOS

**10.003 NC10M3      Ud TANQUE ÁCIDO SULFÚRICO (T-03)**

Tanque para el almacenamiento de ácido sulfúrico, con una capacidad de 20.000 litros. Hecho de polietileno de alta densidad. Incluido en el p.p el material, racores, juntas, etc.

|                                |         |    |                              |           |                  |
|--------------------------------|---------|----|------------------------------|-----------|------------------|
| NC10M01                        | 1,000   | Hr | M.O instalación              | 8,75      | 8,75             |
| NC10T03                        | 1,000   | Ud | Tanque ácido sulfúrico       | 26.615,00 | 26.615,00        |
| %CI                            | 266,238 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00      | 798,71           |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |         |    |                              |           | <b>27.422,46</b> |

Son VEINTISIETE MIL CUATROCIENTOS VEINTIDÓS EUROS Y CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS

**10.004 NC10M4      Ud TANQUE ANTIINCRUSTANTE (T-04)**

Tanque para el almacenamiento del antiincrustante, con una capacidad de 1200 litros. Hecho de polietileno de alta densidad. Incluido en el p.p el material, racores, juntas, etc.

|                                |       |    |                              |        |               |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|--------|---------------|
| NC10M01                        | 1,000 | Hr | M.O instalación              | 8,75   | 8,75          |
| NC10T04                        | 1,000 | Ud | Tanque de antiincrustante    | 665,00 | 665,00        |
| %CI                            | 6,738 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00   | 20,21         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |        | <b>693,96</b> |

Son SISCIENTOS NOVENTA Y TRES EUROS Y NOVENTA Y SIES CÉNTIMOS

**CUADRO DE PRECIOS Nº 3**

**PRECIOS DESCOMPUESTOS (en letra)**

| Código                                                                                                                                                                                     | Cantidad | Ud. | Descripción                  | Precio   | Importe         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----|------------------------------|----------|-----------------|
| <b>10.005 NC10M5 Ud TANQUE SISTEMA DE LIMPIEZA (T-05)</b>                                                                                                                                  |          |     |                              |          |                 |
| Tanque para el almacenamiento para el sistema de limpieza, con una capacidad de 10000 litros. Hecho de polietileno de alta densidad. Incluido en el p.p el material, racores, juntas, etc. |          |     |                              |          |                 |
| NC10M01                                                                                                                                                                                    | 1,000    | Hr  | M.O instalación              | 8,75     | 8,75            |
| NC10T05                                                                                                                                                                                    | 1,000    | Ud  | Tanque sistema de limpieza   | 4.320,00 | 4.320,00        |
| %CI                                                                                                                                                                                        | 43,288   | %   | Costes indirectos..(s/total) | 3,00     | 129,86          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b>                                                                                                                                                             |          |     |                              |          | <b>4.458,61</b> |

Son CUATRO MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y OCHO EUROS Y SESENTA Y UN CÉNTIMOS

|                                                                                                                                                                                    |         |    |                              |           |                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----|------------------------------|-----------|------------------|
| <b>10.006 NC10M6 Ud BOMBA ALTA PRESIÓN (B-01)</b>                                                                                                                                  |         |    |                              |           |                  |
| Bomba centrífuga horizontal según EN 733 (DIN 24255) EBARA modelo ENR 200-500, en hierro fundido. Accionada mediante motor eléctrico de 110Kw, eficiencia IE2, trifásico, 1450rpm. |         |    |                              |           |                  |
| NC10M01                                                                                                                                                                            | 1,000   | Hr | M.O instalación              | 8,75      | 8,75             |
| NC10B01                                                                                                                                                                            | 1,000   | Ud | Bomba EBARA ENR 200-500      | 25.126,00 | 25.126,00        |
| %CI                                                                                                                                                                                | 251,348 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00      | 754,04           |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b>                                                                                                                                                     |         |    |                              |           | <b>25.888,79</b> |

Son VEINTICIENTO MIL OCHOCIENTOS OCHENTA Y OCHO EUROS Y SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

|                                                                                                                                                                                    |        |    |                              |          |                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----|------------------------------|----------|-----------------|
| <b>10.007 NC10M7 Ud BOMBA PERMEADO (B-02)</b>                                                                                                                                      |        |    |                              |          |                 |
| Bomba centrífuga horizontal según EN 733 (DIN 24255) EBARA modelo ENR 150-200, en hierro fundido. Accionada mediante motor eléctrico de 7,5Kw, eficiencia IE2, trifásico, 1450rpm. |        |    |                              |          |                 |
| NC10M01                                                                                                                                                                            | 1,000  | Hr | M.O instalación              | 8,75     | 8,75            |
| NC10B02                                                                                                                                                                            | 1,000  | Ud | Bomba EBARA ENR 150-200      | 4.045,00 | 4.045,00        |
| %CI                                                                                                                                                                                | 40,538 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00     | 121,61          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b>                                                                                                                                                     |        |    |                              |          | <b>4.175,36</b> |

Son CUATRO MIL CIENTO SETENTA Y CINCO Y TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS

|                                                                                                                                                                                  |        |    |                              |          |                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----|------------------------------|----------|-----------------|
| <b>10.008 NC10M8 Ud BOMBA CONCENTRADO (B-03)</b>                                                                                                                                 |        |    |                              |          |                 |
| Bomba centrífuga horizontal según EN 733 (DIN 24255) EBARA modelo ENR 65-250, en hierro fundido. Accionada mediante motor eléctrico de 22Kw, eficiencia IE2, trifásico, 2900rpm. |        |    |                              |          |                 |
| NC10M01                                                                                                                                                                          | 1,000  | Hr | M.O instalación              | 8,75     | 8,75            |
| NC10B03                                                                                                                                                                          | 1,000  | Ud | Bomba EBARA ENR 65-250       | 4.053,00 | 4.053,00        |
| %CI                                                                                                                                                                              | 40,618 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00     | 121,85          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b>                                                                                                                                                   |        |    |                              |          | <b>4.183,60</b> |

Son CUATRO MIL CIENTO OCHENTA Y TRES EUROS Y SESENTA CÉNTIMOS

**CUADRO DE PRECIOS Nº 3**

**PRECIOS DESCOMPUESTOS (en letra)**

| Código                                                                                                      | Cantidad | Ud.       | Descripción                                      | Precio | Importe       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|--------------------------------------------------|--------|---------------|
| <b>10.009 NC10M9</b>                                                                                        |          | <b>Ud</b> | <b>BOMBA DOSIFICACIÓN ÁCIDO SULFÚRICO (B-04)</b> |        |               |
| Bombas dosificadoras de PVDF de la casa BOMBAS TORRES. Con un caudal máximo de 10 l/hora. Modelo ECO-10x10. |          |           |                                                  |        |               |
| NC10M01                                                                                                     | 1,000    | Hr        | M.O instalación                                  | 8,75   | 8,75          |
| NC10B04                                                                                                     | 1,000    | Ud        | Bomba TORRES ECO-10X10                           | 156,00 | 156,00        |
| %CI                                                                                                         | 1,648    | %         | Costes indirectos..(s/total)                     | 3,00   | 4,94          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b>                                                                              |          |           |                                                  |        | <b>169,69</b> |

Son CIENTO SESENTA Y NUEVE EUROS Y SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

|                                                                                                            |       |           |                                                  |        |               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------|--------------------------------------------------|--------|---------------|
| <b>10.010 NC10M10</b>                                                                                      |       | <b>Ud</b> | <b>BOMBA DOSIFICACIÓN ANTIINCRUSTANTE (B-05)</b> |        |               |
| Bombas dosificadoras de PVDF de la casa BOMBAS TORRES. Con un caudal máximo de 2 l/hora. Modelo ECO-02X08. |       |           |                                                  |        |               |
| NC10M01                                                                                                    | 1,000 | Hr        | M.O instalación                                  | 8,75   | 8,75          |
| NC10B05                                                                                                    | 1,000 | Ud        | Bomba TORRES ECO-02X08                           | 156,00 | 156,00        |
| %CI                                                                                                        | 1,648 | %         | Costes indirectos..(s/total)                     | 3,00   | 4,94          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b>                                                                             |       |           |                                                  |        | <b>169,69</b> |

Son CIENTO SESENTA Y NUEVE EUROS Y SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

|                                                                                                           |       |           |                                                 |        |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------|-------------------------------------------------|--------|---------------|
| <b>10.011 NC10M11</b>                                                                                     |       | <b>Ud</b> | <b>BOMBAS SISTEMA DE LIMPIEZA (B-06 Y B-07)</b> |        |               |
| Bombas dosificadoras de PVDF de la casa BOMBAS TORRES. Con un caudal máximo de 13 m3/hora. Modelo MAG-10. |       |           |                                                 |        |               |
| NC10M01                                                                                                   | 1,000 | Hr        | M.O instalación                                 | 8,75   | 8,75          |
| NC10B06                                                                                                   | 1,000 | Ud        | Bomba TORRES MAG-10                             | 432,00 | 432,00        |
| %CI                                                                                                       | 4,408 | %         | Costes indirectos..(s/total)                    | 3,00   | 13,22         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b>                                                                            |       |           |                                                 |        | <b>453,97</b> |

Son CUATROCIENTOS CINCUENTA Y TRES EUROS Y NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS

|                                                                                                                                                |           |           |                                   |           |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------------------------------|-----------|-------------------|
| <b>10.012 NC10M12</b>                                                                                                                          |           | <b>Ud</b> | <b>SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA</b> |           |                   |
| Sistema de ósmosis inversa, con unas dimensiones de 7,6 m x 4,5 m x 4 m de alto. Incluido en el p.p todos los sistemas de para su instalación. |           |           |                                   |           |                   |
| NC10M01                                                                                                                                        | 2,000     | Hr        | M.O instalación                   | 8,75      | 17,50             |
| NC10OI01                                                                                                                                       | 1,000     | Ud        | Bastidor OI                       | 87.778,30 | 87.778,30         |
| NC10MB01                                                                                                                                       | 342,000   | Ud        | Membranas CPA5-LD                 | 370,42    | 126.683,64        |
| %CI                                                                                                                                            | 2.144,794 | %         | Costes indirectos..(s/total)      | 3,00      | 6.434,38          |
| NC10CP01                                                                                                                                       | 57,000    | Ud        | Cajas de presión Codeline 80S300  | 2.397,39  | 136.651,23        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b>                                                                                                                 |           |           |                                   |           | <b>357.565,05</b> |

Son TRESCIENTOS CINCUENTA Y SIETE MIL QUINIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS Y CINCO CÉNTIMOS

### CUADRO DE PRECIOS Nº 3

#### PRECIOS DESCOMPUESTOS (en letra)

| Código                                                                 | Cantidad | Ud.       | Descripción                  | Precio   | Importe         |
|------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|------------------------------|----------|-----------------|
| <b>10.013 NC10M13</b>                                                  |          | <b>Ud</b> | <b>SISTEMA DE TUBERÍAS</b>   |          |                 |
| Fabricadas de acer A316 y de PVDF, dependiendo del líquido que portan. |          |           |                              |          |                 |
| NC10M01                                                                | 1,000    | Hr        | M.O instalación              | 8,75     | 8,75            |
| NC10TB01                                                               | 1,000    | Ud        | Tuberías                     | 3.500,45 | 3.500,45        |
| %CI                                                                    | 35,092   | %         | Costes indirectos..(s/total) | 3,00     | 105,28          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b>                                         |          |           |                              |          | <b>3.614,48</b> |

Son TRES MIL SEISCIENTOS CATORCE UEROS Y CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS

---

#### **10.014 NC10M14 Ud VÁLVULAS E INSTRUMENTOS DE CONTROL**

Comprende los gastos de adquisición e instalación de válvulas, instrumentos de medida e indicadores, y demás accesorios.

**TOTAL PARTIDA . . . . . 67.984,72**

Son SESETA Y SIETE MIL NOVECIENTOS OCHENTA Y CUATRO EUROS Y SETENTA Y DOS CÉNTIMOS

---

### CUADRO DE PRECIOS Nº 3

#### PRECIOS DESCOMPUESTOS (en letra)

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

#### CAPÍTULO C11 SEGURIDAD Y SALUD

**11.001 D41CA260 Ud CARTEL COMBINADO 100X70 CM.**

Ud. Cartel combinado de advertencia de riesgos de 1,00x0,70 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.

|                                |       |    |                                |       |              |
|--------------------------------|-------|----|--------------------------------|-------|--------------|
| U01AA011                       | 0,150 | Hr | Peón suelto                    | 14,41 | 2,16         |
| U42CA260                       | 1,000 | Ud | Cartel combinado de 100x70 cm. | 26,18 | 26,18        |
| %CI                            | 0,283 | %  | Costes indirectos..(s/total)   | 3,00  | 0,85         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                |       | <b>29,19</b> |

Son VEINTINUEVE EUROS Y DIECINUEVE CÉNTIMOS

**11.002 NC11SS01 Ud ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

(2% del presupuesto total)

**TOTAL PARTIDA . . . . . 19.226,78**

Son DIECINUEVE MIL DOSCIENTOS VEINTISEIS EUROS Y SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS

### CUADRO DE PRECIOS Nº 3

#### PRECIOS DESCOMPUESTOS (en letra)

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

#### CAPÍTULO C12 GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN

**12.001 D01YM001 Ud CAMBIO CONTENEDOR DE 5 M3.**

Ud. Cambio de contenedor de 5 m3. de capacidad, colocado en obra a pie de carga, i/servicio de entrega, alquiler, tasas por ocupación de vía pública y p.p. de costes indirectos, incluidos los medios auxiliares de señalización.

|                                |       |    |                                 |       |               |
|--------------------------------|-------|----|---------------------------------|-------|---------------|
| A03FK005                       | 0,650 | Hr | CAMIÓN GRÚA HASTA 10 Tn.        | 87,01 | 56,56         |
| U02JS003                       | 8,000 | Hr | Contenedor 5 m3                 | 7,00  | 56,00         |
| U02FW100                       | 2,500 | Ud | Tasas/m2/día ocupac.vía públic. | 0,30  | 0,75          |
| %CI                            | 1,133 | %  | Costes indirectos..(s/total)    | 3,00  | 3,40          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                 |       | <b>116,71</b> |

Son CIENTO DIECISES EUROS Y SETENTA Y UN CÉNTIMOS

### CUADRO DE PRECIOS Nº 3

#### PRECIOS DESCOMPUESTOS (en letra)

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

#### CAPÍTULO C13 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

**13.001 D34AA006 Ud EXTINT. POLVO ABC 6 Kg. EF 21A-113B**

Ud. Extintor de polvo ABC con eficacia 21A-113B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, productos gaseosos e incendios de equipos eléctricos, de 6 Kg. de agente extintor con soporte, manómetro y boquilla con difusor según norma UNE-23110, totalmente instalado según CTE/DB-SI 4. Certificado por AENOR.

|                                |       |    |                              |       |              |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|-------|--------------|
| U01AA011                       | 0,100 | Hr | Peón suelto                  | 14,41 | 1,44         |
| U35AA006                       | 1,000 | Ud | Extintor polvo ABC 6 Kg.     | 43,27 | 43,27        |
| %CI                            | 0,447 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00  | 1,34         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |       | <b>46,05</b> |

Son CUARENTA Y SEIS EUROS Y CINCO CÉNTIMOS

**13.002 D34MA010 Ud SEÑAL LUMINISCENTE EVACUACIÓN**

Ud. Señal luminiscente para indicación de la evacuación (salida, salida emergencia, direccionales, no salida....) de 297x148mm por una cara en pvc rígido de 2mm de espesor, totalmente montada según norma UNE 23033 y CTE/DB-SI 4.

|                                |       |    |                              |      |             |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|------|-------------|
| U35MC005                       | 1,000 | Ud | Pla.salida emer.297x148      | 8,20 | 8,20        |
| %CI                            | 0,082 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00 | 0,25        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |      | <b>8,45</b> |

Son OCHO EUROS Y CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS

Almazán (Soria), Enero 2016

Fdo.: Raquel Martínez Rodrigo  
Grado en Ingeniería Forestal: Industrias Forestales



**CUADRO DE PRECIOS Nº 4**

**PRECIOS DESCOMPUESTOS**

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**CAPÍTULO C01 MOVIMIENTO DE TIERRAS**

**1.001 D02AA501 M2 DESB. Y LIMP. TERRENO A MÁQUINA**

M2. Desbroce y limpieza de terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte y con p.p. de costes indirectos.

|                                |       |    |                                  |       |             |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------|-------|-------------|
| A03CA005                       | 0,010 | Hr | CARGADORA S/NEUMÁTICOS C=1,30 M3 | 54,90 | 0,55        |
| %CI                            | 0,006 | %  | Costes indirectos..(s/total)     | 3,00  | 0,02        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                  |       | <b>0,57</b> |

**1.002 D02HF100 M3 EXCAV. MECÁN. ZANJAS SANEA. T.F**

M3. Excavación mecánica de zanjas de saneamiento, en terreno de consistencia floja, i/posterior relleno y apisonado de tierra procedente de la excavación y p.p. de costes indirectos.

|                                |       |    |                                 |       |              |
|--------------------------------|-------|----|---------------------------------|-------|--------------|
| U01AA011                       | 0,300 | Hr | Peón suelto                     | 14,41 | 4,32         |
| A03CF010                       | 0,100 | Hr | RETROPALA S/NEUMÁ. ARTIC 102 CV | 60,52 | 6,05         |
| %CI                            | 0,104 | %  | Costes indirectos..(s/total)    | 3,00  | 0,31         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                 |       | <b>10,68</b> |

**1.003 D02HF105 M3 EXCAV. MECÁN. ZANJAS INSTAL. T.F.**

M3. Excavación mecánica de zanjas para alojar instalaciones, en terreno de consistencia floja, i/posterior relleno y apisonado de tierra procedente de la excavación y p.p. de costes indirectos.

|                                |       |    |                                 |       |              |
|--------------------------------|-------|----|---------------------------------|-------|--------------|
| U01AA011                       | 0,300 | Hr | Peón suelto                     | 14,41 | 4,32         |
| A03CF005                       | 0,110 | Hr | RETROEXCAVADORA S/NEUMÁT 117 CV | 62,56 | 6,88         |
| %CI                            | 0,112 | %  | Costes indirectos..(s/total)    | 3,00  | 0,34         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                 |       | <b>11,54</b> |

**1.004 D02HF001 M3 EXCAV. MECÁN. ZANJAS T. FLOJO**

M3. Excavación, con retroexcavadora, de terrenos de consistencia floja, en apertura de zanjas, con extracción de tierras a los bordes, i/p.p. de costes indirectos.

|                                |       |    |                                 |       |             |
|--------------------------------|-------|----|---------------------------------|-------|-------------|
| U01AA011                       | 0,160 | Hr | Peón suelto                     | 14,41 | 2,31        |
| A03CF005                       | 0,088 | Hr | RETROEXCAVADORA S/NEUMÁT 117 CV | 62,56 | 5,51        |
| %CI                            | 0,078 | %  | Costes indirectos..(s/total)    | 3,00  | 0,23        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                 |       | <b>8,05</b> |

**1.005 D02TF151 M3 RELLENO Y COMPAC. MECÁN. S/APORTE**

M3. Relleno, extendido y compactado de tierras propias, por medios mecánicos, en tongadas de 30 cm. de espesor, i/regado de las mismas y p.p. de costes indirectos.

|                                |       |    |                                  |       |             |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------|-------|-------------|
| U01AA011                       | 0,064 | Hr | Peón suelto                      | 14,41 | 0,92        |
| U04PY001                       | 0,400 | M3 | Agua                             | 1,44  | 0,58        |
| A03CA005                       | 0,016 | Hr | CARGADORA S/NEUMÁTICOS C=1,30 M3 | 54,90 | 0,88        |
| A03CI010                       | 0,012 | Hr | MOTONIVELADORA C/ESCARIF. 110 CV | 60,52 | 0,73        |
| A03FB010                       | 0,012 | Hr | CAMIÓN BASCULANTE 10 Tn.         | 69,16 | 0,83        |
| U02FP021                       | 0,072 | Hr | Rulo autopropulsado 10 a 12 T    | 40,00 | 2,88        |
| %CI                            | 0,068 | %  | Costes indirectos..(s/total)     | 3,00  | 0,20        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                  |       | <b>7,02</b> |

**CUADRO DE PRECIOS Nº 4**

**PRECIOS DESCOMPUESTOS**

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**CAPÍTULO C02 CIMENTACIÓN Y HORMIGONES**

**2.001 D04EF010 M3 HOR. LIMP. H-200/P/40 VERT. MANUAL**

M3. Hormigón en masa H-200/P/40 Kg/cm2, con tamaño máximo del árido de 40 mm. elaborado en obra para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales, vibrado y colocación. El espesor mínimo será de 10 cm., según CTE/DB-SE-C y EHE.

|                                |       |    |                              |        |               |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|--------|---------------|
| U01AA011                       | 0,600 | Hr | Peón suelto                  | 14,41  | 8,65          |
| A02AA510                       | 1,000 | M3 | HORMIGÓN H-200/40 elab. obra | 118,16 | 118,16        |
| %CI                            | 1,268 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00   | 3,80          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |        | <b>130,61</b> |

**2.002 D04IC003 M3 HOR. HA-25/P/40/ IIa ZAPATAS V. MAN.**

M3. Hormigón armado HA-25/P/40/ IIa N/mm2, con tamaño máximo del árido de 40mm., elaborado en central en relleno de zapatas de cimentación, i/armadura B-500 S (40 Kgs/m3), vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según CTE/DB-SE-C y EHE.

|                                |        |    |                                       |        |               |
|--------------------------------|--------|----|---------------------------------------|--------|---------------|
| D04GC102                       | 1,000  | M3 | HOR. HA-25/P/40/ IIa ZAP. V. M. CENT. | 125,05 | 125,05        |
| D04AA201                       | 40,000 | Kg | ACERO CORRUGADO B 500-S               | 1,41   | 56,40         |
| %CI                            | 1,815  | %  | Costes indirectos..(s/total)          | 3,00   | 5,45          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |        |    |                                       |        | <b>186,90</b> |

**2.003 D04PT155 M2 SOL. HA-25 #150\*150\*5 15 CM+ENC.**

M2. Solera de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/P/20/IIa N/mm2., tamaño máximo del árido 20 mm. elaborado en central, i/vertido, colocación y armado con mallazo electrosoldado #150\*150\*5 mm., incluso p.p. de juntas, aserrado de las mismas, fratasado y encachado de piedra caliza 40/80 de 15 cm. de espesor, extendido y compactado con pisón. Según EHE.

|                                |       |    |                                 |       |              |
|--------------------------------|-------|----|---------------------------------|-------|--------------|
| D04PF501                       | 1,000 | M2 | ENCACHADO PIEDRA 40/80 e=15 cm. | 7,22  | 7,22         |
| D04PM155                       | 1,000 | M2 | SOLERA HA-25 #150*150*5 15 CM.  | 23,80 | 23,80        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                 |       | <b>31,02</b> |

**2.004 D04AK015 Ud PLACA CIMENTACIÓN 40x40x1'5 cm.**

Ud. Placa de anclaje de acero A-42b en perfil plano para cimentación, de dimensiones 40x40x1'5 cm. con cuatro patillas de redondo liso de 12 mm. de diámetro, con una longitud cada una de ellas de 60 cm., soldadas, i/ taladro central, totalmente colocada.

|                                |        |    |                                  |       |              |
|--------------------------------|--------|----|----------------------------------|-------|--------------|
| U01FX001                       | 0,250  | Hr | Oficial cerrajería               | 15,90 | 3,98         |
| U01FX003                       | 0,200  | Hr | Ayudante cerrajería              | 13,80 | 2,76         |
| U01AA007                       | 0,300  | Hr | Oficial primera                  | 16,17 | 4,85         |
| U06QH010                       | 19,200 | Kg | Chapón cortado a medida de 15 mm | 0,73  | 14,02        |
| U06FA020                       | 2,150  | Kg | Varilla lisa de 12 mm.           | 0,73  | 1,57         |
| %CI                            | 0,272  | %  | Costes indirectos..(s/total)     | 3,00  | 0,82         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |        |    |                                  |       | <b>28,00</b> |

## CUADRO DE PRECIOS Nº 4

### PRECIOS DESCOMPUESTOS

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

#### CAPÍTULO C03 ESTRUCTURAS

##### 3.001 D05AA003 Kg ACERO S275 EN ELEMENT. ESTRUCT.

Kg. Acero laminado en perfiles S275, colocado en elementos estructurales aislados, tensión de rotura de 410 N/mm2, con ó sin soldadura, i/p.p. de placas de apoyo, y pintura antioxidante, dos capas, según CTE/ DB-SE-A. Los trabajos serán realizados por soldador cualificado según norma UNE-EN 287-1:1992.

|                                |       |    |                              |       |             |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|-------|-------------|
| U01FG405                       | 0,034 | Hr | Montaje estructura metal.    | 17,20 | 0,58        |
| U06JA001                       | 1,000 | Kg | Acero laminado S275J0        | 1,02  | 1,02        |
| %CI                            | 0,016 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00  | 0,05        |
| U36IA010                       | 0,010 | Lt | Minio electrolítico          | 9,70  | 0,10        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |       | <b>1,75</b> |

##### 3.002 D05AA010 Kg ACERO S275 EN CERCHAS

Kg. Acero laminado S275 en cerchas, con una tensión de rotura de 410 N/mm2, i/p.p. de despuntes y dos manos imprimación con pintura de minio de plomo, totalmente montado, según CTE/ DB-SE-A. Los trabajos serán realizados por soldador cualificado según norma UNE-EN 287-1:1992.

|                                |       |    |                              |       |             |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|-------|-------------|
| U01FG405                       | 0,042 | Hr | Montaje estructura metal.    | 17,20 | 0,72        |
| U06JA001                       | 1,000 | Kg | Acero laminado S275J0        | 1,02  | 1,02        |
| U36IA010                       | 0,010 | Lt | Minio electrolítico          | 9,70  | 0,10        |
| %CI                            | 0,018 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00  | 0,05        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |       | <b>1,89</b> |

## CUADRO DE PRECIOS Nº 4

### PRECIOS DESCOMPUESTOS

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

#### CAPÍTULO C04 CERRAMIENTOS

##### 4.001 ND05A01 M2 FACHADA PESADA DE PANEL DE HORMIGÓN

Cerramiento de fachada formado por paneles prefabricados, lisos, de hormigón armado de 22 cm de espesor, 3 m de anchura y 14 m de longitud máxima, acabado liso de color gris a una cara, montaje horizontal.

|      |          |       |    |                                                                                               |       |              |
|------|----------|-------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|
|      | N003     | 0,025 | m  | Tablón de madera de pino, de 20x7,2 cm.                                                       | 25,51 | 0,64         |
|      | N004     | 0,022 | Ud | Puntal metálico telescópico, de hasta 3 m de altura.                                          | 13,37 | 0,29         |
|      | NU01F01  | 0,283 | Hr | Oficial 1ª montador de paneles prefabricados de hormigón.                                     | 17,82 | 5,04         |
|      | NU01F02  | 0,283 | Hr | Ayudante montador de paneles prefabricados de hormigón.                                       | 16,13 | 4,56         |
|      | N001     | 1,000 | M2 | Panel prefabricado, liso, de 22cm de espesor                                                  | 61,60 | 61,60        |
|      | N002     | 1,200 | Kg | Masilla caucho-asfáltica para sellado en frío de juntas de paneles prefabricados de hormigón. |       |              |
| 1,96 | 2,35     |       |    |                                                                                               |       |              |
|      | U02OD030 | 0,177 | Hr | Autogrúa hidráulica hasta 30 Tm                                                               | 71,00 | 12,57        |
|      | %CI      | 0,871 | %  | Costes indirectos..(s/total)                                                                  | 3,00  | 2,61         |
|      |          |       |    | <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b>                                                                |       | <b>89,66</b> |

## CUADRO DE PRECIOS Nº 4

### PRECIOS DESCOMPUESTOS

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

#### CAPÍTULO C05 CUBIERTA

##### 5.001 D08NE101 M2 CUB. PANEL NERV.30 (LAC+AISL+GALV)

M2. Cubierta completa formada por panel de 30 mm. de espesor total conformado con doble chapa de acero de 0.5 mm. de espesor, perfil nervado tipo de Aceralia o similar, lacado al exterior y galvanizado el interior, con relleno intermedio de espuma de poliuretano; panel anclado a la estructura mediante ganchos o tornillos autorroscantes, i/p.p. de tapajuntas, remates, piezas especiales de cualquier tipo, medios auxiliares.

|                                |       |    |                                  |       |              |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------|-------|--------------|
| U01FO343                       | 1,000 | M2 | M.o.coloc.cub.panel ch+aisl+ch   | 5,60  | 5,60         |
| U12NI030                       | 1,010 | M2 | Panel lac/galv. 30mm Aceralia T. | 29,30 | 29,59        |
| U12CZ015                       | 2,500 | Ud | Torn.autorroscante 6,3x120       | 0,18  | 0,45         |
| U12NC520                       | 0,400 | MI | Remat.prel. 0,7mm desar=333mm    | 3,47  | 1,39         |
| U12NC540                       | 0,200 | MI | Remat.prel. 0,7mm desar=666mm    | 6,90  | 1,38         |
| %CI                            | 0,384 | %  | Costes indirectos..(s/total)     | 3,00  | 1,15         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                  |       | <b>39,56</b> |

## CUADRO DE PRECIOS Nº 4

### PRECIOS DESCOMPUESTOS

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

#### CAPÍTULO C06 CARPINTERÍA

##### 6.001 D23AE001 M2 PUERTA ABATIBLE CHAPA PEGASO

M2. Puerta abatible de una hoja, a base de bastidor de tubo rectangular y chapa de acero tipo Pegaso, con cerco y perfil angular provisto de una garra por metro lineal y herrajes de colgar y de seguridad.

|                                |       |    |                              |       |              |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|-------|--------------|
| U01FX001                       | 0,150 | Hr | Oficial cerrajería           | 15,90 | 2,39         |
| U01FX003                       | 0,150 | Hr | Ayudante cerrajería          | 13,80 | 2,07         |
| U22AA101                       | 1,000 | M2 | Puerta abatible chapa Pegaso | 74,50 | 74,50        |
| %CI                            | 0,790 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00  | 2,37         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |       | <b>81,33</b> |

**CUADRO DE PRECIOS Nº 4**

**PRECIOS DESCOMPUESTOS**

Código      Cantidad      Ud.      Descripción      Precio      Importe

**CAPÍTULO C07      SANEAMIENTO**

**7.001      D03DB108      Ud      ARQUETA POLIPROPILENO 40X40 cm.**

Ud. Arqueta de Polipropileno (PP) de dimensiones 40x40x40 cm, JIMTEN 34003, formada por cerco y tapa o rejilla de PVC para cargas de zonas peatonales, acoplables entre sí y colocada sobre solera de hormigón HM-20 N/mm2 de 10 cm de espesor incluida, según CTE/DB-HS 5.

|                                |       |    |                                 |        |              |
|--------------------------------|-------|----|---------------------------------|--------|--------------|
| U01AA007                       | 1,000 | Hr | Oficial primera                 | 16,17  | 16,17        |
| A02AA510                       | 0,016 | M3 | HORMIGÓN H-200/40 elab. obra    | 118,16 | 1,89         |
| U05DA025                       | 1,000 | Ud | Arqueta polipropileno 40x40 cm  | 31,80  | 31,80        |
| U05DA033                       | 1,000 | Ud | Cerco PVC 40x40 cm              | 5,52   | 5,52         |
| U05DA038                       | 1,000 | Ud | Tapa/rej. PVC peatonal 40x40 cm | 20,87  | 20,87        |
| %CI                            | 0,763 | %  | Costes indirectos..(s/total)    | 3,00   | 2,29         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                 |        | <b>78,54</b> |

**7.002      D03DI001      Ud      ACOMET. RED GRAL. SANE. T. F. 8 m.**

Ud. Acometida domiciliar de saneamiento a la red general, hasta una longitud de 8 m., en terreno flojo, con rotura de pavimento por medio de compresor, excavación mecánica, tubo de hormigón centrifugado D=25 cm., relleno y apisonado de zanja con tierra procedente de la excavación, i/limpieza y transporte de tierras sobrantes a pie de carga, según CTE/DB-HS 5.

|                                |       |    |                                 |       |               |
|--------------------------------|-------|----|---------------------------------|-------|---------------|
| U01AA007                       | 2,000 | Hr | Oficial primera                 | 16,17 | 32,34         |
| U01AA011                       | 7,600 | Hr | Peón suelto                     | 14,41 | 109,52        |
| D02HF100                       | 4,600 | M3 | EXCAV. MECÁN. ZANJAS SANEA. T.F | 10,68 | 49,13         |
| U02AK001                       | 2,000 | Hr | Martillo compresor 2.000 l/min  | 4,00  | 8,00          |
| U05AA004                       | 8,000 | MI | Tubo horm. centríf. 25 cm.      | 7,40  | 59,20         |
| %CI                            | 2,582 | %  | Costes indirectos..(s/total)    | 3,00  | 7,75          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                 |       | <b>265,94</b> |

**7.003      D25NP060      MI      CANALÓN PVC D=250 mm. URALITA**

MI. Canalón circular de PVC doble voluta de 250 mm. de diámetro marca Uralita, fijado con abrazaderas al tejado, incluso piezas especiales de conexión a la bajante, totalmente instalado según CTE/ DB-HS 5 evacuación de aguas.

|                                |       |    |                                          |       |              |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------------------|-------|--------------|
| U01FY105                       | 0,250 | Hr | Oficial 1ª fontanero                     | 15,50 | 3,88         |
| U01FY110                       | 0,250 | Hr | Ayudante fontanero                       | 13,70 | 3,43         |
| U25LA060                       | 1,000 | MI | Canalón circular PVC D=250 mm Uralita    | 14,70 | 14,70        |
| U25LA260                       | 1,350 | Ud | Gafa canalón circ. PVC D=250 mm. Uralita | 5,03  | 6,79         |
| %CI                            | 0,288 | %  | Costes indirectos..(s/total)             | 3,00  | 0,86         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                          |       | <b>29,66</b> |

**7.004      D25NL010      MI      BAJANTE PLUV. DE PVC 75 mm.**

MI. Tubería de PVC de 75 mm. serie F de Saenger color gris, UNE 53.114 ISO-DIS-3633 para bajantes de pluviales y ventilación, i/codos, injertos y demás accesorios, totalmente instalada según CTE/ DB-HS 5 evacuación de aguas.

|          |       |    |                               |       |      |
|----------|-------|----|-------------------------------|-------|------|
| U01FY105 | 0,100 | Hr | Oficial 1ª fontanero          | 15,50 | 1,55 |
| U01FY110 | 0,050 | Hr | Ayudante fontanero            | 13,70 | 0,69 |
| U25AD003 | 1,000 | MI | Tuberia PVC-F pluv. 75 mm.    | 1,47  | 1,47 |
| U25DA004 | 0,200 | Ud | Codo 87º m-h PVC evac. 75 mm. | 2,28  | 0,46 |
| U25DD004 | 0,200 | Ud | Manguito unión h-h PVC 75 mm. | 3,02  | 0,60 |
| U25XH005 | 0,500 | Ud | Sujección bajantes PVC 75 mm. | 1,18  | 0,59 |
| U25XP001 | 0,010 | Kg | Adhesivo para PVC Tangit      | 17,60 | 0,18 |
| %CI      | 0,055 | %  | Costes indirectos..(s/total)  | 3,00  | 0,17 |

## CUADRO DE PRECIOS Nº 4

### PRECIOS DESCOMPUESTOS

| Código                                                                                                                                                                                                | Cantidad        | Ud.       | Descripción                            | Precio | Importe       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------|----------------------------------------|--------|---------------|
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b>                                                                                                                                                                        |                 |           |                                        |        | <b>5,71</b>   |
| <br>                                                                                                                                                                                                  |                 |           |                                        |        |               |
| <b>7.005</b>                                                                                                                                                                                          | <b>D03DE110</b> | <b>Ud</b> | <b>SUMIDERO FUNDI. SUELO 20X20 cm.</b> |        |               |
| Ud. Sumidero sifónico de fundición de 25X25 cms. para instalación en suelos de patios, totalmente instalado i/ p.p. de material de agarre y medios auxiliares necesarios, según CTE/DB-HS 5.          |                 |           |                                        |        |               |
| U01AA007                                                                                                                                                                                              | 0,300           | Hr        | Oficial primera                        | 16,17  | 4,85          |
| U01AA010                                                                                                                                                                                              | 0,150           | Hr        | Peón especializado                     | 14,56  | 2,18          |
| U05DE018                                                                                                                                                                                              | 1,000           | Ud        | Sumidero suelo 20x20 cm                | 41,97  | 41,97         |
| U05AG050                                                                                                                                                                                              | 4,000           | Kg        | Masilla asfáltica                      | 2,64   | 10,56         |
| %CI                                                                                                                                                                                                   | 0,596           | %         | Costes indirectos..(s/total)           | 3,00   | 1,79          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b>                                                                                                                                                                        |                 |           |                                        |        | <b>61,35</b>  |
| <br>                                                                                                                                                                                                  |                 |           |                                        |        |               |
| <b>7.006</b>                                                                                                                                                                                          | <b>D03AK001</b> | <b>MI</b> | <b>COL. VISITAB. HORM. 90X160 cm.</b>  |        |               |
| Ml. Colector visitable de 90x160cm.(anchoxalto) de hormigón armado HM-25 N/mm2 realizado "in situ", con una cuantía de acero de 10 Kg/Ml., totalmente acabado, sin incluir la excavación y la solera. |                 |           |                                        |        |               |
| U01AA007                                                                                                                                                                                              | 2,800           | Hr        | Oficial primera                        | 16,17  | 45,28         |
| U01AA010                                                                                                                                                                                              | 2,800           | Hr        | Peón especializado                     | 14,56  | 40,77         |
| A02FA610                                                                                                                                                                                              | 1,100           | M3        | HORM. HM-25/P/40/ I CENTRAL            | 97,18  | 106,90        |
| U07GA005                                                                                                                                                                                              | 9,400           | M2        | Tablero encofrar 25 mm. 4 p.           | 3,22   | 30,27         |
| U07AI001                                                                                                                                                                                              | 0,025           | M3        | Madera pino encofrar 26 mm.            | 136,00 | 3,40          |
| U06AA001                                                                                                                                                                                              | 0,500           | Kg        | Alambre atar 1,3 mm.                   | 1,13   | 0,57          |
| U06DA005                                                                                                                                                                                              | 0,180           | Kg        | Puntas plana 17x70                     | 1,47   | 0,26          |
| U06GD010                                                                                                                                                                                              | 10,000          | Kg        | Acero corrugado elaborado y colocado   | 1,01   | 10,10         |
| %CI                                                                                                                                                                                                   | 2,376           | %         | Costes indirectos..(s/total)           | 3,00   | 7,13          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b>                                                                                                                                                                        |                 |           |                                        |        | <b>244,68</b> |



**CUADRO DE PRECIOS Nº 4**

**PRECIOS DESCOMPUESTOS**

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**CAPÍTULO C08 INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

**8.001 D27CG001 Ud CAJA GRAL. PROTECCIÓN 100A(TRIF.)**

Ud. Caja general de protección 100A incluido bases cortacircuitos y fusibles calibrados de 100A para protección de la línea general de alimentación situada en fachada o nicho mural. ITC-BT-13 cumplirán con las UNE-EN 60.439-1, UNE-EN 60.439-3, y grado de protección de IP43 e IK08.

|                                |       |    |                              |       |               |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|-------|---------------|
| U01FY630                       | 1,000 | Hr | Oficial primera electricista | 16,50 | 16,50         |
| U01FY635                       | 1,000 | Hr | Ayudante electricista        | 13,90 | 13,90         |
| U30CG001                       | 1,000 | Ud | Caja protecci.100A(III+N)+F  | 77,34 | 77,34         |
| %CI                            | 1,077 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00  | 3,23          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |       | <b>110,97</b> |

**8.002 D27QA015 Ud EMERGENCIA LEGRAND C3 315 LÚM.**

Ud. Punto de luz de emergencia realizado en canalización PVC corrugado M 20/gp5 y conductores rígidos de cobre aislados para una tensión nominal de 750V. de 1'5mm2. incluido aparato de emergencia fluorescente de superficie de 315 lm. modelo LEGRAND C3, con base antichoque y difusor de metacrilato, señalización permanente (aparato en tensión), con autonomía superior a 1 hora con baterías herméticas recargables, alimentación a 220v., y lámpara fluorescente FL.8W, base de enchufe, etiqueta de señalización, replanteo, montaje, pequeño material y conexionado.

|                                |        |    |                               |       |              |
|--------------------------------|--------|----|-------------------------------|-------|--------------|
| U01FY630                       | 0,300  | Hr | Oficial primera electricista  | 16,50 | 4,95         |
| U30JW120                       | 8,000  | MI | Tubo PVC corrugado M 20/gp5   | 0,56  | 4,48         |
| U30JW001                       | 18,000 | MI | Conductor rígido 750V;1,5(Cu) | 0,30  | 5,40         |
| U30QA115                       | 1,000  | Ud | Bloque emerg.s/315 LEGRAND-C3 | 72,32 | 72,32        |
| %CI                            | 0,872  | %  | Costes indirectos..(s/total)  | 3,00  | 2,62         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |        |    |                               |       | <b>89,77</b> |

**8.003 NL001 Ud CAMPANA LUMINARIA LED 292W**

Campana luminaria LED 292W, de la casa PHILLIPS ( GentleSpace BY470P). Totalmente instalada

**TOTAL PARTIDA . . . . . 481,23**

**8.004 D27HE001 MI DERIVACIÓN INDIVIDUAL 3x16 mm2. Cu**

MI. Derivación individual ES07Z1-K 3x16 mm2., (delimitada entre la centralización de contadores y el cuadro de distribución), bajo tubo de PVC rígido D=32 y conductores de cobre de 16 mm2. aislados, para una tensión nominal de 750 V en sistema monofásico más protección, así como conductor "rojo" de 1,5 mm2 (tarifa nocturna), tendido mediante sus correspondientes accesorios a lo largo de la canaladura del tiro de escalera o zonas comunes. ITC-BT 15 y cumplira con la UNE 21.123 parte 4 ó 5.

|                                |       |    |                              |       |              |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|-------|--------------|
| U01FY630                       | 0,150 | Hr | Oficial primera electricista | 16,50 | 2,48         |
| U01FY635                       | 0,150 | Hr | Ayudante electricista        | 13,90 | 2,09         |
| U30JW071                       | 3,000 | MI | Conductor ES07Z1-K 16(Cu)    | 4,16  | 12,48        |
| U30JW130                       | 1,000 | MI | Tubo PVC rígido D=50         | 5,55  | 5,55         |
| U30ER115                       | 1,000 | MI | Conductor ES07Z1-K 1,5(Cu)   | 1,20  | 1,20         |
| %CI                            | 0,238 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00  | 0,71         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |       | <b>24,51</b> |

**8.005 D27GA001 Ud TOMA DE TIERRA (PICA)**

Ud. Toma tierra con pica cobrizada de D=14,3 mm. y 2 m. de longitud, cable de cobre desnudo de 1x35 mm2. conexionado mediante soldadura aluminotérmica. ITC-BT 18

|          |       |    |                              |       |      |
|----------|-------|----|------------------------------|-------|------|
| U01FY630 | 0,500 | Hr | Oficial primera electricista | 16,50 | 8,25 |
|----------|-------|----|------------------------------|-------|------|

## CUADRO DE PRECIOS Nº 4

### PRECIOS DESCOMPUESTOS

| Código                         | Cantidad        | Ud.       | Descripción                                                                                 | Precio | Importe       |
|--------------------------------|-----------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------|
| U01FY635                       | 0,500           | Hr        | Ayudante electricista                                                                       | 13,90  | 6,95          |
| U30GA010                       | 1,000           | Ud        | Pica de tierra 2000/14,3 i/bri                                                              | 13,60  | 13,60         |
| U30GA001                       | 15,000          | MI        | Conductor cobre desnudo 35mm2                                                               | 4,02   | 60,30         |
| %CI                            | 0,891           | %         | Costes indirectos..(s/total)                                                                | 3,00   | 2,67          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |                 |           |                                                                                             |        | <b>91,77</b>  |
| <b>8.006</b>                   | <b>U30JA008</b> | <b>MI</b> | <b>Conductor 0,6/1Kv 2x1,5 (Cu)</b>                                                         |        |               |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |                 |           |                                                                                             |        | <b>0,74</b>   |
| <b>8.007</b>                   | <b>U30EF001</b> | <b>MI</b> | <b>Conductor 0,6/1Kv. 4x6 (Cu)</b>                                                          |        |               |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |                 |           |                                                                                             |        | <b>5,69</b>   |
| <b>8.008</b>                   | <b>U30JA034</b> | <b>MI</b> | <b>Conductor 0,6/1Kv 4x1,5 (Cu)</b>                                                         |        |               |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |                 |           |                                                                                             |        | <b>1,12</b>   |
| <b>8.009</b>                   | <b>U30IA015</b> | <b>Ud</b> | <b>Diferencial 40A/2p/30mA</b>                                                              |        |               |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |                 |           |                                                                                             |        | <b>45,16</b>  |
| <b>8.010</b>                   | <b>U30IA020</b> | <b>Ud</b> | <b>Diferencial 40A/4p/30mA</b>                                                              |        |               |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |                 |           |                                                                                             |        | <b>220,95</b> |
| <b>8.011</b>                   | <b>U30IA025</b> | <b>Ud</b> | <b>Diferencial 63A/4p/30mA</b>                                                              |        |               |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |                 |           |                                                                                             |        | <b>479,46</b> |
| <b>8.012</b>                   | <b>U30IM001</b> | <b>Ud</b> | <b>Cuadro metal.ó dobl.aisl.estan.</b>                                                      |        |               |
|                                |                 |           | Cuadro eléctrico metálico con unas dimensiones de 760 x 380 x 300 mm. Totalmente instalado. |        |               |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |                 |           |                                                                                             |        | <b>124,30</b> |
| <b>8.013</b>                   | <b>U30AC010</b> | <b>Ud</b> | <b>Tramita.-contrata.electri/Kw</b>                                                         |        |               |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |                 |           |                                                                                             |        | <b>51,00</b>  |
| <b>8.014</b>                   | <b>U30JW138</b> | <b>MI</b> | <b>Tubo PVC corrug. Dext=75</b>                                                             |        |               |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |                 |           |                                                                                             |        | <b>3,94</b>   |
| <b>8.015</b>                   | <b>U30JW119</b> | <b>MI</b> | <b>Tubo PVC corrugado M 16/gp5</b>                                                          |        |               |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |                 |           |                                                                                             |        | <b>0,51</b>   |

## CUADRO DE PRECIOS Nº 4

### PRECIOS DESCOMPUESTOS

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción                       | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-----------------------------------|--------|---------|
| 8.016  | U30JW122 | MI  | Tubo PVC corrug. M 32/gp5         |        |         |
|        |          |     | TOTAL PARTIDA . . . . .           |        | 1,14    |
| 8.017  | U30JW123 | MI  | Tubo PVC corrug. M 50/gp5         |        |         |
|        |          |     | TOTAL PARTIDA . . . . .           |        | 1,51    |
| 8.018  | U30JW976 | MI  | Tubo PVC corrug. M 12/gp5         |        |         |
|        |          |     | TOTAL PARTIDA . . . . .           |        | 0,45    |
| 8.019  | N30IA001 | Ud  | Bloque Vigi 300mA/2P              |        |         |
|        |          |     | TOTAL PARTIDA . . . . .           |        | 103,88  |
| 8.020  | N30IA002 | Ud  | Bloque Vigi 300mA/4P              |        |         |
|        |          |     | TOTAL PARTIDA . . . . .           |        | 173,60  |
| 8.021  | N30JA001 | MI  | Conductor 0,6/1Kv. 2x95 (Cu)      |        |         |
|        |          |     | TOTAL PARTIDA . . . . .           |        | 20,03   |
| 8.022  | N30JA002 | MI  | Conductor 0,6/1Kv. 4x70 (Cu)      |        |         |
|        |          |     | TOTAL PARTIDA . . . . .           |        | 15,79   |
| 8.023  | N30JA003 | MI  | Conductor 0,6/1Kv. 3,5x185 (Cu)   |        |         |
|        |          |     | TOTAL PARTIDA . . . . .           |        | 26,76   |
| 8.024  | N30IA003 | Ud  | IGA - 630A                        |        |         |
|        |          |     | TOTAL PARTIDA . . . . .           |        | 544,25  |
| 8.025  | N30ID001 | Ud  | Interruptor magnetotérmico 2P/10A |        |         |
|        |          |     | TOTAL PARTIDA . . . . .           |        | 5,62    |
| 8.026  | N30ID002 | Ud  | Interruptor magnetotérmico 4P/10A |        |         |
|        |          |     | TOTAL PARTIDA . . . . .           |        | 11,93   |

## CUADRO DE PRECIOS Nº 4

### PRECIOS DESCOMPUESTOS

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción                                                 | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------------------------------------------------------|--------|---------|
| 8.027  | N30ID003 | Ud  | Interruptor magnetotérmico 2P/6A                            |        |         |
|        |          |     | TOTAL PARTIDA . . . . .                                     |        | 5,62    |
| 8.028  | N30ID004 | Ud  | Interruptor magnetotérmico 2P/125A                          |        |         |
|        |          |     | TOTAL PARTIDA . . . . .                                     |        | 45,45   |
| 8.029  | N30ID005 | Ud  | Interruptor magnetotérmico 4P/200A                          |        |         |
|        |          |     | TOTAL PARTIDA . . . . .                                     |        | 70,68   |
| 8.030  | N30ID006 | Ud  | Interruptor magnetotérmico 4P/32A                           |        |         |
|        |          |     | TOTAL PARTIDA . . . . .                                     |        | 11,93   |
| 8.031  | N30PA001 | Ud  | Partida al alza en material eléctrico                       |        |         |
|        |          |     | Interruptores de luz, regletas, cajas de desviación, etc... |        |         |
|        |          |     | TOTAL PARTIDA . . . . .                                     |        | 2,36    |

**CUADRO DE PRECIOS Nº 4**

**PRECIOS DESCOMPUESTOS**

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**CAPÍTULO C09 CONTROL DE CALIDAD DE LA OBRA**

**9.001 D50CA105 M2 CONTROL PROYECTO INGENIERÍA**

M2. Control de calidad del Proyecto de Ejecución de arquitectura (sin incluir estructura) consistente en la comprobación del cumplimiento de toda la normativa vigente de aplicación, incluida la redacción de los informes necesarios hasta la completa corrección del proyecto, así como seguimiento de las revisiones de la auditoría si hubiera existido. (precio aplicable sobre los M/2 construidos totales de todas las plantas del edificio).

|                                |       |    |                               |      |             |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|------|-------------|
| U50CA105                       | 1,000 | Ud | Control proyecto arquitectura | 1,00 | 1,00        |
| %CI                            | 0,010 | %  | Costes indirectos..(s/total)  | 3,00 | 0,03        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |      | <b>1,03</b> |

**CUADRO DE PRECIOS Nº 4**

**PRECIOS DESCOMPUESTOS**

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**CAPÍTULO C10 MAQUINARIA**

**10.001 NC10M1 Ud TANQUE DE ALMACENAMIENTO (T-01)**

Tanque de almacenamiento para el agua, fabricado con acero inoxidable A316 Gr55. Con una capacidad para 1400 m3. Incluido en el p.p el material, racores, juntas, etc.

|                                |           |    |                              |            |                   |
|--------------------------------|-----------|----|------------------------------|------------|-------------------|
| NC10M01                        | 1,000     | Hr | M.O instalación              | 8,75       | 8,75              |
| NC10T01                        | 1,000     | Ud | Tanque de almacenamiento     | 164.942,48 | 164.942,48        |
| %CI                            | 1.649,512 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00       | 4.948,54          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |           |    |                              |            | <b>169.899,77</b> |

**10.002 NC10M2 Ud TANQUE DE ALMACENAMIENTO DEL PERMEADO (T-02)**

Tanque de almacenamiento para el agua de permeado, fabricado con acero inoxidable A316 Gr55. Con una capacidad para 1050 m3. Incluido en el p.p el material, racores, juntas, etc.

|                                |         |    |                              |           |                  |
|--------------------------------|---------|----|------------------------------|-----------|------------------|
| NC10M01                        | 1,000   | Hr | M.O instalación              | 8,75      | 8,75             |
| NC10T02                        | 1,000   | Ud | Tanque de permeado           | 63.331,54 | 63.331,54        |
| %CI                            | 633,403 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00      | 1.900,21         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |         |    |                              |           | <b>65.240,50</b> |

**10.003 NC10M3 Ud TANQUE ÁCIDO SULFÚRICO (T-03)**

Tanque para el almacenamiento de ácido sulfúrico, con una capacidad de 20.000 litros. Hecho de polietileno de alta densidad. Incluido en el p.p el material, racores, juntas, etc.

|                                |         |    |                              |           |                  |
|--------------------------------|---------|----|------------------------------|-----------|------------------|
| NC10M01                        | 1,000   | Hr | M.O instalación              | 8,75      | 8,75             |
| NC10T03                        | 1,000   | Ud | Tanque ácido sulfúrico       | 26.615,00 | 26.615,00        |
| %CI                            | 266,238 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00      | 798,71           |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |         |    |                              |           | <b>27.422,46</b> |

**10.004 NC10M4 Ud TANQUE ANTIINCRUSTANTE (T-04)**

Tanque para el almacenamiento del antiincrustante, con una capacidad de 1200 litros. Hecho de polietileno de alta densidad. Incluido en el p.p el material, racores, juntas, etc.

|                                |       |    |                              |        |               |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|--------|---------------|
| NC10M01                        | 1,000 | Hr | M.O instalación              | 8,75   | 8,75          |
| NC10T04                        | 1,000 | Ud | Tanque de antiincrustante    | 665,00 | 665,00        |
| %CI                            | 6,738 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00   | 20,21         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |        | <b>693,96</b> |

**10.005 NC10M5 Ud TANQUE SISTEMA DE LIMPIEZA (T-05)**

Tanque para el almacenamiento para el sistema de limpieza, con una capacidad de 10000 litros. Hecho de polietileno de alta densidad. Incluido en el p.p el material, racores, juntas, etc.

|                                |        |    |                              |          |                 |
|--------------------------------|--------|----|------------------------------|----------|-----------------|
| NC10M01                        | 1,000  | Hr | M.O instalación              | 8,75     | 8,75            |
| NC10T05                        | 1,000  | Ud | Tanque sistema de limpieza   | 4.320,00 | 4.320,00        |
| %CI                            | 43,288 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00     | 129,86          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |        |    |                              |          | <b>4.458,61</b> |

## CUADRO DE PRECIOS Nº 4

### PRECIOS DESCOMPUESTOS

| Código                                                                                                                                                                             | Cantidad | Ud. | Descripción                  | Precio    | Importe          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----|------------------------------|-----------|------------------|
| <b>10.006 NC10M6 Ud BOMBA ALTA PRESIÓN (B-01)</b>                                                                                                                                  |          |     |                              |           |                  |
| Bomba centrífuga horizontal según EN 733 (DIN 24255) EBARA modelo ENR 200-500, en hierro fundido. Accionada mediante motor eléctrico de 110Kw, eficiencia IE2, trifásico, 1450rpm. |          |     |                              |           |                  |
| NC10M01                                                                                                                                                                            | 1,000    | Hr  | M.O instalación              | 8,75      | 8,75             |
| NC10B01                                                                                                                                                                            | 1,000    | Ud  | Bomba EBARA ENR 200-500      | 25.126,00 | 25.126,00        |
| %CI                                                                                                                                                                                | 251,348  | %   | Costes indirectos..(s/total) | 3,00      | 754,04           |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b>                                                                                                                                                     |          |     |                              |           | <b>25.888,79</b> |
| <b>10.007 NC10M7 Ud BOMBA PERMEADO (B-02)</b>                                                                                                                                      |          |     |                              |           |                  |
| Bomba centrífuga horizontal según EN 733 (DIN 24255) EBARA modelo ENR 150-200, en hierro fundido. Accionada mediante motor eléctrico de 7,5Kw, eficiencia IE2, trifásico, 1450rpm. |          |     |                              |           |                  |
| NC10M01                                                                                                                                                                            | 1,000    | Hr  | M.O instalación              | 8,75      | 8,75             |
| NC10B02                                                                                                                                                                            | 1,000    | Ud  | Bomba EBARA ENR 150-200      | 4.045,00  | 4.045,00         |
| %CI                                                                                                                                                                                | 40,538   | %   | Costes indirectos..(s/total) | 3,00      | 121,61           |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b>                                                                                                                                                     |          |     |                              |           | <b>4.175,36</b>  |
| <b>10.008 NC10M8 Ud BOMBA CONCENTRADO (B-03)</b>                                                                                                                                   |          |     |                              |           |                  |
| Bomba centrífuga horizontal según EN 733 (DIN 24255) EBARA modelo ENR 65-250, en hierro fundido. Accionada mediante motor eléctrico de 22Kw, eficiencia IE2, trifásico, 2900rpm.   |          |     |                              |           |                  |
| NC10M01                                                                                                                                                                            | 1,000    | Hr  | M.O instalación              | 8,75      | 8,75             |
| NC10B03                                                                                                                                                                            | 1,000    | Ud  | Bomba EBARA ENR 65-250       | 4.053,00  | 4.053,00         |
| %CI                                                                                                                                                                                | 40,618   | %   | Costes indirectos..(s/total) | 3,00      | 121,85           |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b>                                                                                                                                                     |          |     |                              |           | <b>4.183,60</b>  |
| <b>10.009 NC10M9 Ud BOMBA DOSIFICACIÓN ÁCIDO SULFÚRICO (B-04)</b>                                                                                                                  |          |     |                              |           |                  |
| Bombas dosificadoras de PVDF de la casa BOMBAS TORRES. Con un caudal máximo de 10 l/hora. Modelo ECO-10x10.                                                                        |          |     |                              |           |                  |
| NC10M01                                                                                                                                                                            | 1,000    | Hr  | M.O instalación              | 8,75      | 8,75             |
| NC10B04                                                                                                                                                                            | 1,000    | Ud  | Bomba TORRES ECO-10X10       | 156,00    | 156,00           |
| %CI                                                                                                                                                                                | 1,648    | %   | Costes indirectos..(s/total) | 3,00      | 4,94             |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b>                                                                                                                                                     |          |     |                              |           | <b>169,69</b>    |
| <b>10.010 NC10M10 Ud BOMBA DOSIFICACIÓN ANTIINCRUSTANTE (B-05)</b>                                                                                                                 |          |     |                              |           |                  |
| Bombas dosificadoras de PVDF de la casa BOMBAS TORRES. Con un caudal máximo de 2 l/hora. Modelo ECO-02X08.                                                                         |          |     |                              |           |                  |
| NC10M01                                                                                                                                                                            | 1,000    | Hr  | M.O instalación              | 8,75      | 8,75             |
| NC10B05                                                                                                                                                                            | 1,000    | Ud  | Bomba TORRES ECO-02X08       | 156,00    | 156,00           |
| %CI                                                                                                                                                                                | 1,648    | %   | Costes indirectos..(s/total) | 3,00      | 4,94             |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b>                                                                                                                                                     |          |     |                              |           | <b>169,69</b>    |
| <b>10.011 NC10M11 Ud BOMBAS SISTEMA DE LIMPIEZA (B-06 Y B-07)</b>                                                                                                                  |          |     |                              |           |                  |
| Bombas dosificadoras de PVDF de la casa BOMBAS TORRES. Con un caudal máximo de 13 m3/hora. Modelo MAG-10.                                                                          |          |     |                              |           |                  |
| NC10M01                                                                                                                                                                            | 1,000    | Hr  | M.O instalación              | 8,75      | 8,75             |
| NC10B06                                                                                                                                                                            | 1,000    | Ud  | Bomba TORRES MAG-10          | 432,00    | 432,00           |
| %CI                                                                                                                                                                                | 4,408    | %   | Costes indirectos..(s/total) | 3,00      | 13,22            |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b>                                                                                                                                                     |          |     |                              |           | <b>453,97</b>    |

## CUADRO DE PRECIOS Nº 4

### PRECIOS DESCOMPUESTOS

| Código                                                                                                                                         | Cantidad  | Ud.       | Descripción                               | Precio    | Importe           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-------------------------------------------|-----------|-------------------|
| <b>10.012 NC10M12</b>                                                                                                                          |           | <b>Ud</b> | <b>SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA</b>         |           |                   |
| Sistema de ósmosis inversa, con unas dimensiones de 7,6 m x 4,5 m x 4 m de alto. Incluido en el p.p todos los sistemas de para su instalación. |           |           |                                           |           |                   |
| NC10M01                                                                                                                                        | 2,000     | Hr        | M.O instalación                           | 8,75      | 17,50             |
| NC10OI01                                                                                                                                       | 1,000     | Ud        | Bastidor OI                               | 87.778,30 | 87.778,30         |
| NC10MB01                                                                                                                                       | 342,000   | Ud        | Membranas CPA5-LD                         | 370,42    | 126.683,64        |
| %CI                                                                                                                                            | 2.144,794 | %         | Costes indirectos..(s/total)              | 3,00      | 6.434,38          |
| NC10CP01                                                                                                                                       | 57,000    | Ud        | Cajas de presion Codeline 80S300          | 2.397,39  | 136.651,23        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b>                                                                                                                 |           |           |                                           |           | <b>357.565,05</b> |
| <b>10.013 NC10M13</b>                                                                                                                          |           | <b>Ud</b> | <b>SISTEMA DE TUBERÍAS</b>                |           |                   |
| Fabricadas de acer A316 y de PVDF, dependiendo del líquido que portan.                                                                         |           |           |                                           |           |                   |
| NC10M01                                                                                                                                        | 1,000     | Hr        | M.O instalación                           | 8,75      | 8,75              |
| NC10TB01                                                                                                                                       | 1,000     | Ud        | Tuberías                                  | 3.500,45  | 3.500,45          |
| %CI                                                                                                                                            | 35,092    | %         | Costes indirectos..(s/total)              | 3,00      | 105,28            |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b>                                                                                                                 |           |           |                                           |           | <b>3.614,48</b>   |
| <b>10.014 NC10M14</b>                                                                                                                          |           | <b>Ud</b> | <b>VÁLVULAS E INSTRUMENTOS DE CONTROL</b> |           |                   |
| Comprende los gastos de adquisición e instalación de válvulas, instrumentos de medida e indicadores, y demás accesorios.                       |           |           |                                           |           |                   |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b>                                                                                                                 |           |           |                                           |           | <b>67.984,72</b>  |



## CUADRO DE PRECIOS Nº 4

### PRECIOS DESCOMPUESTOS

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

#### CAPÍTULO C11 SEGURIDAD Y SALUD

**11.001 D41CA260 Ud CARTEL COMBINADO 100X70 CM.**

Ud. Cartel combinado de advertencia de riesgos de 1,00x0,70 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.

|                                |       |    |                                |       |              |
|--------------------------------|-------|----|--------------------------------|-------|--------------|
| U01AA011                       | 0,150 | Hr | Peón suelto                    | 14,41 | 2,16         |
| U42CA260                       | 1,000 | Ud | Cartel combinado de 100x70 cm. | 26,18 | 26,18        |
| %CI                            | 0,283 | %  | Costes indirectos..(s/total)   | 3,00  | 0,85         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                |       | <b>29,19</b> |

**11.002 NC11SS01 Ud ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

(2% del presupuesto total)

**TOTAL PARTIDA . . . . . 19.226,78**

## CUADRO DE PRECIOS Nº 4

### PRECIOS DESCOMPUESTOS

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## CAPÍTULO C12 GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN

### 12.001 D01YM001 Ud CAMBIO CONTENEDOR DE 5 M3.

Ud. Cambio de contenedor de 5 m3. de capacidad, colocado en obra a pie de carga, i/servicio de entrega, alquiler, tasas por ocupación de vía pública y p.p. de costes indirectos, incluidos los medios auxiliares de señalización.

|                                |       |    |                                 |       |               |
|--------------------------------|-------|----|---------------------------------|-------|---------------|
| A03FK005                       | 0,650 | Hr | CAMIÓN GRÚA HASTA 10 Tn.        | 87,01 | 56,56         |
| U02JS003                       | 8,000 | Hr | Contenedor 5 m3                 | 7,00  | 56,00         |
| U02FW100                       | 2,500 | Ud | Tasas/m2/día ocupac.vía públic. | 0,30  | 0,75          |
| %CI                            | 1,133 | %  | Costes indirectos..(s/total)    | 3,00  | 3,40          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                 |       | <b>116,71</b> |

## CUADRO DE PRECIOS Nº 4

### PRECIOS DESCOMPUESTOS

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

#### CAPÍTULO C13 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

##### 13.001 D34AA006 Ud EXTINT. POLVO ABC 6 Kg. EF 21A-113B

Ud. Extintor de polvo ABC con eficacia 21A-113B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, productos gaseosos e incendios de equipos eléctricos, de 6 Kg. de agente extintor con soporte, manómetro y boquilla con difusor según norma UNE-23110, totalmente instalado según CTE/DB-SI 4. Certificado por AENOR.

|                                |       |    |                              |       |              |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|-------|--------------|
| U01AA011                       | 0,100 | Hr | Peón suelto                  | 14,41 | 1,44         |
| U35AA006                       | 1,000 | Ud | Extintor polvo ABC 6 Kg.     | 43,27 | 43,27        |
| %CI                            | 0,447 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00  | 1,34         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |       | <b>46,05</b> |

##### 13.002 D34MA010 Ud SEÑAL LUMINISCENTE EVACUACIÓN

Ud. Señal luminiscente para indicación de la evacuación (salida, salida emergencia, direccionales, no salida....) de 297x148mm por una cara en pvc rígido de 2mm de espesor, totalmente montada según norma UNE 23033 y CTE/DB-SI 4.

|                                |       |    |                              |      |             |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|------|-------------|
| U35MC005                       | 1,000 | Ud | Pla.salida emer.297x148      | 8,20 | 8,20        |
| %CI                            | 0,082 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00 | 0,25        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |      | <b>8,45</b> |

Almazán (Soria), Enero 2016

Fdo.: Raquel Martínez Rodrigo  
Grado en Ingeniería Forestal: Industrias Forestales

## RESUMEN DEL PRESUPUESTO GENERAL

| Código                                         | Capítulo                            | Total €             |
|------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|
| C01                                            | MOVIMIENTO DE TIERRAS               | 9.893,00            |
| C02                                            | CIMENTACIÓN Y HORMIGONES            | 52.137,78           |
| C03                                            | ESTRUCTURAS                         | 34.355,07           |
| C04                                            | CERRAMIENTOS                        | 45.995,58           |
| C05                                            | CUBIERTA                            | 19.582,20           |
| C06                                            | CARPINTERÍA                         | 2.683,89            |
| C07                                            | SANEAMIENTO                         | 4.841,78            |
| C08                                            | INSTALACIÓN ELÉCTRICA               | 15.548,47           |
| C09                                            | CONTROL DE CALIDAD DE LA OBRA       | 1.295,74            |
| C10                                            | MAQUINARIA                          | 767.869,69          |
| C11                                            | SEGURIDAD Y SALUD                   | 19.255,97           |
| C12                                            | GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN | 116,71              |
| C13                                            | PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS         | 117,45              |
| <b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL. ....</b> |                                     | <b>973.693,33</b>   |
| 15 % Gastos Generales. ....                    |                                     | 146.054,00          |
| 6 % Beneficio Industrial. ....                 |                                     | 58.421,60           |
| <b>PRESUPUESTO DE CONTRATA. ....</b>           |                                     | <b>1.178.168,93</b> |
| =====                                          |                                     |                     |

Asciende el presente presupuesto a la expresada cantidad de: UN MILLÓN CIENTO SETENTA Y OCHO MIL CIENTO SESENTA Y OCHO EUROS Y NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS.

Almazán (Soria), Enero 2016

Fdo.: Raquel Martínez Rodrigo  
Grado en Ingeniería Forestal: Industrias Forestales

## RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO

| Código                                         | Capítulo                            | Total €             |
|------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|
| C01                                            | MOVIMIENTO DE TIERRAS               | 9.893,00            |
| C02                                            | CIMENTACIÓN Y HORMIGONES            | 52.137,78           |
| C03                                            | ESTRUCTURAS                         | 34.355,07           |
| C04                                            | CERRAMIENTOS                        | 45.995,58           |
| C05                                            | CUBIERTA                            | 19.582,20           |
| C06                                            | CARPINTERÍA                         | 2.683,89            |
| C07                                            | SANEAMIENTO                         | 4.841,78            |
| C08                                            | INSTALACIÓN ELÉCTRICA               | 15.548,47           |
| C09                                            | CONTROL DE CALIDAD DE LA OBRA       | 1.295,74            |
| C10                                            | MAQUINARIA                          | 767.869,69          |
| C11                                            | SEGURIDAD Y SALUD                   | 19.255,97           |
| C12                                            | GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN | 116,71              |
| C13                                            | PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS         | 117,45              |
| <b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL. ....</b> |                                     | <b>973.693,33</b>   |
| 15 % Gastos Generales. ....                    |                                     | 146.054,00          |
| 6 % Beneficio Industrial. ....                 |                                     | 58.421,60           |
| Suma. ....                                     |                                     | 1.178.168,93        |
| 21 % I.V.A. de Contrata. ....                  |                                     | 247.415,48          |
| <b>PRESUPUESTO DE CONTRATA. ....</b>           |                                     | <b>1.425.584,41</b> |
| =====                                          |                                     |                     |

Asciende el presente presupuesto a la expresada cantidad de: UN MILLÓN CUATROCIENTOS VEINTICINCO MIL QUINIENTOS OCHENTA Y CUATRO EUROS Y CUARENTA Y UN CÉNTIMOS.

Almazán (Soria), Enero 2016

Fdo.: Raquel Martínez Rodrigo  
Grado en Ingeniería Forestal: Industrias Forestales