



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS
GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL**

Proyecto de plantación de 46,39 ha de almendros en regadío en el término municipal Villalar de los Comuneros (Valladolid).

Alumno: Alfonso Gómez Nieto

Tutor: Juan José Mazón Nieto De Cossío

Julio de 2020

DOCUMENTO 1: MEMORIA

Alumno: Alfonso Gómez Nieto
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: : Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Índice Memoria

1. Objeto del proyecto	5
1.1. Naturaleza de la transformación	5
1.2. Emplazamiento	5
1.3. Extensión.....	5
1.4. Agentes	5
2. Antecedentes	6
2.1. Motivación	6
2.2. Estudios previos	6
3. Bases del proyecto.....	6
3.1. Directrices.....	6
3.1.1. Finalidad	6
3.1.2. Condicionantes del promotor.....	6
3.2. Condicionantes del proyecto.....	6
3.2.1. Condicionantes internos	6
3.2.1.1. Clima:.....	6
3.2.1.2. Suelo.....	8
3.2.1.3. Agua de riego.....	9
3.2.2. Condicionantes externos	9
3.2.2.1. Comercialización	9
3.2.2.2. Materias primas	10
3.3. Situación actual	10
4. Estudio de alternativas	10
4.1 Identificación de alternativas.....	10
4.2 .Restricciones impuestas por los condicionantes	10
4.3. Evaluación de alternativas	11
4.3.1 .Especie	11
4.3.2. Variedad.....	11
4.3.3. Patrón	11
4.3.4. Diseño de plantación.....	12
4.3.4.1. Disposición de plantación.....	12
4.3.4.2. Densidad y marco de plantación	12

4.3.4.3. Orientación de las filas	12
4.3.5. Sistema de poda de formación	12
4.3.6. Sistema de riego	13
4.3.7. Sistema de mantenimiento del suelo	13
4.3.8. Sistema de recolección	13
5. Ingeniería del proyecto	13
5.1. Ingeniería del proceso	13
5.1.1. Plantación	13
5.1.2. Poda.....	14
5.1.3. Diseño agronómico del riego	14
5.1.4. Fertilización	15
5.1.5. Mantenimiento del suelo.....	15
5.1.6. Polinización	15
5.1.7. Tratamientos fitosanitarios	16
5.1.8. Recolección.....	16
5.1.9. Maquinaria, equipos y mano de obra.....	16
5.2. Ingeniería de las obras	17
5.2.1. Caseta de riego	17
5.2.2. Instalación de riego.....	17
5.2.2.1. Goteros	17
5.2.2.2. Diseño de las subunidades de riego.....	17
5.2.2.3. Ramales portagoteros	17
5.2.2.4. Tuberías terciarias.....	17
5.2.2.5. Tubería principal	18
5.2.2.6. Cabezal de riego.....	18
5.2.2.7. Grupo de bombeo	19
5.2.2.8. Valvulería y accesorios	19
5.2.3. Instalación eléctrica	19
5.2.3.1. Transformador.....	19
5.2.3.2. Línea general de alimentación	20
5.2.3.3. Caja de protección y medida.....	20
5.2.3.4. Derivación individual.....	20

5.2.3.5. Cuadro general de mando y protección (CGMP)	20
5.2.3.6. Instalación interior.....	21
5.2.3.7. Toma de tierra	21
5.2.3.8. Mejora del factor potencia	21
6. Programa de ejecución y puesta en marcha del proyecto	21
7. Normas para la explotación del proyecto.....	22
7.1. Productos fitosanitarios	22
7.2. Productos fertilizantes.....	22
7.3. Maquinaria y equipos	22
8. Evaluación ambiental	23
10. Resumen del presupuesto.....	23

Índice tablas

Tabla 1. Cuadro resumen de temperaturas mensuales (°C).....	7
Tabla 2. Características físico-químicas del suelo.....	8
Tabla 3: Resultados del análisis de agua de riego	9
Tabla 4. Resumen del diseño agronómico del riego.....	15
Tabla 5. Resumen de características de las tuberías terciarias.....	18
Tabla 6. Resumen del presupuesto.....	24

1. Objeto del proyecto

1.1. Naturaleza de la transformación

El objeto del proyecto es establecer una plantación de 46,39 ha de almendros en regadío en el término municipal Villalar de los Comuneros (Valladolid). Las variedades elegidas presentan una época de floración muy tardía para poder eludir las posibles heladas primaverales de la zona y evitar ese riesgo.

El sistema de formación será en vaso, sin estructura de apoyo, para permitir una cosecha totalmente mecanizada. La plantación contará con un sistema de riego por goteo que permita cubrir en todo momento las necesidades hídricas de los árboles y aumentar la producción. También se construirá una caseta de riego para albergar las bombas, el cabezal de riego y los depósitos para la fertirrigación.

1.2. Emplazamiento

La finca objeto del proyecto está situada en el término municipal de Villalar de los Comuneros, el cual se sitúa en la zona centro-occidental de la provincia de Valladolid.

Sus coordenadas geográficas son las siguientes:

- Latitud: 41° 32´ N
- Longitud: 5° 9´ W
- Altitud: 700

La finca se encuentra en el polígono 13, parcelas 37 y 39. El acceso a la finca se realiza a través de la autovía A6 pasado Tordesillas, continuaremos la autovía dirección La Coruña, tras llegar a ella tomaremos la salida de Villalar de los Comuneros, tras adentrarnos en dicha salida, avanzamos por la comarcal VA-VP 6601 hasta llegar al municipio de Villalar de los Comuneros, nada más entrar en el municipio giramos hacia la izquierda y proseguimos por el camino asfaltado y tras recorrer 1,5km a mano derecha observamos la parcela.

1.3. Extensión

La finca objeto del proyecto tiene una extensión total de 42,99 ha, de las cuales 39,5ha estarán dedicadas al cultivo del almendro. Las 3,4 ha restantes estarán dedicadas a caminos de servicio, accesos y a la caseta de riego.

1.4. Agentes

Promotor: Alfonso Gómez Nieto

Proyectista: Alfonso Gómez Nieto, alumno del Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural en la Universidad de Valladolid.

Director de obra: Alfonso Gómez Nieto.

2. Antecedentes

2.1. Motivación

El proyecto se redacta como requisito indispensable para la obtención del título de Graduado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural.

2.2. Estudios previos

Como paso previo a la realización del proyecto, se han elaborado una serie de estudios para garantizar la viabilidad del mismo y reducir sus riesgos. Los estudios que se han realizado, son los siguientes:

- Estudio climatológico de la finca objeto del proyecto.
- Estudio edafológico de la finca objeto del proyecto.
- Análisis de agua de riego procedente del sondeo realizado en la propia parcela.
- Estudio de comercialización de la almendra en la actualidad.

Además se ha realizado un estudio geotécnico, con el fin de determinar la capacidad portante del terreno y el tipo de cimentación que se debe emplear, como se observa en el Anejo VI. Estudio geotécnico.

3. Bases del proyecto

3.1. Directrices

3.1.1. Finalidad

El objetivo del proyecto es lograr mejorar la rentabilidad de una finca de la que apenas se obtienen ingresos actualmente mediante la realización de una plantación de almendros.

3.1.2. Condicionantes del promotor

El promotor desea establecer un cultivo frutal que tenga un buen manejo y una elevada rentabilidad para mejorar los beneficios que genera la finca. Por ello considera que el almendro puede ser una buena y acertada alternativa, teniendo en cuenta lo fácil que resulta su manejo y alto precio de la almendra en la actualidad.

Además nos aporta más seguridad que otros cultivos leñosos, ya que tenemos un mayor conocimiento de dicho árbol.

3.2. Condicionantes del proyecto

3.2.1. Condicionantes internos

3.2.1.1. Clima:

Elementos climáticos térmicos

Para obtener los datos se ha recurrido a dos observatorios relativamente cercanos al municipio donde vamos a llevar a cabo la plantación, son los siguientes: El observatorio de Castromonte, del que se han obtenido los datos referentes a las temperaturas.

Y el observatorio de Villavieja del cerro del que se han obtenido los datos referentes a las precipitaciones.

Tabla 1. Cuadro resumen de temperaturas mensuales (°C)

°C]	E	F	MR	AB	MY	JN	JL	AG	S	O	N	D
Ta	15,5	21	27	28,5	34	37	41,5	39,5	40,5	29	21	15
T'a	12,7	16	19,7	23	27,9	32,5	35,6	35,2	30,6	23,7	17,5	12,5
T	7,4	9,7	13,5	15	19,7	24,5	28,7	27,8	23,6	17,3	11	7,7
tm	3,5	4,7	7,7	8,9	13	17,7	20,1	20	16,7	12,2	6,7	3,9
ta	-11	-9	-10	-6,5	-2	2	4	0	1	-3	-8,5	-10
t'a	-6,1	-5	-3,9	-1,9	-1,7	5,5	7,9	8	4,9	0,6	-3,5	-5,4
t	-0,45	-0,36	2	3,5	6,9	10,6	12,7	12,5	9,7	6,4	2,2	0,1

El factor potencialmente más limitante para el cultivo del almendro en la zona objeto del proyecto son las heladas primaverales. Por ello nos interesan variedades de floración tardía o extratardía, la época de floración de las variedades mencionadas se produce a partir de mediados de abril, por lo que se reduce considerablemente el riesgo de daños por helada.

Elementos climáticos hídricos

El estudio de las precipitaciones es fundamental para determinar la necesidad o no de la instalación de un sistema de riego.

En un año, la precipitación media es 438,46 mm siendo los meses más lluviosos Octubre, Diciembre y Mayo.

Por lo tanto, debido a la baja cantidad de precipitación y a su irregularidad, se hace inevitable instalar un sistema de riego, además dicho sistema mejorará la producción pudiendo llegar a duplicarla.

Elementos climáticos secundarios

Los vientos habituales registrados en la zona, en principio no suponen ningún riesgo para el cultivo, debido a que son de baja intensidad y no suelen ser habituales.

El granizo es probablemente el elemento climático que más problemas puede generar en plantaciones frutales. Sin embargo, la frecuencia con la que se producen granizadas en la

zona es muy baja, por lo que no se considera necesaria la instalación de un sistema de defensa. Los demás elementos climáticos secundarios no van a originar problemas.

Conclusión

Es posible el cultivo del almendro en la zona objeto del proyecto sin graves problemas, siempre y cuando se cultiven variedades de floración extratardía y en regadío, para maximizar la producción y evitar riesgos.

3.2.1.2. Suelo

En la Tabla 2, que se presenta a continuación, se pueden ver los resultados del análisis edafológico efectuado en la finca objeto del proyecto.

Tabla 2. Características físico-químicas del suelo

Profundidad libre (m)	2,1
Materia Orgánica (%)	0,75
Materia Orgánica	Bajo
Arena (%)	80,40
Limo (%)	9,60
Arcilla (%)	10,00
Textura	Arenoso franco
Valoración Suelo	Suelo Ligero
pH	8,30(Muy básico)
Carbonatos (%)	2,99
Conductividad (Ds/m)	0,13 (Normal)
Fosforo (ppm)	30,00 (Alto)
Potasio (ppm)	156,00(Alto)
Calcio (ppm)	4.136,00 (Muy Alto)
Magnesio (ppm)	336,00 (Alto)
Sodio(ppm)	29,00 (Bajo)
Da(5.2.2. Propiedades químicas)	1,514
Porosidad (%)	35,02
Dr(g/cm³)	2,33

El suelo de la parcela objeto del proyecto presenta unas características físicas y químicas bastantes idóneas para el cultivo del almendro. Pero debemos realizar una enmienda orgánica para elevar el contenido en materia orgánica del suelo.

El ph es el adecuado ya que se encuentra entre 7 y 8,5 y el suelo es profundo y arenoso, lo cual suele aumentar la productividad.

Aunque los suelos más apropiados para el almendro están en función de los patrones utilizados en la plantación.

3.2.1.3. Agua de riego

El agua que va a ser utilizada para nuestra plantación procede de un sondeo dentro de la propia finca.

El agua no va a suponer ningún tipo de problema a la hora de su empleo en las distintas actividades del proceso productivo de la plantación, tanto para el riego como para otras necesidades propias que estén recogidas en este proyecto.

En la finca se dispone de agua apta para el riego y sus características se muestran en la tabla 3.

Tabla 3: Resultados del análisis de agua de riego

Parámetro	Resultado
CE	0,69 mmhos/cm
pH	8,02
Bicarbonatos	4,66 meq/L
Carbonatos	0,167 meq/L
Cloruros	3,66 meq/L
Sulfatos	3,8 meq/L
Nitratos	0,398 meq/L
Nitritos	0,001 meq/L
Magnesio	3,15 meq/L
Calcio	3,87 meq/L
Sodio	4,5 meq/L
Potasio	0,184 meq/L
RAS	2,38
Clasificación	C2S1

3.2.2. Condicionantes externos

3.2.2.1. Comercialización

En la actualidad, parece ser que se dan las condiciones idóneas para el inicio de nuevas plantaciones de almendro, ya que este es uno de los cultivos leñosos más fiables y conocidos en la zona.

En cuanto a la comercialización de la almendra, existen muchas empresas que tienen gran interés en promover este cultivo, como también multitud de cooperativas y empresas que se encargan del acopio del producto y fijan el precio con el agricultor.

Los mencionados precios en los últimos años son más elevados que años atrás, además aunque bajase el precio, el almendro nos aporta una gran rentabilidad.

3.2.2.2. Materias primas

La zona donde se va a ubicar el proyecto tiene como principal actividad la agricultura y en menor medida la ganadería, por lo que no se van a producir problemas de acopio de materias primas, tales como fertilizantes y fitosanitarios.

Ya que existen numerosas empresas dedicadas a la comercialización de fertilizantes y fitosanitarios .

Por otra parte también podemos encontrar talleres dedicados a la venta y reparación de maquinaria agrícola en las proximidades.

3.3. Situación actual

La finca objeto del estudio es propiedad del promotor del proyecto. Actualmente la tiene arrendada para su explotación a un agricultor de la zona. El precio del arrendamiento es de 260€/ha y año. a lo que si le restamos los gastos que tiene la finca, caso del IBI (30 €/ha), la rentabilidad que recibe el promotor es de 230 €/ha y año.

El actual explotador de la parcela la dedica a diversos cultivos, siguiendo la rotación: Remolacha/ girasol /trigo/ guisante.

El contrato de arrendamiento concluye a finales de Julio del año 2019, por lo que a partir de ese momento, el promotor podrá disponer de la finca con total libertad para establecer la plantación, objeto del proyecto.

De este modo, la rentabilidad actual que genera la finca al promotor es de 10580 €/año, por lo que se piensa que con el cultivo del almendro se puede mejorar ampliamente dicha rentabilidad económica.

4. Estudio de alternativas

4.1 Identificación de alternativas

Debido a la naturaleza de la transformación que se pretende realizar en la finca, se considerarán como elementos que pueden generar alternativas los siguientes:

- Especie.
- Variedad.
- Patrón.
- Diseño de plantación.
- Técnicas de cultivo.

4.2 .Restricciones impuestas por los condicionantes

El condicionante más importante es el determinado por la climatología de la zona, debiéndose desechar aquellos cultivos y/o variedades que florezcan antes del mes de abril para evitar daños por heladas primaverales.

La finca no presenta problemas respecto a los demás condicionantes del medio físico, como el suelo o el agua de riego.

El promotor desea establecer un cultivo frutal que posea un fácil manejo y una elevada rentabilidad. Por estos motivos considera que el almendro puede ser una alternativa viable, debido a su fácil manejo y al elevado precio de la almendra en la actualidad

4.3. Evaluación de alternativas

La elección de cada una de las alternativas se realiza mediante un análisis multicriterio de cada una de las planteadas y en función de una serie de parámetros, como se puede ver en el Anejo III. Estudio de alternativas.

4.3.1 .Especie

La especie frutal que se va a emplear en la plantación es el almendro. Esta especie se adapta correctamente a las características edafo-climáticas de la finca objeto del proyecto, si bien deberán emplearse variedades de floración extratardía para evitar el problema de las heladas primaverales tardías. Será necesario instalar un sistema de riego, con el fin de garantizar la alimentación hídrica de los árboles y obtener así el máximo rendimiento. Además, la situación actual del mercado de la almendra hace interesante el cultivo del almendro.

4.3.2. Variedad

En la plantación se ha decidido establecer dos variedades distintas que permitirán ampliar la variabilidad de la oferta al mercado, y debido a que reducirá los riesgos, sobretudo en caso de algún fenómeno meteorológico impredecible, por tanto otorga una mayor estabilidad económica a la explotación. Además, con más de una variedad se facilita el calendario de labores en la plantación

Las dos variedades a elegir serán aquellas que hayan presentado una mayor puntuación en el análisis multicriterio, por lo que si han obtenido la misma puntuación, se podrá elegir cualquiera de ambas. En este caso, se va a cultivar como primera variedad la Penta que ha obtenido 42 puntos y como segunda variedad, la Vialfas, que ha obtenido 41,5 puntos.

Ambas variedades presentan unas características muy atractivas para ser cultivadas en la zona de ubicación del proyecto, y podrán garantizar la rentabilidad de la inversión.

4.3.3. Patrón

El patrón con mayor puntuación es Rootpac-40. Híbrido Prunus dulcis x Prunus Persica. Tiene un vigor medio. Presenta una ligera tolerancia a clorosis, salinidad y asfixia.

Además, presenta una tolerancia intermedia a la sequía entre los patrones francos de almendro y los francos de melocotonero.

Rootpac-40 reduce el vigor del árbol hasta un 30% respecto a GF-677, lo que permite reducir el marco de plantación y, en consecuencia, aumentar la densidad de árboles. Con una mayor densidad de árboles se obtienen cosechas más abundantes y una mayor rentabilidad de la

explotación. Además, tiene un fácil manejo en vivero, que permite un abaratamiento de los costes.

Este patrón se caracteriza por una perfecta compatibilidad con todas las variedades de almendro, al igual que otros híbridos de almendro x melocotonero. Esta cualidad, junto a su buen desarrollo radicular, asegura un buen prendimiento inicial del árbol, y un correcto desarrollo durante su etapa de crecimiento

4.3.4. Diseño de plantación

4.3.4.1. Disposición de plantación

Una vez comparadas las alternativas y en función del resultado obtenido en el análisis multicriterio, se opta por elegir la disposición rectangular o en líneas. Esta disposición se adapta muy bien a las plantaciones de densidad media o semiintensivas. La disposición rectangular o en líneas deja un espacio adecuado en las calles para el paso de la maquinaria, a la vez que permite un buen aprovechamiento del terreno. Las labores sólo se pueden realizar en una dirección.

4.3.4.2. Densidad y marco de plantación

La alternativa más conveniente, en este caso, es la plantación intensiva o de alta densidad para la plantación en proyecto escogemos un marco de plantación de 5 x 5 m, que permite obtener una densidad de plantación de 400 árboles/ha.

Este marco de plantación permite un espacio en las calles adecuado para el paso de la maquinaria y suficiente para garantizar una adecuada iluminación sobre los árboles.

La producción es mayor que en las plantaciones tradicionales, aunque no tan elevada como en las plantaciones superintensivas. Sin embargo, la inversión inicial es menor que en estas últimas, lo que repercute en una mayor rentabilidad y más corto plazo de retorno de la inversión.

4.3.4.3. Orientación de las filas

Las filas de árboles se van a orientar en dirección Norte-Sur. Con esta orientación se consigue un buen aprovechamiento del terreno y una optimización del tiempo empleado en las operaciones de cultivo.

4.3.5. Sistema de poda de formación

El sistema de poda de formación elegido, según el análisis multicriterio, es el vaso de pisos. Este sistema de formación es el más utilizado en plantaciones tradicionales y semiintensivas de almendro, ya que permite un buen desarrollo del árbol y facilita la mecanización del cultivo.

El vaso de pisos se adapta muy bien a una amplia gama de vigos. Los árboles formados con este sistema presentan un buen equilibrio estructural y se adaptan muy bien a la recolección con cosechadora integral. Además, no se precisa de estructuras de apoyo fijas, lo que supone una reducción de los costes de implantación respecto a sistemas de formación como el eje central.

4.3.6. Sistema de riego

Tras evaluar los diferentes sistemas de riego, se decide que el riego de la plantación se va a realizar mediante un sistema de riego por goteo.

El riego por goteo tiene una alta eficiencia y permite una distribución uniforme del agua. Además, facilita la programación del riego, reduciendo las necesidades de mano de obra, a la vez que permite ajustar los calendarios de riego de manera óptima. El riego por goteo, permite también el uso de sistemas de fertirrigación, lo que aumenta la eficiencia de los fertilizantes, al ir disueltos en el agua de riego, permitiendo una asimilación inmediata por parte de la planta. Finalmente, este sistema permite un mayor control sobre las malas hierbas, ya que únicamente se riega la línea de cultivo.

4.3.7. Sistema de mantenimiento del suelo

La alternativa elegida es la técnica mixta cubierta-herbicida, ya que es la que ha obtenido mayor puntuación en el análisis multicriterio. La combinación de cubierta herbicida permite un fácil, rápido y económico mantenimiento del suelo, a la vez que facilita el paso de maquinaria, reduciéndose el riesgo de atascos cuando el suelo se encuentre con una humedad excesiva. La cubierta vegetal es capaz de soportar el paso de la maquinaria con una menor tasa de compactación del suelo que en los sistemas de laboreo, lo cual resulta muy interesante en una plantación de estas características.

4.3.8. Sistema de recolección

Una vez comparadas las distintas alternativas y considerando el resultado obtenido al realizar el análisis multicriterio, se opta decide que el sistema de recolección mediante cosechadora integral es la mejor opción.

Este sistema se adapta bien a la disposición y densidad de plantación que se va a establecer en nuestra finca. Tiene unos bajos requerimientos de mano de obra y cumple con los objetivos de mecanización que se pretenden conseguir. Es el sistema de recolección más rápido ya que la cosecha de forma continua, sin interrupciones, lo que permite realizar la cosecha en el momento óptimo, disminuyendo las pérdidas por caída de los frutos. Aunque el coste de adquisición de la maquinaria es superior a los otros sistemas, es posible alquilarla, disminuyendo con ello los costes.

5. Ingeniería del proyecto

5.1. Ingeniería del proceso

5.1.1. Plantación

Antes de la instalación de los árboles en la parcela es conveniente preparar el terreno mediante una serie de labores, que tienen por objeto la corrección de algunos factores edáficos desfavorables. Una adecuada preparación del terreno mejora la permeabilidad del suelo al aire y al agua, limpia la tierra de raíces y vegetación espontánea, favorece la actividad microbiana y moviliza las reservas de nutrientes y facilita el desarrollo de las raíces de las plantas recién establecidas.

En primer lugar, debería plantearse la necesidad de nivelación. Las operaciones de preparación del terreno deben realizarse con el máximo rigor, ya que de ellas depende tanto la adecuada implantación de los árboles como el rápido crecimiento de los mismos en las fases iniciales del desarrollo.

Los trabajos a realizar y el tipo de aperos a utilizar dependen del suelo, su profundidad, textura, estructura y cultivo precedente.

La preparación por desfonde consiste en que toda la superficie de la parcela se voltea en profundidad empleando arados de desfonde.

La profundidad de labor oscila entre 40 y 80 cm. Este tipo de labor se debe realizar con el suelo en tempero, a finales de octubre o principios de noviembre. Sólo se puede realizar en suelos de perfil uniforme. Además, esta operación permite enterrar enmiendas y abonos aportados previamente.

Antes de la plantación es necesario tener colocadas las tuberías principales y secundarias del sistema de riego. En las cabeceras de las líneas de los árboles se deben disponer los ramales portagoteros enrollados. Una vez instalados los árboles, se procede a extender los ramales de riego en su posición definitiva.

Una vez completada la plantación y extendidos los ramales portagoteros se dará el riego de plantación, tras lo cual se realizará una revisión general de los árboles. Una vez revisados los árboles se procede a realizar la poda de plantación, que consiste en recortar los plantones a una altura de 1,10 ó 1,20 m. Después se instalarán los

La reposición de marras se va a realizar a finales de mayo o principios de junio. Se emplearán plantones con cepellón, preparados a su llegada a la explotación antes de la plantación.

5.1.2. Poda

El sistema de poda de formación que se va a realizar en la plantación objeto de proyecto es el vaso de pisos. Los detalles de la poda de formación se indican en el Anejo IV. Ingeniería del proceso.

A partir del año 4 se realizará poda de fructificación cada dos años, eliminando las ramas mal posicionadas y renovando la madera vieja

5.1.3. Diseño agronómico del riego

En la plantación objeto de proyecto se va a emplear un sistema de riego por goteo.

En la Tabla 4 se muestra el resumen del diseño agronómico del riego para los diferentes años.

Tabla 4. Resumen del diseño agronómico del riego

		Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Año 1 (20 % Nt)	Nt (L/árbol·día)	5,3	8,6	10,5	11,5	10,6	6,9
	T (h/día)	0,7	1,1	1,3	1,4	1,3	0,9
Año 2 (30 % Nt)	Nt (L/árbol·día)	7,9	12,9	15,7	17,2	15,9	10,4
	T (h/día)	1,0	1,6	1,9	2,1	2,0	1,3
Año 3 (40 % Nt)	Nt (L/árbol·día)	10,6	17,2	21	23	21,3	13,9
	T (h/día)	1,3	2,2	2,6	2,9	2,6	1,7
Año 4 (50 % Nt)	Nt (L/árbol·día)	13,3	21,5	26,2	28,7	26,6	17,3
	T (h/día)	1,7	2,7	3,3	3,6	3,3	2,2
Año 5 (60 % Nt)	Nt (L/árbol·día)	15,9	25,8	31,5	34,5	31,9	20,8
	T (h/día)	1,99	3,2	3,9	4,3	3,99	2,6
Año 6 (70 % Nt)	Nt (L/árbol·día)	18,5	30,1	36,7	40,25	37,2	24,3
	T (h/día)	2,3	3,8	4,6	5,0	4,7	3,04
Año 7 (80 % Nt)	Nt (L/árbol·día)	21,2	34,4	42	46	42,6	27,8
	T (h/día)	2,7	4,3	5,3	5,8	5,3	3,5
Año 8 (90 % Nt)	Nt (L/árbol·día)	23,8	38,7	47,3	51,75	47,9	31,2
	T (h/día)	3,0	4,8	5,9	6,47	6,0	3,9
Año 9(100% Nt)	Nt (L/árbol·día)	26,5	43	52,5	57,5	53,2	34,7
	T (h/día)	3,3	5,4	6,5	7,2	6,6	4,3

5.1.4. Fertilización

5.1.5. Mantenimiento del suelo

El mantenimiento del suelo se va a llevar a cabo mediante un sistema mixto, que consiste en la aplicación de herbicidas en las líneas de cultivo y el mantenimiento de la cubierta vegetal espontánea en las calles. El control de la vegetación en las calles se realizará mediante siegas, con las que se triturará la vegetación y se esparcirán los restos.

Este sistema permite el paso de la maquinaria durante todo el año, mejora la estructura superficial del suelo y evita su erosión.

Se realizarán tres siegas a lo largo del año. La primera, a finales del invierno, durante el mes de marzo, corta la primera hierba del año y tritura los restos de poda. La segunda siega se realiza al inicio del verano, durante el mes de junio, y la tercera durante el mes de septiembre, antes de comenzar la recolección. La siega se realizará mediante una trituradora-desbrozadora acoplada al tractor.

Además, se realizan cuatro aplicaciones de herbicida a lo largo del año, durante los meses de marzo, mayo, junio y septiembre.

5.1.6. Polinización

Las variedades que se van a utilizar en la plantación son: Penta y Vialfás. Se trata de variedades autofértiles, por lo que no es necesario disponer en la plantación de variedades

secundarias que sirvan de polinizadoras de la principal. Sin embargo, la combinación de dos variedades favorece la polinización cruzada y el cuajado.

Durante la floración, se van a instalar colmenas, con el fin de mejorar la polinización. Las colmenas deben establecerse en la plantación desde su primer año productivo, debiéndose instalar dos o tres días antes de iniciarse la apertura de la flor (aproximadamente a mediados de abril). Las colmenas que se van a instalar serán del tipo Langtroth, a poder ser con alzas, lo que indicará que se trata de colmenas fuertes, lo que garantizará una cantidad importante de abejas para una adecuada polinización.

Un apicultor, ajeno a la plantación, se encargará del cuidado de las abejas, garantizando un adecuado estado sanitario de las mismas, con el fin de conseguir la mejor polinización posible.

5.1.7. Tratamientos fitosanitarios

La defensa fitosanitaria deberá ser lo más respetuosa con el medio ambiente, por lo que se realizarán los tratamientos en el momento más crítico, es decir, se debe determinar el momento más oportuno de tratamiento de una plaga o enfermedad, así como el producto más efectivo y menos dañino para el medio ambiente, siempre que sea posible. En el Anejo IV, Ingeniería del proceso se puede ver una relación de las plagas y enfermedades más frecuentes del almendro y su forma de control.

La defensa fitosanitaria de la plantación incluye todos los medios de lucha tanto preventiva como curativa, para evitar la invasión y proliferación de parásitos en una parcela de cultivo, y con ello, que lleguen a causar daños a las plantas cultivadas.

5.1.8. Recolección

Las variedades elegidas, Vialfás y Penta, presentan una madurez temprana y media, respectivamente, lo que va a facilitar el calendario de recolección. Además, una ventaja que presentan ambas variedades es que una vez estén maduras no se caen del árbol.

Por este motivo se va a iniciar la recolección en la primera semana del mes de octubre, comenzándose por la variedad Vialfás y acto seguido por la Penta. Para el comienzo de la recolección se debe comprobar que los frutos estén totalmente secos y que la piel externa se desprenda con facilidad, para simplificar las operaciones posteriores de limpieza.

La recolección se va a realizar mediante una cosechadora integral.

La almendra va a ser cargada en camiones inmediatamente después de su cosecha, para transportarla a los almacenes de la cooperativa o empresa encargada de su comercialización.

5.1.9. Maquinaria, equipos y mano de obra

En el Anejo IV. Ingeniería del proceso se indica la maquinaria y los equipos necesarios para llevar a cabo las labores de la plantación.

5.2. Ingeniería de las obras

5.2.1. Caseta de riego

La cimentación va a consistir en una losa de hormigón HA-25/P/20/I con 100 kg/m³ de acero B-500-S, con unas dimensiones de 9,00 x 6,00 x 0,20 m. La caseta tendrá unas dimensiones de 8,00 x 5,00 m. Los cerramientos van a estar formados por muros de carga de bloque de hormigón de 40 x 20 x 20 cm. La altura de la fachada frontal será de 2,30 m, y la de la fachada trasera de 3,05 m. La cubierta será a un agua, con una inclinación de 15 °, y estará construida con panel sándwich aislante de acero de 30 mm de espesor, formado por doble cara metálica de chapa estándar de acero, acabado prelacado color tierra, y alma aislante de espuma de poliuretano de densidad media 40 kg/m³. El panel irá colocado sobre correas de perfil hueco rectangular de 80/60, apoyado directamente sobre el muro. El panel tendrá un vuelo de 10 cm en la fachada delantera. La puerta va a ser corredera, de una sola hoja, de chapa plegada de acero galvanizado, con unas dimensiones de 1,90 x 1,50 m. Así mismo se instalará una ventana corredera de aluminio de dos hojas, con unas dimensiones de 1,75 x 1,00 m, acabado anodizado natural, y vidrio simple pulido incoloro de 4 mm de espesor y reja de protección.

5.2.2. Instalación de riego

5.2.2.1. Goteros

Se instalarán goteros pichados autocompensantes, con un caudal nominal de 2 L/ha. Se colocarán cuatro goteros por árbol, instalados en dos ramales paralelos a cada lado de la línea de árboles, separados 1 m entre sí. La separación entre goteros de cada árbol, dentro de cada ramal portagoteros, será de 1 m.

5.2.2.2. Diseño de las subunidades de riego

La parcela objeto del proyecto se dividirá en 6 subunidades de riego, como se puede ver en el Plano 6. Distribución del sistema de riego. Cada subunidad de riego irá alimentada por una tubería terciaria, y éstas a su vez por la tubería principal que parte del cabezal de riego.

5.2.2.3. Ramales portagoteros

Para los ramales portagoteros se emplearán tuberías de polietileno de baja densidad (PEBD) de 16 mm de diámetro exterior y presión nominal de 20 m.c.a. En la Tabla 2 del Anejo VII. Ingeniería de las obras se puede ver el cálculo de los ramales portagoteros.

5.2.2.4. Tuberías terciarias

Las tuberías terciarias serán de PVC de 110 mm de diámetro exterior para las subunidades 1 a 4, y de 90 mm de diámetro exterior para la subunidad 5 y 6. Todas ellas serán de presión nominal 60 m.c.a.

El cálculo de las tuberías terciarias se puede ver en la Tabla 3 del Anejo VII. Ingeniería de las obras.

En la Tabla 5 se presenta el resumen de las características principales de las tuberías terciarias.

Tabla 5. Resumen de características de las tuberías terciarias

Terciaria	Material	Caudal (L/h)	Longitud (m)	Ø exterior (mm)	Ø interior (mm)	P nom
1	PVC	26348	790	110	103,6	60
2	PVC	24584	735	110	103,6	60
3	PVC	22820	674	110	103,6	60
4	PVC	21056	619	110	103,6	60
5	PVC	19296	558	90	103,6	60
6	PVC	17528	505	90	103,6	60

5.2.2.5. Tubería principal

La tubería principal será de PVC de 60 m.c.a. de presión nominal, y estará dividida en dos tramos. Ambos tramos serán de 200 mm de diámetro exterior y 188,2mm de diámetro interior.

5.2.2.6. Cabezal de riego

En el cabezal de riego se instalarán los siguientes elementos:

Filtros de arena

Se instalarán dos filtros de arena en paralelo de 0,50 m de diámetro, con un espesor de la capa de arena de, al menos, 56 cm. Ambos filtros estarán equipados con una válvula de tres vías que permita invertir el sentido del flujo de agua para limpiar cada filtro con el agua limpia procedente del otro.

Equipo de fertirrigación

Se instalarán 3 depósitos de polietileno de 1000 L para albergar cada una de las soluciones fertilizantes expuestas en el Anejo IV. Ingeniería del proceso, así como un depósito de 400 L de reserva para realizar alguna aportación de otros nutrientes si fuera necesario.

Para introducir y dosificar los fertilizantes en el agua de riego se instalará un inyector eléctrico formado por una bomba de pistón y un motor eléctrico de baja potencia, con un caudal máximo de 100 L/h y una presión de 70 m.c.a. La bomba presenta un cabezal de PVC con un motor de 184 W a 230/380 V. El inyector irá colocado entre el filtro de arena y el filtro de malla, para evitar la introducción de precipitados en la red de riego.

Filtro de malla

Se va a instalar un filtro de malla de cuerpo metálico arenado y tratado con fosfato de cinc y posterior aplicación electrostática de una capa de pintura de epoxi- poliéster de 120-160 micras con función protectora y anticorrosiva. Irá equipado con una malla de filtrado de 120 mesh de acero inoxidable con soporte de PVC. Tendrá una capacidad de filtrado de 10-30 m³/h y una superficie de filtración de 840 cm².

Contador

El equipo de fertirrigación irá equipado con un contador volumétrico de fertilizantes tipo Woltman, conectado al programador de riego, y una válvula de retención que evitará el paso del agua al inyector.

Programador

En el cabezal de riego se instalará un programador electrónico para automatizar y controlar el riego y la fertirrigación. El programador se encarga de abrir y cerrar las electroválvulas de las subunidades de riego cuando corresponda.

La mayoría de los programadores trabajan con corriente alterna de 230/380 V, con un consumo de 50 W. Además deben disponer de un transformador AC/DC de 24 V para alimentar las electroválvulas.

Se conectarán al programador los presostatos de máxima y de mínima, dotados con un sensor que detectará los posibles fallos de apertura de las electroválvulas de las subunidades de riego y posibles fugas o roturas de las tuberías, controlando la parada de la bomba en caso de fallo.

5.2.2.7. Grupo de bombeo

Se va a seleccionar una bomba sumergida cuyo modelo es SP95-8 con una potencia de 37kW.

La conexión de la acequia con la columna de anillos de hormigón se realizará mediante tubería de PVC.

5.2.2.8. Valvulería y accesorios

Se van a instalar los siguientes dispositivos y elementos:

- ❖ Ventosa trifuncional a la salida de la bomba.
- ❖ Válvula de retención después de la bomba, a continuación de la ventosa.
- ❖ Válvulas de compuerta al principio y al final del cabezal de riego.
- ❖ Válvula de mariposa en el equipo de fertirrigación.
- ❖ Tomas rápidas de presión y manómetro detrás de la bomba, después de la ventosa y la válvula de retención.

5.2.3. Instalación eléctrica

5.2.3.1. Transformador

Debido a las necesidades de potencia de la instalación, y a que el suministro eléctrico se realiza mediante una línea de 20 kV, se opta por instalar un transformador trifásico en baño de aceite biodegradable de 100 kVA de potencia, de 24 kV de tensión asignada 20 kV de tensión en el primario y 420 V de tensión de secundario en vacío, de 50 Hz de frecuencia. . La tensión de cortocircuito será del 4 %.

El transformador y todo sus elementos se instalarán sobre un poste de hormigón armado de 10 m.

Se conectarán todos los herrajes y masas a tierra. La puesta a tierra estará constituida por un anillo difusor de cobre de 50 mm² de sección y dos picas de acero revestido de cobre. La conexión del centro de transformación a la red de tierra se realizará igualmente con cable de cobre desnudo de 50 mm². La profundidad mínima de enterrado del anillo será de 0,60 m y deberá separarse un mínimo de 1,50 m de las aristas del poste.

La cimentación se realizará con hormigón, considerando terreno normal con coeficiente de compresibilidad de 12 kg/cm² y esfuerzo útil del poste de 1000 daN. Las dimensiones de la cimentación serán de 1,20 x 1,20 x 1,50 m.

5.2.3.2. Línea general de alimentación

La línea general de alimentación estará formada por un cable tipo RZ1- K (AS), conformado por cuatro conductores, tres de fase de aluminio de 35 mm² y uno neutro fiador de almelec de 50 mm² de sección. Este cable irá fijado al poste donde está instalado el transformador.

5.2.3.3. Caja de protección y medida

En la caja de protección y medida, situada en el poste donde esté instalado el transformador, se dispondrán fusibles en cada uno de los conductores de fase con un poder de corte al menos igual a la intensidad de cortocircuito en dicho punto, que es de 16727 A. También dispondrán de un borne de conexión para el neutro. Los fusibles serán de tipo NH de 250 A.

Se instalará un contador trifásico de energía activa a tres hilos, doble tarifa con indicación de máxima, conectado en serie. Así mismo se instalará un contador trifásico de energía reactiva a tres hilos, simple tarifa, conectado en serie.

5.2.3.4. Derivación individual

La derivación individual estará formada por cuatro conductores de cobre, tres de fase en color marrón, negro y gris, y uno de neutro en color azul, de conductores tipo RZ1-K (AS), de 25 mm² de sección para las fases y 35 mm² para el neutro. Este cable irá tensado entre el poste y la caseta sobre un cable fiador de acero.

5.2.3.5. Cuadro general de mando y protección (CGMP)

Interruptor de control de potencia de 75 Kw.

Un interruptor automático magnetotérmico trifásico de 200 A y 400 V, curva C y poder de corte de 120 kA que permite su accionamiento manual y protege todas las distribuciones contra sobrecargas y cortocircuitos.

Un interruptor diferencial automático trifásico de 225 A de intensidad, 300 mA de sensibilidad y 400 V de tensión nominal.

Circuito de la bomba: interruptor automático magnetotérmico trifásico de 100 A de intensidad nominal, 230/400 V de tensión nominal, capaz de soportar intensidades de cortocircuito de 120 kA.

Circuito de fuerza: interruptor automático magnetotérmico monofásico de 50 A de intensidad nominal, 230/400 V de tensión nominal, capaz de soportar intensidades de cortocircuito de 120 kA.

Circuito de alumbrado: interruptor automático magnetotérmico monofásico de 16 A de intensidad nominal, 230/400 V de tensión nominal, capaz de soportar intensidades de cortocircuito de 120 kA.

Placa identificativa del instalador.

5.2.3.6. Instalación interior

La instalación interior estará dividida en tres circuitos: uno para la bomba, otro para las tomas de fuerza y otro para el alumbrado.

El circuito de fuerza estará formado por dos conductores, uno de color marrón para la fase y uno de neutro en color azul, de conductores tipo H07V-K (AS) de 4 mm² de sección.

El circuito de alumbrado estará formado por dos conductores, uno de color marrón para la fase y uno de neutro en color azul, de conductores tipo H07V-K (AS) de 1,5 mm² de sección.

El circuito de la bomba estará formado por cuatro conductores, tres de fase en color marrón, negro y gris, y uno de neutro en color azul, de conductores tipo H07V-K (AS) de 35 mm² de sección.

5.2.3.7. Toma de tierra

El cableado de puesta a tierra estará formado por cables de las mismas características que los empleados en fase en cada uno de los circuitos. Así, para los circuitos de la bomba y de fuerza se emplearán conductores de tipo H07V-K (AS) de 4 mm² de sección, y para el circuito de alumbrado conductores de tipo H07V-K (AS) de 1,5 mm² de sección. Todos ellos serán de color amarillo-verde.

Se instalará un punto de conexión de puesta a tierra, situado en el perímetro exterior de la caseta de riego. Estará formado por un cajetín plástico que contendrá el borne de conexión y el empalme con la instalación interior.

5.2.3.8. Mejora del factor potencia

La potencia requerida por la batería de condensadores es de 17,48 kVAr. Se va a instalar una batería automática de condensadores de 10 kVAr de capacidad con la finalidad de mejorar el factor de potencia.

6. Programa de ejecución y puesta en marcha del proyecto

La ejecución de las obras comenzará una vez concedidos los permisos y seleccionados los contratistas. Por tanto, estas tareas previas deben demorarse lo menos posible en el tiempo, con el fin de no retrasar excesivamente la consecución de las obras.

Las actividades del proceso de ejecución se hallan descritas en los Anejos IV. Ingeniería del proceso y VII. Ingeniería de las obras. Estas actividades se prolongarán a lo largo de 318 días.

En el Anejo VIII. Programación para la ejecución del proyecto se presentan el diagrama Gantt y el grafo PERT del proceso de ejecución.

7. Normas para la explotación del proyecto

7.1. Productos fitosanitarios

Para la compra, recepción, almacenamiento y reciclaje de los productos fitosanitarios y sus envases se cumplirá lo dispuesto en el Anejo IX. Normas para la ejecución y explotación del proyecto, en el Documento 3. Pliego de condiciones, así como el Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios.

7.2. Productos fertilizantes

El abono orgánico (estiércol de ovino) debe estar exento de elementos extraños. El estiércol debe estar bien hecho, evitando aquellos estiércoles excesivamente pajizos. La enmienda orgánica se va a aplicar mediante un remolque esparcidor de estiércol.

Los fertilizantes minerales se deben ajustar a las normas estipuladas en la legislación vigente respecto a su composición y riqueza. Su dosis se debe ajustar mediante el sistema de fertirrigación. Las dosis que se van a emplear se pueden observar en el Anejo IV. Ingeniería del proceso.

7.3. Maquinaria y equipos

La maquinaria y los equipos necesarios para ejecutar el proyecto se detallan en el Anejo IV. Ingeniería del proceso.

La maquinaria sólo puede ser manejada por personal cualificado. En caso de que se preste a terceros, se informará el servicio de mantenimiento que requiere y cómo debe hacerse. En caso de contratarse operarios, éstos deben trabajar con las máximas condiciones de seguridad durante el manejo de la maquinaria.

Las modificaciones en la maquinaria prevista en el presente proyecto son competencia del técnico responsable de la explotación.

Cuando no se utilicen las máquinas, éstas deben guardarse en un almacén habilitado para ello.

Todos los componentes de las máquinas deben conservarse según lo establecido en sus respectivos manuales del usuario, atendiendo a las indicaciones del fabricante.

8. Evaluación ambiental

La Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, describe el tipo de proyectos que se deben someter al proceso de evaluación de impacto ambiental y su procedimiento.

En su Anexo I enumera los proyectos sometidos a la evaluación ambiental ordinaria regulada en el título II, capítulo II, sección 1ª. En su Anexo II enumera los proyectos sometidos a la evaluación ambiental simplificada regulada en el título II, capítulo II, sección 2ª.

La transformación que describe el presente proyecto no se halla afectada por ninguna de las condiciones que detallan los Anexos I y II de la anterior ley, por lo que no es necesario someterlo a evaluación ambiental ordinaria ni simplificada.

9. Evaluación económica del proyecto

La cuantía de la inversión necesaria para la puesta en marcha de proyecto es de 644.567,89 € sin IVA.

Los cobros ordinarios derivan de la venta de la cosecha, considerando un precio medio de la almendra con cáscara de 1,40 €/kg.

En los pagos ordinarios se considera el consumo energía, fertilizantes y fitosanitarios, la mano de obra, las labores contratadas, los seguros, los impuestos y el mantenimiento de los inmovilizados.

Los cobros y los pagos extraordinarios consisten en la renovación de los inmovilizados al final de su vida útil y en el pago de las cuotas del préstamo.

Además, se considera el flujo inicial, que son los ingresos que se obtienen por la finca sin la transformación en proyecto. El desglose de los ingresos y gastos de la situación sin proyecto se puede ver en el Anejo II. Situación actual. El importe total del coste de oportunidad es de 10580 €/año.

Para realizar la evaluación financiera de la inversión se emplean una serie de indicadores, que son el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Rendimiento (TIR), la relación beneficio/inversión (Q) y el tiempo de recuperación.

Del análisis de sensibilidad se puede concluir que, aún en el caso más desfavorable el proyecto sigue siendo rentable.

Por tanto, se cumplen las condiciones necesarias para garantizar la viabilidad del presente proyecto.

10. Resumen del presupuesto

A continuación, en la Tabla, se presenta el resumen del presupuesto, que se puede observar en el Documento 5. Presupuesto.

Tabla 6. Resumen del presupuesto

Capítulo	Importe (€)
1 Caseta de riego	14.240,19
2 Cabezal de riego	13.119,13
3 Instalación de riego	230.105,55
4 Instalación eléctrica	10.376,97
5 Plantación	233.096,71
6 Maquinaria y equipos	12.090,48
7 Seguridad y salud	2.316,28
8 Maquinaria y equipos	309,00
Presupuesto de ejecución material (PEM)	515.654,31
13% de gastos generales	67.035,06
6% de beneficio industrial	30.939,26
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)	613.628,63
21% IVA	128.862,01
Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)	742.490,64
Honorarios	
Proyecto	2% s/ PEM
21% IVA	2.165,75
TOTAL HONORARIOS PROYECTO	12478,84
Dirección de obra	2% s/ PEM
21% IVA	2.165,75
TOTAL HONORARIOS DIRECCIÓN	12478,84
Estudio de seguridad y salud	1% s/ PEM
21% IVA	1.082,87
Coordinación de seguridad y salud	1% s/ PEM
21% IVA	1.082,87
TOTAL HONORARIOS ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	12478,84
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	779927,16

Proyecto de plantación de 46,39 ha de almendros en regadío en el término municipal Villalar de los Comuneros (Valladolid).

Anejos a la memoria

ANEJOS A LA MEMORIA

Alumno: Alfonso Gómez Nieto
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: : Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

ÍNDICE DE ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo I. Condicionantes

Anejo II. Situación actual

Anejo III. Estudio de alternativas

Anejo IV. Ingeniería del proceso

Anejo V. Ficha urbanística

Anejo VI. Estudio geotécnico

Anejo VII. Gestión de residuos de construcción

Anejo VIII. Ingeniería de las obras

Anejo IX. Programación para la ejecución del proyecto

Anejo X. Normas para la ejecución y explotación del proyecto

Anejo XI. Justificación de precios

Anejo XII. Estudio económico

Anejo XIII. Estudio de seguridad y salud

ANEJO I: CONDICIONANTES

Índice anejo I: Condicionantes

1. Estudio climatológico	6
1.1. Elección del observatorio	6
1.2. Radiación	7
1.3. Elementos climáticos térmicos	8
1.3.1. Cuadro resumen de temperaturas.....	8
1.3.3. Régimen de heladas	10
1.3.3.1. Estimaciones directas.....	10
1.3.3.2 Estimaciones indirectas: Criterios de Emberger y Papadakis	11
1.3.3.3. Conclusiones	13
1.4. Elementos climáticos hídricos.....	13
1.4.1. Cuadro resumen de las precipitaciones y su representación gráfica	13
1.4.2. Histograma de precipitaciones	14
1.4.3. Precipitaciones máximas en 24 horas.....	14
1.5. Elementos climáticos secundarios	15
1.5.1. Estudio de los vientos	15
1.5.2. Granizo, nieve, escarcha niebla y rocío.....	16
1.6. Representaciones mixtas	16
1.6.1. Climodiagrama ombrotérmico de Gaussen	16
1.6.2. Climodiagrama de termohietas.....	17
1.7. Cálculo de horas-frío	17
1.8. Cálculo de la evapotranspiración	19
1.8.1. Introducción	19
1.8.2. ETo según Penman-Monteith	19
1.9. Continentalidad.....	20
1.9.1.Índice de continentalidad de Gorczynski	20
1.9.2. Índice de oceanidad Kerner	21
1.10. Índices climáticos	22
1.10.1. Índice de pluviosidad de Lang	22
1.10.2. Índice de aridez de DeMartonne	22
1.10.3. Índice de Emberger	23
1.10.4. Índice de Vernet.....	25
1.12. Conclusiones	28

2. Estudio edafológico.....	29
2.1. Introducción.....	29
2.2. Toma de muestras.....	29
2.3. Resultados de los análisis.....	29
2.4. Interpretación de los resultados.....	30
2.4.1. Características físicas.....	30
2.4.1.1. Profundidad.....	30
2.4.1.2. Textura.....	30
2.4.1.3. Estructura.....	30
2.4.1.4 Permeabilidad.....	30
2.4.2. Características químicas.....	31
2.4.2.1. Alcalinidad.....	31
2.4.2.2. Salinidad.....	31
2.4.2.3. Fertilidad.....	31
2.4.3 Relaciones suelo-agua.....	31
2.4.3.1. Capacidad de campo.....	31
2.4.3.2. Punto de marchitez.....	32
2.4.3.3. Agua disponible.....	32
2.5. Conclusiones.....	33
3. Análisis de agua de riego.....	34
3.1. Toma de muestras.....	34
3.2. Resultados de los análisis.....	34
3.3. Interpretación de los resultados.....	34
3.3.1. Salinidad.....	34
3.3.2. pH.....	35
3.3.3. Sodicidad.....	35
3.3.4. Carbonato sódico residual (Eaton).....	37
3.3.5. Dureza.....	37
3.3.6. Norma Riverside de clasificación del agua de riego.....	38
3.4. Conclusiones.....	39
4. Estudio de comercialización.....	40
4.1. Introducción.....	40
4.2. Objetivos.....	40

4.3. Descripción del canal de comercialización.....	41
4.3.1. Funciones de la comercialización.....	41
4.3.2. Intermediarios.....	41
4.3.3. Categorías comerciales	42
4.3.4. Márgenes comerciales	43
4.3.5. Situación global del mercado de almendra.....	43
4.3.6. Situación a nivel mundial	44
4.3.7. Situación a nivel europeo:.....	45
4.3.8. Situación a nivel nacional.....	45
4.4. Conclusiones	46

Índice tablas

Tabla 1: Información del observatorio de Castromonte.....	6
Tabla 2: Información del observatorio de Villavieja del Cerro.....	6
Tabla 3. Datos del observatorio usado para el estudio de la radiación	7
Tabla 4. Parámetros <i>a</i> y <i>b</i> utilizados para calcular la radiación a nivel del suelo	7
Tabla 5. Radiación mensual correspondiente al observatorio de Villanubla.....	7
Tabla 6. Cuadro resumen de temperaturas mensuales (°C).....	8
Tabla 7. Significado de las temperaturas y los términos utilizados	8
Tabla 8. Cuadro resumen de temperaturas estacionales y anuales (°C)	9
Tabla 9. Temperaturas de helada que producen daños en el almendro en los distintos estados fenológicos (°C)	11
Tabla 10. Cuadro de temperaturas media de mínimas de la serie.	11
Tabla 11. Resultados aplicando el método de Emberguer	12
Tabla 12. Períodos de heladas definidos por Papadakis.....	12
Tabla 13. Cuadro resumen de precipitaciones totales y mensuales en mm	13
Tabla 14. Distribución de frecuencia de precipitación.....	14
Tabla 15. Cuadro resumen de precipitaciones máximas en 24 horas (mm/24h)	15
Tabla 16. Dirección, frecuencia y velocidad del viento.....	15
Tabla 17. Días de nieve, granizo, escarcha y niebla.	16
Tabla 18. Precipitación y temperaturas medias mensuales	16
Tabla 19. Correlación entre temperatura media de las medias de los meses de diciembre y enero y horas-frío, según Weimberger.....	18

Tabla 20. Determinación de las horas-frío según el método de Mota	18
Tabla 21. Datos de evapotranspiración	20
Tabla 22. Tipos de clima según el valor del índice de continentalidad de Gorczynski	20
Tabla 23. Tipos de clima según el valor del índice de oceanidad de Kerner.....	21
Tabla 24. Zonas de influencia climática según Lang	22
Tabla 25. Índice de Martonne para los meses del año	23
Tabla 26. Género de los climas mediterráneos según Emberger	24
Tabla 27. Tipo de invierno de los climas mediterráneos según Emberger	24
Tabla 28. Zonas de influencia climática según Vernet	26
Tabla 29 . Grupo de clima según Köppen.....	27
Tabla 30. Subgrupo de clima según Köppen	27
Tabla 31. Tipos climáticos según Köppen	27
Tabla 31. Características físico-químicas del suelo	29
Tabla 32. Resultados del análisis de agua de riego	34
Tabla 33. Efectos del nivel de sodicidad del agua de riego expresado en RAS sobre el suelo.	36
Tabla 34. Clasificación de la peligrosidad del agua según el RAS aj.....	37
Tabla 35: Clasificación del agua según su dureza	38
Tabla 36: Producción mundial de almendra en grano (toneladas).....	44

Índice Gráficos

Gráfico 1. Gráfico compuesto de temperaturas	9
Gráfico 2: Resumen de temperaturas estacionales y anuales	10
Gráfico 3. Quintiles, mediana y precipitación media mensual	13
Gráfico 4. Histograma de frecuencias de precipitaciones	14
Gráfico 5. Climodiagrama ombrotérmico de Gaussen.....	17
Gráfico 6. Climodiagrama de termohietas	17
Gráfico 7: Gráfico de Emberguer	25
Gráfico 8. Cuota de producción de los principales países de almendra 2017-2018.....	44
Gráfico 9. Producción de almendras en la Unión Europea en 2013-2018.....	45

1. Estudio climatológico

1.1. Elección del observatorio

Para obtener los datos se ha recurrido a dos observatorios relativamente cercanos al municipio donde vamos a llevar a cabo la plantación, son los siguientes:

El observatorio termo-pluviométrico Castromonte, del que se han obtenido los datos referentes a las temperaturas. Es el más adecuado debido a las semejanzas geográficas, la cercanía respecto al lugar de estudio y a los datos ofrecidos, prácticamente completos.

El observatorio de Villavieja del cerro del que se han obtenido los datos referentes a las precipitaciones.

Los datos de radiación se toman del observatorio de Villanubla (Valladolid), y los datos de dicho observatorio aparecen recogidos en la Tabla 3. Su elección responde a que es el observatorio más cercano a la finca que cuenta con datos de este tipo. Los datos de radiación son los menos susceptibles de variar con la distancia, por lo que se consideran perfectamente representativos.

Tabla 1: Información del observatorio de Castromonte

Nombre del observatorio	Castromonte
Provincia	Valladolid
Indicativo climatológico	2533
Tipo de observatorio	Termo-pluviométrico
Latitud	41 ° 43' 51"
Longitud	50 ° 60' 22"
Altitud (msm)	800

Tabla 2: Información del observatorio de Villavieja del Cerro

Nombre del observatorio	Villavieja del Cerro
Provincia	Valladolid
Tipo de observatorio	Pluviométrico
Latitud	41 ° 31' 55"
Altitud (msm)	749 m

Tabla 3. Datos del observatorio usado para el estudio de la radiación

Nombre del observatorio	Villanubla
Provincia	Valladolid
Indicativo climatológico	2539
Tipo de observatorio	Completo
Latitud	41° 42' 00" N
Longitud	4° 51' 00" O
Altitud (msm)	846

1.2. Radiación

La radiación a nivel del suelo (R) se va a estimar a partir de la fórmula que relaciona los valores de la insolación medida en el observatorio (n), la radiación solar extraterrestre o radiación global (RA) y la insolación máxima posible (N), los dos últimos parámetros están tabulados y dependen de la latitud y de la época del año:

$$R = RA (a + b (n/N))$$

Para facilitar la visualización de los resultados al realizar los cálculos previos se presenta la siguiente tabla, siendo:

R_a: Radiación solar extraterrestre

n: Insolación del observatorio de Villanubla

N: Insolación máxima posible para la latitud y año dados

Tabla 4. Parámetros a y b utilizados para calcular la radiación a nivel del suelo

	a	b
Penman	0,18	0,55
Doorenbos y Pruitt	0,25	0,50

Tabla 5. Radiación mensual correspondiente al observatorio de Villanubla

	E	F	MR	AB	MY	JN	JL	AG	S	O	N	D
R _a (MJ/m ² ·d)	14,5	20,5	27,0	34,5	39,8	41,8	41,1	36,8	30,4	22,9	16,2	13,1
n (h/d)	3,4	4,8	5,7	7,2	8,7	10,4	11,7	10,6	7,6	5,8	4,5	3,0
N (h/d)	9,7	10,8	11,9	13,5	14,6	15,3	14,9	13,9	12,5	11,2	9,9	9,5
n/N	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,6	0,5	0,5	0,6
R _{Doorenbos y Pruitt}	6,2	9,6	13,1	18,2	21,6	24,7	26,3	23,2	16,8	11,6	7,8	5,4
R _{Penman}	5,6	8,7	11,8	16,5	20,1	23,3	25,1	22	15,5	10,6	7,1	4,6

1.3. Elementos climáticos térmicos

1.3.1. Cuadro resumen de temperaturas

A continuación, se presentan las tablas resumen de las temperaturas de la zona. Se ha analizado un período de 15 años.

Tabla 6. Cuadro resumen de temperaturas mensuales (°C)

°C	E	F	MR	AB	MY	JN	JL	AG	S	O	N	D
Ta	15,5	21	27	28,5	34	37	41,5	39,5	40,5	29	21	15
T'a	12,7	16	19,7	23	27,9	32,5	35,6	35,2	30,6	23,7	17,5	12,5
T	7,4	9,7	13,5	15	19,7	24,5	28,7	27,8	23,6	17,3	11	7,7
tm	3,5	4,7	7,7	8,9	13	17,7	20,1	20	16,7	12,2	6,7	3,9
ta	-11	-9	-10	-6,5	-2	2	4	0	1	-3	-8,5	-10
t'a	-6,1	-5	-3,9	-1,9	-1,7	5,5	7,9	8	4,9	0,6	-3,5	-5,4
t	-0,45	-0,36	2	3,5	6,9	10,6	12,7	12,5	9,7	6,4	2,2	0,1

Tabla 7. Significado de las temperaturas y los términos utilizados

Término	Significado
Ta	Temperatura máxima absoluta
T'a	Media de las temperaturas máximas absolutas
T	Temperatura media de las máximas
tm	Temperatura media mensual
ta	Temperatura mínima absoluta
t'a	Media de las temperaturas mínimas absolutas
t	Temperatura media de las mínimas

Para la realización del cuadro resumen de temperaturas estacionales, que se muestra en la Tabla 8, se ha considerado que las estaciones comprenden los siguientes meses:

- Primavera: marzo, abril y mayo.
- Verano: junio, julio y agosto.
- Otoño: septiembre, octubre y noviembre.
- Invierno: diciembre, enero y febrero.

Tabla 8. Cuadro resumen de temperaturas estacionales y anuales (°C)

°C	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Anual
Ta	29,83	39,33	30,16	17,16	29,12
T'a	23,47	34,42	23,92	13,71	23,88
tm	9,92	19,26	11,86	4	11,26
T	16,05	27,02	17,29	8,27	17,15
t'a	-1,32	7,16	0,67	-5,49	0,25
ta	-6,16	2	-3,5	-10	-4,41
t	4,13	11,93	6,1	-0,23	5,48

1.3.2. Representaciones gráficas de las temperaturas

Los valores presentados en la Tabla se pueden representar gráficamente, colocando en el eje de abscisas los meses del año y en el eje de ordenadas las temperaturas, cuya terminología se expresa en la Tabla 6, en grados centígrados. Esta representación se observa en la Gráfica 1.

Se puede apreciar que los meses más fríos se corresponden con los invernales, y que los más calurosos son los estivales. En primavera las temperaturas evolucionan al alza escalonadamente, mientras que en otoño descienden bruscamente, como es de esperar en un clima de tipo mediterráneo o continental.

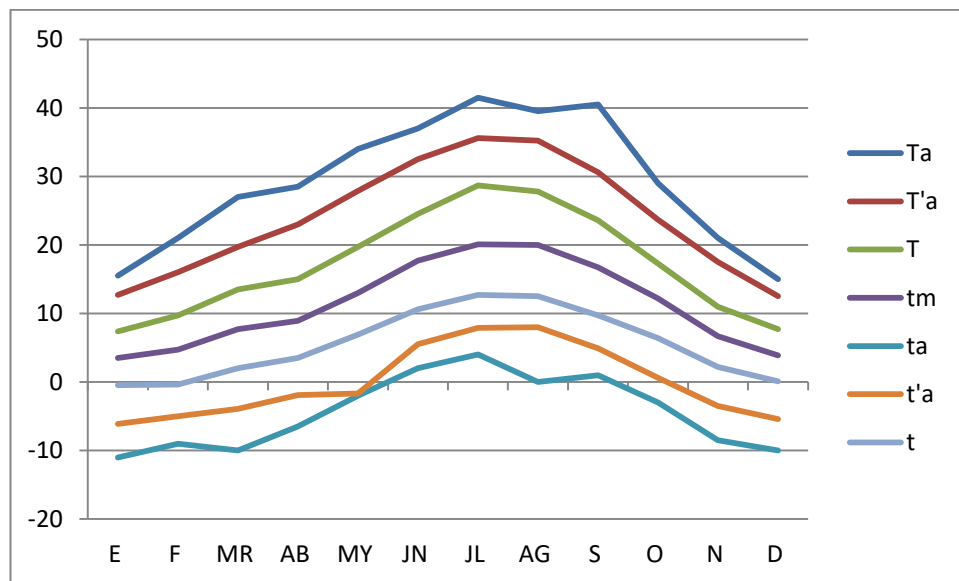


Gráfico 1. Gráfico compuesto de temperaturas

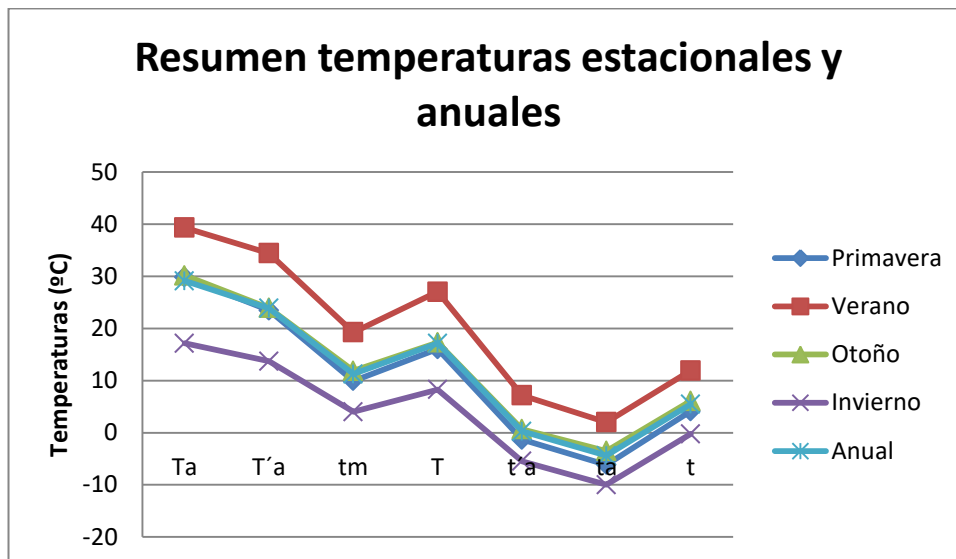


Gráfico 2: Resumen de temperaturas estacionales y anuales

1.3.3. Régimen de heladas

El estudio del régimen de heladas permite clasificar las diferentes épocas del año según el mayor o menor riesgo de que estas se produzcan. Está claro que en el estudio de la realización de una plantación las heladas son de vital importancia para alcanzar el éxito del proyecto y no poner en riesgo su rentabilidad.

Debemos analizar cuando tienen lugar las heladas en nuestra zona y utilizar esta información para elegir la variedad más adecuada para la zona.

1.3.3.1. Estimaciones directas

La aplicación de este método consiste en ver la fecha en la que se dan la primera y la última helada en la serie de datos termométricos. Las fechas estimadas son las siguientes:

- Fecha más temprana de la primera helada: 2 de Octubre
- Fecha más tardía de la primera helada: 24 de Noviembre
- Fecha más temprana de la última helada: 23 de Marzo
- Fecha más tardía de la última helada: 27 de Mayo
- Fecha media de la primera helada: 14 de Noviembre
- Fecha media de la última helada: 16 de Abril
- Periodo medio de heladas: 14 de Noviembre al 16 de Abril
- Periodo máximo de heladas: 2 de Octubre al 27 de Mayo
- Periodo mínimo de heladas: 24 de Noviembre al 23 de Marzo

Las temperaturas por debajo de las cuales se ve seriamente afectado el almendro en cada uno de sus estados fenológicos son las que se pueden ver en la Tabla 9.

Tabla 9. Temperaturas de helada que producen daños en el almendro en los distintos estados fenológicos (°C)

Estado fenológico	Temperatura crítica
Yema en reposo	-7
Se ve el cáliz	-3
Plena floración	-2
Fruto recién cuajado	-1
Fruto en desarrollo	-4

1.3.3.2 Estimaciones indirectas: Criterios de Emberger y Papadakis

Los métodos de estimación indirectos dividen el año en períodos con una probabilidad de producirse heladas. Estos períodos se establecen en función de unas temperaturas características, que varían según el criterio empleado.

La principal diferencia entre el método de Emberguer y el de Papadakis radica en que el primero se centra en el cálculo de los rangos en los que se producen las heladas mientras que el segundo autor se basa en el cálculo de los rangos libres de heladas.

Criterio de Emberger

Emberger calcula los períodos afectados por heladas. Divide el año en cuatro períodos, utilizando para ello las temperaturas medias de mínimas (t) mensuales, suponiendo que éstas se producen el día 15 de cada mes. Las fechas de comienzo y final de cada período se calculan por interpolación lineal de los días en los que se producen las temperaturas inmediatamente inferior y superior a la que define cada período. En la Tabla 11 se muestra los períodos definidos por Emberger, su temperatura característica y las fechas de comienzo y fin en la zona.

Para realizar dichos cálculos se han tenido en cuenta las temperaturas que se muestran en la tabla 11.

Tabla 10. Cuadro de temperaturas media de mínimas de la serie.

°C	E	F	MR	AB	MY	JN	JL	AG	S	O	N	D
t	-0,45	-0,36	2	3,46	6,94	10,58	12,75	12,50	9,68	6,38	2,24	0,1

Tabla 11. Resultados aplicando el método de Emberguer

	Comienza	Termina	Número días
Hs	20Diciembre	20Febrero	62
Hp	9Noviembre	6Abril	148
H'p	9Octubre	16Mayo	219
d	17Mayo	8Octubre	144

Leyenda:

Hs: Periodo de heladas seguras. Media de las mínimas inferior a 0 °C ($t \leq 0 \text{ °C}$)

Hp: Periodo de heladas muy probables Media de las mínimas entre 0 °C y 3 °C ($0 \text{ °C} < t \leq 3 \text{ °C}$)

H'p: Periodo de heladas probables .Media de las mínimas entre 3 °C y 7 °C ($3 \text{ °C} < t \leq 7 \text{ °C}$)

D: Periodo libre de heladas. Media de las mínimas superior a 7 °C ($t \geq 7 \text{ °C}$)

Criterio de Papadakis

El método propuesto por Papadakis permite determinar los períodos libres de heladas a partir de las temperaturas medias de mínimas absolutas $t'a$ mensuales. Este método considera que las temperaturas medias de mínimas absolutas se producen el último día del mes para los meses de marzo, abril, mayo, junio y julio, y el primer día del mes para agosto, septiembre, octubre, noviembre, diciembre, enero y febrero. Como en el criterio de Emberger, las fechas comienzo y fin de los períodos se determinan por interpolación lineal. La Tabla 12 presenta los períodos definidos por Papadakis, y las fechas de comienzo y fin en la zona.

Tabla 12. Períodos de heladas definidos por Papadakis

	Comienza	Termina	Número días
EMLH	17Abril	4Noviembre	201
EDLH	4Mayo	20Octubre	169
EmLH	19Julio	9Septiembre	52

Leyenda:

EMLH: Estación media libre de heladas. Meses en los cuales la media de las mínimas absolutas es $\geq 0 \text{ °C}$.

EDLH: Estación media disponible libre de heladas. Media de las mínimas absolutas es $\geq 2\text{°C}$.

EmLH: Estación mínima libre de heladas. Media de las mínimas absolutas es $\geq 7^{\circ}\text{C}$.

1.3.3.3. Conclusiones

En los criterios de Emberger y Papadakis se observa que los períodos de heladas son similares a los obtenidos en la estimación directa.

En conclusión, no se espera que las heladas primaverales produzcan daños en las variedades de floración extratardía de almendro. En la época de floración de estas variedades no se dan heladas de suficiente intensidad como para producir daños en las flores o en los frutos recién cuajados. Además, la tendencia del clima actual, con el cambio climático, conlleva un aumento de las temperaturas y una disminución de la incidencia de heladas primaverales en la zona

1.4. Elementos climáticos hídricos

1.4.1. Cuadro resumen de las precipitaciones y su representación gráfica

La Tabla muestra el resumen de las precipitaciones, mostrando los quintiles, la precipitación media y la mediana. Como siguiente paso se procede a la representación gráfica de las precipitaciones, que permite interpretarlas de forma más descriptiva. Esta representación se observa en el Gráfico 3.

Tabla 13. Cuadro resumen de precipitaciones totales y mensuales en mm

(mm)	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P_m	41,29	26,50	25,22	45,7	54,62	27,01	14,18	14,70	31,64	58,91	47,63	50,97
P_{na}	43,5	18,9	5,2	12,4	28,2	50,4	33,2	34	36,5	20,8	19,6	41,5
Q1	26,65	10,25	1,55	3,05	9,65	25,75	16,55	15,4	20,35	9,9	9,5	22,35
Q2	34,85	15,85	4,75	8,1	25,2	42,8	30,55	29,85	28,7	16,3	16,9	31,1
Q3	56	24,55	9,95	21,9	36,6	65,25	39,5	45,1	46,85	32	27,2	45,95
Q4	63,45	87,85	31,8	35,31	29,7	53,65	75,2	104,3	58,17	44,4	46,35	46,35

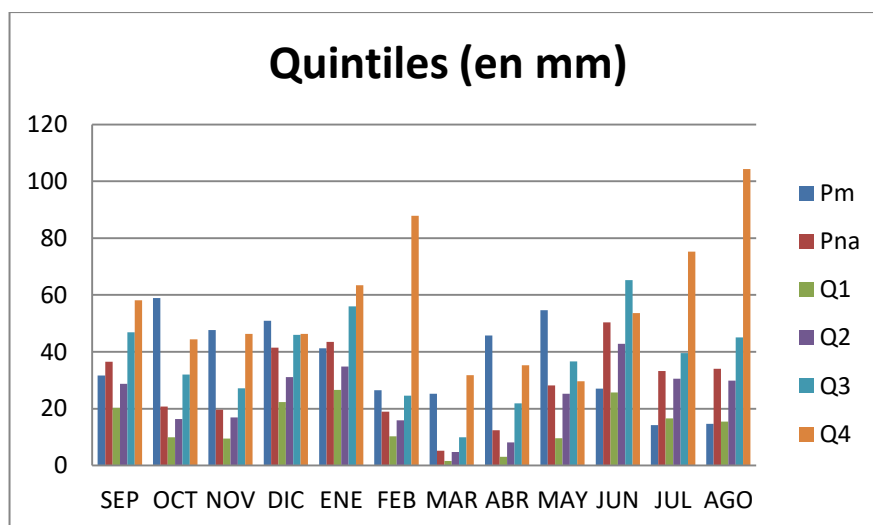


Gráfico 3. Quintiles, mediana y precipitación media mensual

1.4.2. Histograma de precipitaciones

El histograma de precipitaciones permite observar, de forma gráfica, el número de años en los que las precipitaciones han sido de un volumen concreto, establecido por intervalos.

Tabla 14. Distribución de frecuencia de precipitación

Intervalo de precipitación [mm]	N.º años	Intervalo de precipitación [mm]	N.º años
0-100	0	400-500	12
100-200	0	500-600	11
200-300	9	600-700	3
300-400	7	700-800	1

Distribución de frecuencia de precipitación

La mayor frecuencia observada se corresponde con el intervalo entre 400 y 500 mm anuales. Para el cultivo en secano de la mayoría de especies frutales poco exigentes se requieren, al menos, 500 mm anuales de precipitación correctamente distribuidos. Con la precipitación media de la zona no es suficiente para satisfacer las necesidades hídricas del almendro, sobretodo porque la distribución no es regular, por lo que será necesaria la instalación de un sistema de riego adecuado.

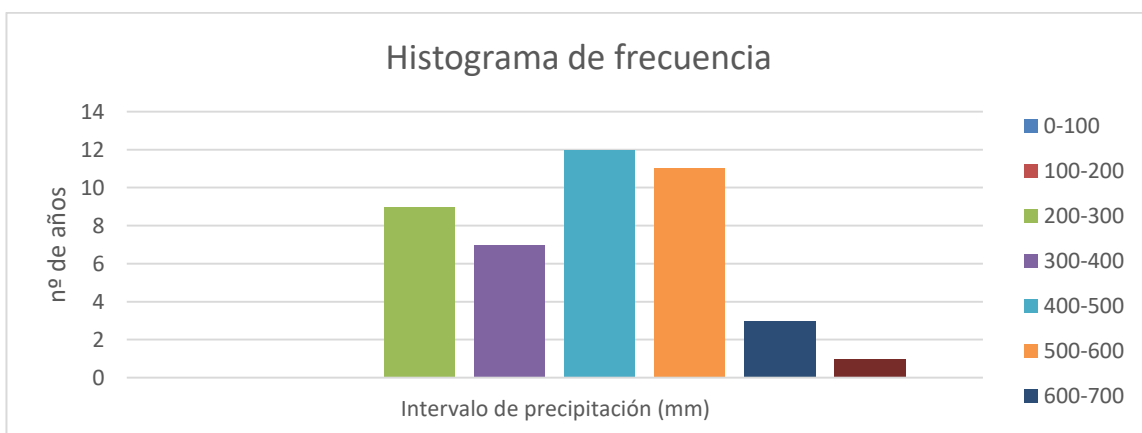


Gráfico 4. Histograma de frecuencias de precipitaciones

1.4.3. Precipitaciones máximas en 24 horas

La intensidad y frecuencia de las precipitaciones es muy importante en el uso del suelo. Las lluvias intensas pueden degradar la estructura del suelo o dañar los cultivos.

A continuación, en la Tabla 15, se muestra un cuadro resumen indicando, para cada mes, el valor más alto de las precipitaciones máximas en 24 horas y la media de precipitación para cada mes.

La precipitación máxima se da en el mes de Septiembre, con 112,4 mm. Estas precipitaciones se producen en tormentas de mediana intensidad, que no suelen producir daños sobre los cultivos frutales en la zona.

Tabla 15. Cuadro resumen de precipitaciones máximas en 24 horas (mm/24h)

(mm)	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P´max	24,4	20,3	22	32,3	45,4	46	31,5	31	112,4	51,4	57,4	51,1
Pmax	12,95	8,63	9,96	13,36	21,64	10,44	8,91	10,12	19,44	18,95	16,3	16,09

Leyenda:

P´max: precipitación máxima absoluta de la serie

Pmax: media de las precipitaciones máximas de la serie.

1.5. Elementos climáticos secundarios

Dentro de los elementos climáticos secundarios conviene analizar el viento y el número de días de granizo y nieve medios en cada mes. La incidencia de estos elementos condiciona la necesidad o no de instalación en la plantación de elementos de protección contra ellos.

1.5.1. Estudio de los vientos

Los vientos influyen notablemente en el desarrollo de los cultivos, y en especial de los árboles frutales. Vientos de intensidad leve pueden favorecer la polinización en especies anemófilas. Sin embargo, vientos excesivamente fuertes tienen efectos negativos sobre la polinización, reduciendo considerablemente la cosecha.

A continuación se presenta en una tabla velocidad, direcciones dominantes y frecuencia del viento

Tabla 16. Dirección, frecuencia y velocidad del viento

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic
Dirección Dominante	W	W	NE	W	W	NE	NE	NE	NE	W	W	SSW
% calmas	26,2	21,4	14	9,9	11,2	7,9	6,8	8,7	3,8	23,1	18,6	22,8
Veloc.max	32-50	20-32	>50	>50	32-50	20-32	32-50	20-32	32-50	32-50	32-50	32-50
Direc Vmax	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W

Como se puede observar la dirección dominante será W-NE, con unas velocidades relativamente bajas y con un buen porcentaje de calmas. Por lo tanto el viento no causará daños en nuestra plantación.

1.5.2. Granizo, nieve, escarcha niebla y rocío

En la posterior tabla se analizan los elementos climáticos secundarios a excepción del viento.

Tabla 17. Días de nieve, granizo, escarcha y niebla.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic
Días de nieve	1,2	0,9	0,2	0,33	0	0	0	0	0	0	0,2	0,5
Días granizo	0	0,1	0,2	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0	0,1	0,1	0,0
Días escarcha	11,4	10,1	6,12	2,10	0,1	0	0	0	0,10	0,9	7,8	10,6
Días niebla	10,29	3,53	1,5	0,9	0,86	0,5	0,2	0,2	1,1	2,7	7,15	10,35

Se observa que el riesgo de daños por granizo es bajo, puesto que el número medio de días de granizo al año es de 1,4. Este fenómeno se produce fundamentalmente en los meses de Marzo, Abril y Mayo como podemos ver en el gráfico. Por el contrario en el período que comprende de junio a diciembre los días de granizo son muy escasos o incluso inexistentes en muchos meses, por lo que no se espera que se produzcan daños sobre los frutos en sus etapas intermedias de desarrollo y en la maduración. Además cuando se produce este fenómeno en la zona el granizo suele ser leve.

La nieve tampoco es un factor que cause problemas en la zona, con sólo 3,33 días de nieve al año de media. Además estas nevadas son de escasa intensidad, por lo que no va a plantear problemas en los cultivos frutales.

1.6. Representaciones mixtas

Representan el clima de una región, estableciendo una correlación entre temperaturas y precipitaciones.

Los datos necesarios para representar dichas gráficas vienen determinados por la siguiente tabla:

Tabla 18. Precipitación y temperaturas medias mensuales

Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Pm[mm]	41,29	26,50	25,22	45,7	54,62	27,01	14,18	14,70	31,64	58,91	47,63	50,97
Tm[°C]	3,5	4,7	7,7	8,9	13	17,7	20,1	20	16,7	12,2	6,7	3,9

1.6.1. Climodiagrama ombrotérmico de Gaussen

El diagrama ombrotérmico de Gaussen permite identificar el período seco en el cual la precipitación es inferior a dos veces la temperatura media (como aproximación a la sequedad estacional, considerando $2 \cdot tm$ una estimación de la evapotranspiración). La escala de precipitaciones es el

doble que la de temperaturas. El área comprendida entre las dos curvas indica la duración e intensidad del período de sequía.

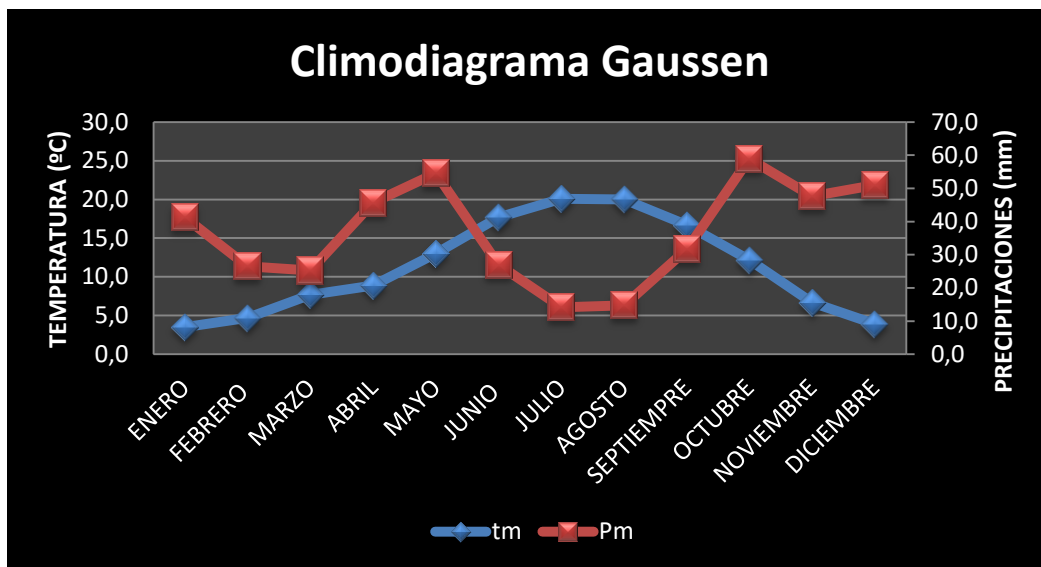


Gráfico 5. Climodiagrama ombrotérmico de Gausson

1.6.2. Climodiagrama de termohietas

El climodiagrama de termohietas representa en el eje de las abscisas las temperaturas medias mensuales en °C, y en el eje de las ordenadas las precipitaciones medias mensuales en mm. Combinando ambos datos para cada mes se obtienen doce puntos que, unidos mediante líneas forman una gráfica.

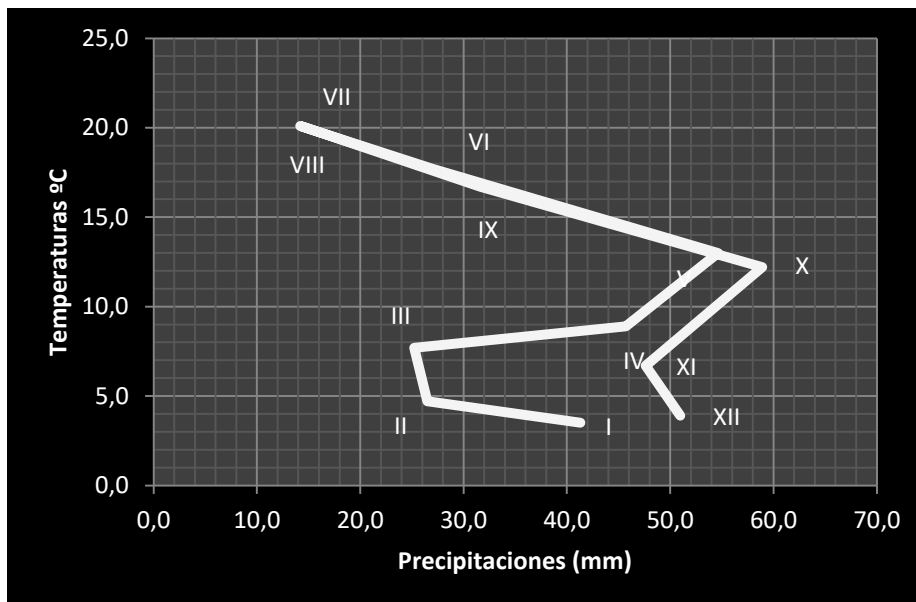


Gráfico 6. Climodiagrama de termohietas

1.7. Cálculo de horas-frío

Para el cálculo de las horas-frío se han seguido dos procedimientos: el método de Weimberger y el método de Mota.

Método de Weimberger

Weimberger establece una correlación entre horas-frío y la temperatura media de las medias de los meses de diciembre y enero. La correlación que se establece se puede observar en la Tabla 19.

Tabla 19. Correlación entre temperatura media de las medias de los meses de diciembre y enero y horas-frío, según Weimberger

Temperatura	13,2	12,3	11,4	10,6	9,8	8,3	7,6	6,9	6,3
HF	450	550	650	750	850	950	1050	1150	1350

La temperatura media de las medias de diciembre y enero, para la zona, es 3,7 °C. En consecuencia, la zona presenta, según el método de Weimberger, más de 1350 horas-frío.

Método de Mota:

El cálculo de las horas-frío según el método de Mota se ha realizado utilizando las temperaturas medias de los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero (por ser la zona de clima frío continental) y aplicando la siguiente fórmula:

$$Y = 485,1 - 28,52X$$

Y: número de horas-frío mensual.

X: temperatura media mensual

En la Tabla se observa un resumen de los datos empleados en el cálculo, así como el número de horas-frío anuales obtenidas mediante el método de Mota.

Tabla 20. Determinación de las horas-frío según el método de Mota

	Temperatura media mensual	Horas-frío mes
Noviembre	6,7	294,02
Diciembre	3,9	373,9
Enero	3,5	385,3
Febrero	4,7	351,06
	TOTAL	1404,28

El número de horas-frío existentes en la zona satisface las necesidades de todas las especies frutales de climas templado-frío y templado cálido, por lo que este parámetro no va a plantear ningún tipo de problema. Este número de horas-frío es suficiente para un adecuado desarrollo del cultivo del almendro.

1.8. Cálculo de la evapotranspiración

1.8.1. Introducción

Se conoce como evapotranspiración (ET) a la combinación de dos procesos diferentes por los que el agua se pierde a través de la superficie del suelo por evaporación y, por otra parte, mediante transpiración del cultivo.

La evaporación de un suelo cultivado se determina principalmente por la fracción de radiación solar que llega a la superficie del suelo. Esta fracción disminuye a lo largo del ciclo del cultivo a medida que el dosel del cultivo proyecta más sombra sobre el suelo. En las primeras etapas del cultivo, el agua se pierde principalmente por evaporación directa del suelo, pero con el desarrollo del cultivo y finalmente cuando este cubre totalmente el suelo, la transpiración se convierte en el proceso principal.

Se conoce como evapotranspiración de referencia (ET_o) a la tasa de evapotranspiración de una superficie de referencia, que ocurre sin restricciones de agua. Los únicos factores que afectan a la ET_o son los parámetros climáticos, por lo que se puede calcular a partir de datos meteorológicos.

La evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar se denomina ET_c y se refiere a la evapotranspiración de cualquier cultivo cuando se encuentra exento de enfermedades, con buena fertilización y se desarrolla en parcelas amplias, bajo óptimas condiciones de suelo y agua, y que alcanza la máxima producción de acuerdo a las condiciones climáticas reinantes. Su cálculo se realiza multiplicando ET_o por un coeficiente de cultivo "K". Este parámetro se emplea en el diseño agronómico del riego.

1.8.2. ET_o según Penman-Monteith

Existen diversos métodos para estimar la evapotranspiración basados en datos meteorológicos, pero el más aceptado es el de Penman-Monteith. Este método es el recomendado por la FAO, y sus indicaciones serán las que se sigan para su cálculo.

La ecuación FAO Penman-Monteith para el cálculo de la evapotranspiración es la siguiente:

$$ET_o = \frac{0,408\Delta \times (R_n - G) + \gamma \times \left(\frac{900}{T} + 273\right) \times u_2 \times (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 \times u_2)}$$

Donde:

ET_o: evapotranspiración de referencia (mm/día).

R_n: radiación neta de la superficie de cultivo (MJ/m²·día).

R_a: radiación extraterrestre (mm/día).

G: flujo de calor del suelo (MJ/m²·día).

T: temperatura media del aire a 2 m de altura (°C).

u₂: velocidad del viento a 2 m de altura (m/s).

e_s: presión de vapor de saturación (kPa).

e_a : presión real de vapor (kPa).

Δ : pendiente de la curva de presión de vapor (kPa/°C).

γ : constante psicrométrica del instrumento (kPa/°C).

Utilizando la expresión anterior, los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 21. Datos de evapotranspiración

ET _o	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
mm/día	0,66	1,27	2,60	3,35	4,45	5,15	5,62	5,20	3,86	1,70	1,14	0,77
mm/mes	20,5	36,8	80,6	100,5	137,9	154,5	174,2	161,2	115,8	52,7	34,2	23,9

1.9. Continentalidad

La continentalidad se define como el efecto climático producido por la lejanía de una zona a una gran masa de agua. Esto provoca una disminución de la humedad y de las precipitaciones. Los dos índices más usados para medir este parámetro son el de Kerner y el de Gorczyński.

1.9.1. Índice de continentalidad de Gorczyński

Establece una relación entre la continentalidad y la amplitud térmica anual, basándose en que la inercia térmica del océano (masa de agua) modera las temperaturas extremas. Dicha relación está matizada por la latitud para compensar la tendencia de la oscilación térmica a incrementarse a medida que aumenta la latitud. Según el valor del índice se establecen distintos tipos climáticos.

Tabla 22. Tipos de clima según el valor del índice de continentalidad de Gorczyński

Parámetros de Gorczyński	
Ig	Tipo de clima
<10	Marítimo
10-20	Semimarítimo
20-30	Continental
>30	Muy continental

La ecuación que permite calcular este índice es la siguiente:

$$I_g = \frac{1,7 \times (t_{m12} - t_{m1})}{\text{sen}(\text{latitud})} - 20,4$$

Donde:

Alumno: Alfonso Gómez Nieto
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: : Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

tm_{12} : temperatura media del mes con temperatura media más alta.

tm_1 : temperatura media del mes con temperatura media más baja.

L: latitud en grados sexagesimales

Introduciendo nuestros valores obtenemos:

$$\text{Índice de continentalidad de Gorczynski} = \frac{1,7 \times (20,13 - 3,46)}{\text{sen}(41,3)} - 20,4 = 22,68$$

1.9.2. Índice de oceanidad Kerner

Este índice se basa en que la cercanía al mar influye generalmente en primaveras más frescas y otoños más cálidos. Por eso, en el numerador tiene en cuenta las temperaturas de primavera y otoño y en el denominador la amplitud térmica anual. En la Tabla 22 se muestran los tipos de climas, definidos por Kerner, en función del resultado de la fórmula.

Tabla 23. Tipos de clima según el valor del índice de oceanidad de Kerner

Parámetros de Kerner	
I_k	Tipo de clima
>26	Marítimo
18-26	Semimarítimo
10-18	Continental
<10	Muy continental

Este índice se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$I_k = \frac{100 \times (tm_X - tm_{IV})}{tm_{12} - tm_1}$$

Donde:

tm_X : temperatura media del mes de octubre.

tm_{IV} : temperatura media del mes de abril.

tm_{12} : temperatura media del mes con temperatura media más alta.

tm_1 : temperatura media del mes con temperatura media más baja.

Resolviendo la ecuación se obtiene:

$$\text{Índice de Kerner} = \frac{100 \times (12,20 - 8,95)}{20,13 - 3,46} = 17,49$$

A la vista del resultado se afirma que el índice de Kerner indica que el clima de Villalar es continental, al entrar dentro de los parámetros correspondientes a la clasificación de este índice.

1.10. Índices climáticos

Los índices de aridez consideran como dato principal las precipitaciones caídas a lo largo del año y las temperaturas como indicador de la energía utilizable para evaporar esa precipitación. Los más habituales son los índices de Lang, De Martonne, Emberger y Vernet.

1.10.1. Índice de pluviosidad de Lang

El índice de pluviosidad de Lang se calcula teniendo en cuenta las precipitaciones acumuladas anuales totales P en mm y la temperatura media anual t_m en °C.

Tabla 24. Zonas de influencia climática según Lang

Valores de I	Zonas de influencia climática según Lang
0-20	Desiertos
20-40	Zonas áridas
40-60	Zonas húmedas de estepa o sabana
60-100	Zonas húmedas de bosques claros
100-160	Zonas húmedas de grandes bosques
>160	Zonas Perhumedas de prados y tundra

El índice de Lang se define por la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{t_m}$$

Sustituyendo en la formula obtenemos:

$$I = \frac{438,37}{11,26} = 38,93$$

Dado que el resultado se halla entre 20 y 40, se trata de una “zona árida”.

1.10.2. Índice de aridez de DeMartonne

Al igual que el índice de Lang, De Martonne parte de las precipitaciones acumuladas anuales totales P en mm y la temperatura media anual t_m en °C para determinar el tipo de clima de la zona. La ecuación que permite calcular este índice es la siguiente:

$$I = \frac{P}{(t_m + 10)}$$

Tabla 25. Índice de Martonne para los meses del año

Valores de I_M	Zonas según Martonne
<5	Desiertos
5-10	Semidesierto
10-20	Semiarido tipo Mediterraneo
20-30	Subhúmeda
30-60	Húmeda
>60	Perhúmeda

Si aplicamos la fórmula de Martonne obtenemos:

$$I = \frac{438,39}{(11,26+10)} = 20,62$$

Dado que el resultado se halla entre 20 y 30, se trata de una “zona subhúmeda”.

1.10.3. Índice de Emberger

El índice de Emberger resulta más preciso que los anteriores, pues define un clima mediante cuatro componentes aditivas consecutivas: la región subclimática o género, el tipo de invierno, la variedad y la forma. Esto se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

$$Q = K \cdot P / (T_{12}^2 - t_1^2)$$

Donde:

P: precipitación anual.

t₁: temperatura media mínima más baja en K.

T₁₂: temperatura media máxima más alta en K.

K: es un parámetro tabulado cuyo valor varía entre 100 o 2000 en función de si $t_1 > 0^\circ\text{C}$ o si $t_1 < 0^\circ\text{C}$.

Tabla 26. Género de los climas mediterráneos según Emberger

Género	Vegetación
Mediterráneo árido	Matorrales
Mediterráneo semiárido	<i>Pinushalepensis</i>
Mediterráneo subhúmedo	Olivo, alcornoque
Mediterráneo húmedo	Castaño, abeto mediterráneo
Mediterráneo de alta montaña	Cedro, abeto, pinu, juniperus

Tabla 27. Tipo de invierno de los climas mediterráneos según Emberger

Tipo de invierno	t_1 (°C)	Heladas
Muy frío	<-3	Muy frecuente e intensas
Frío	-3-0	Muy frecuentes
Fresco	0-3	Frecuentes
Templado	3-7	Débiles
Cálido	≥ 7	Libre de heladas

En este caso el valor de K es 2000. Aplicando la formula obtenemos:

$$Q = 2000 * 438,39 / [301,69^2 - 272,5^2] = 52,31$$

En el gráfico de Emberguer la subregión climática para un valor de $Q=52,31$ y un $t_1=-0,45^\circ\text{C}$ es el mediterráneo templado, con un tipo de invierno frío con heladas muy frecuentes e intensas, de variedad inferior y de forma otoño.

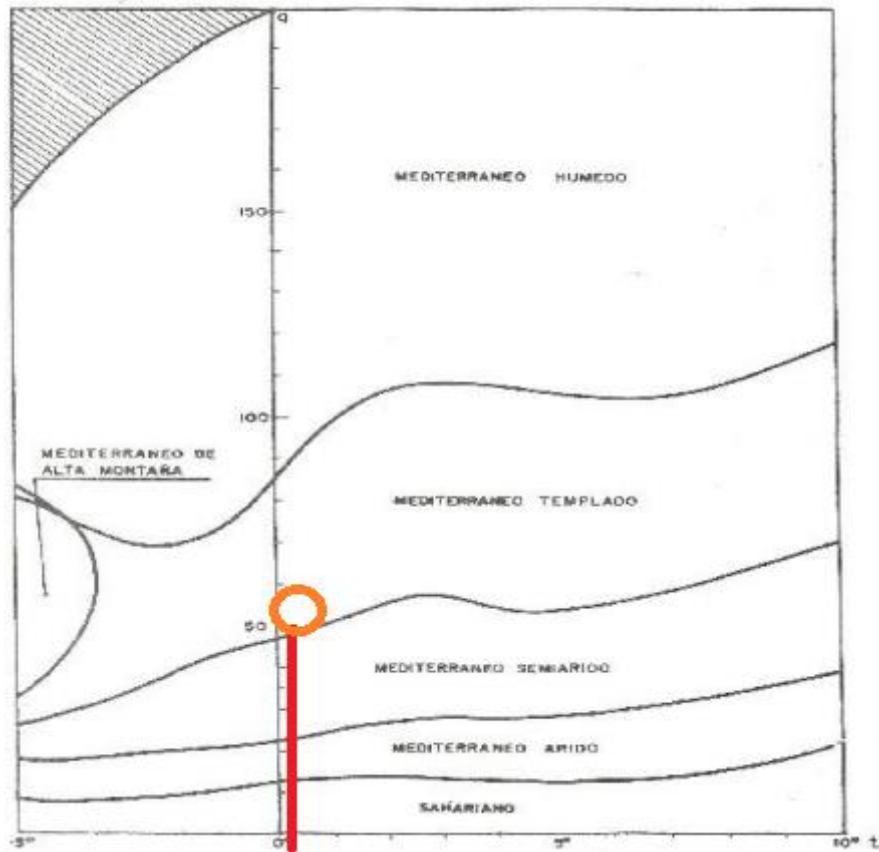


Gráfico 7: Gráfico de Emberguer

1.10.4. Índice de Vernet

El índice de Vernet diferencia el régimen hídrico de las distintas comarcas europeas. Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$I_v = \pm \frac{100(H-h)T_v}{P \times P_v};$$

Dónde:

H: precipitación de la estación más lluviosa en mm.

h: precipitación de la estación más seca en mm.

P: precipitación anual en mm.

P_v : precipitación estival en mm, que se calcula como la suma de las precipitaciones mensuales de junio, julio y agosto.

T'_v : media de las temperaturas máximas estivales.

El valor del índice lleva signo negativo cuando el verano es el primero o el segundo de los mínimos pluviométricos anuales, y positivo en caso contrario.

Introducimos nuestros datos y obtenemos:

$$I_v = - \frac{100(138,2 - 55,9) \times 34,42}{438,37 \times 55,9} = -11,56$$

Tabla 28. Zonas de influencia climática según Vernet

I_v	Tipo de clima
$> +2$	Continental
$0 \text{ a } +2$	Oceánico-Continental
$-1 \text{ a } 0$	Pseudooceánico
$-2 \text{ a } -1$	Oceánico-Mediterráneo
$-3 \text{ a } -2$	Submediterráneo
< -3	Mediterráneo

El índice de Vernet calculado es inferior a -3, por lo que la zona tiene un “clima de tipo mediterráneo”.

1.11. Clasificación climática de Köppen

En general las clasificaciones climáticas establecen una serie de categorías definidas por una serie de condiciones sobre parámetros climáticos, para acotar unos ecosistemas (con referencia especial la vegetación) y franjas latitudinales. Es decir, se basan en los conocimientos de la meteorología sirviendo de claro apoyo a la fitogeografía. Las comunidades vegetales, comunidades definidas por similitud morfológica, están condicionadas por el régimen hídrico. Es decir: el agua regula la posibilidad de existencia de un bosque cerrado, de un bosque claro, de matorral, de herbazal o de desierto. Dentro de una determinada formación, las diversas asociaciones, comunidades definidas por similitud florística, vienen condicionadas por la temperatura. Esto es, dado un cierto régimen hídrico, la temperatura define la selva o la taiga, la sabana o la estepa. Aunque, el límite altitudinal y el latitudinal viene determinado por la temperatura, y las circunstancias edáficas pueden condicionar la existencia de una cierta formación y/o una determinada asociación vegetal. Köppen establece una clasificación climática basada en el grado de aridez y la temperatura. Define diferentes tipos de clima según los valores de la temperatura y de precipitación, independientemente de la situación geográfica. Para poder aplicar correctamente las tablas siguientes, hay que tener en consideración que todos los valores de precipitación vienen en cm.

Tabla 29 . Grupo de clima según Köppen

1ª letra	tm ₁	tm ₁₂	Sequedad (P-T)	Nomenclatura
A	>18°			Tropical lluvioso
B			P _i >0,7*P y P<tm P _v >0,7*P y P<2*tm +28 P<2*tm+14	Seco
C	<18°	>10°		Templado, húmedo, cálido, mesotérmico
D	>-3°	<10°		Boreal, templado, frío, húmedo, nieve
E	<-3°	<10°		Polar

Tabla 30. Subgrupo de clima según Köppen

2ª letra	Grupos posibles	Condiciones
s (verano)	A,C,D	P _{i6} >3*P _{v1} la estación seca es en verano
w (invierno)	A,C,D	P _{v6} >10* P _{v1} la estación seca es en invierno
F (falta estación seca)	A,C,D	P ₁ >6 no hay estación seca ni s ni w
M (monzón)	A	6> P ₁ >10-0,04(P)
W (desierto)	B	P<tm y P ₁ >0,7*P (Pmax invernal) P<tm+14 y P ₁ >0,7*P (Pmax en verano) P<tm+7 y P uniformemente distribuidas
S (estepa)	B	Tm<P<2*tm Pmax invernal Tm+14<P<2*tm+28 Pmax verano Tm+7<P>2*tm+14 P uniforme

Tabla 31. Tipos climáticos según Köppen

Subdivisión	condición	Grupos posibles
a (veranos calurosos)	tm ₁₂ >22°C	C,D
b (veranos cálidos)	tm ₉ >10°C	C,D
c (veranos cortos y frescos)	Tm ₁₀ ó tm ₁₁ ó tm ₁₂ >10°C	C,D
d (inviernos muy fríos)	tm ₁ <3,8°C	D
h (seco y caluroso)	tm>18°C	B
K (seco y frío)	tm>18°C y tm ₁₂ > 18°C	B

En conclusión las letras correspondientes a la clasificación de Köppen para el municipio de Villalar donde estará ubicada la plantación son Csb.

1.12. Conclusiones

Se puede concluir, que desde el punto de vista climático, el almendro es un cultivo perfectamente viable en la zona, las temperaturas invernales no deberían presentar problemas para el cultivo de especies frutales de clima templado, entre las que se encuentra el almendro y no deberíamos encontrarnos ningún problema en la plantación, siempre y cuando se elijan variedades de floración extratardía para evitar el riesgo de heladas durante la floración y se dote a la plantación de un sistema de riego adecuado que permita garantizar una producción abundante y de calidad.

El granizo es el elemento climático que más problemas puede generar en plantaciones frutales. Sin embargo, la frecuencia con la que se producen granizadas en la zona es muy baja, por lo que no se considera necesaria la instalación de un sistema de defensa. Los demás elementos climáticos secundarios no van a originar problemas.

2. Estudio edafológico

2.1. Introducción

Se realizara un análisis del suelo donde se va a establecer la plantación para conocer las características físico-químicas del mismo. Mediante dicho análisis se pretende determinar si existen ciertos aspectos edáficos desfavorables que limiten el desarrollo el tamaño y el vigor de los árboles, así como su rendimiento y productividad.

2.2. Toma de muestras

Debido al tamaño de la parcela, no es posible analizar la parcela entera, por ello se tomarán muestras lo más representativas posibles de la parcela en su conjunto.

Primero inspeccionaremos el suelo de la parcela visualmente para comprobar si apreciamos alguna diferencia, tras la inspección visual comprobamos que el terreno es bastante homogéneo, a pesar de ello se han tomado 5 submuestras a una profundidad de unos 30 cm y finalmente se mezclaron, sumando un total de 1 kg para ser analizadas en el laboratorio.

2.3. Resultados de los análisis

Los resultados de los análisis se exponen en la siguiente tabla, con la valoración correspondiente de cada uno de los distintos parámetros.

Tabla 31. Características físico-químicas del suelo

Parámetro	Cantidad	Método	Valoración
Profundidad	2,1metros	Calicata	Sin problemas
Arena	80,40%	ISSS	Alto
Limo	9,6%	ISSS	Bajo
Arcilla	10%	ISSS	Bajo
Textura	-	ISSS	Franco-arenoso
pH	8,3	1:2,5	Alcalino
CE	0,13 mmhos/cm	1:2,5	No salino
Materia orgánica	1,6%	Walkey-Black	Baja
Carbonatos	2,99%	Calcímetro	Bajo
Caliza activa	4,90 %	Calcímetro	Bajo
Fósforo	30 ppm	Olsen	Alto
Potasio	156 ppm	Emisión atómica	Alto
Calcio	4136 ppm	Absorción atómica	Muy Alto
Magnesio	336 ppm	Absorción atómica	Alto
Sodio	29 ppm	Emisión atómica	Bajo

Leyenda:

CE: Conductividad eléctrica

2.4. Interpretación de los resultados

2.4.1. Características físicas

2.4.1.1. Profundidad

Para determinar la profundidad del suelo de la parcela objeto del proyecto vamos a realizar una calicata. La profundidad del suelo es una característica muy importante de la finca donde realizaremos el proyecto ya que puede limitar el desarrollo del almendro, debido a que las raíces requieren suficiente profundidad para tener disponibilidad de agua y de nutrientes. Los cultivos frutales necesitan profundidades libres de al menos 1 o 1,5 m.

A pesar de ello el almendro es capaz de desarrollarse aunque la profundidad libre sea menor de la indicada anteriormente.

En el caso de nuestra finca no se espera que aparezcan problemas en este aspecto debido a que la profundidad libre es de 2,1 m.

2.4.1.2. Textura

La textura refleja la distribución cuantitativa de las partículas del suelo, clasificadas en función de su tamaño (arena, limo y arcilla, de mayor a menor). El diagrama triangular del ISSS considera que el suelo tiene una textura Franco-arenoso.

Los suelos con textura Arenoso-franco son suelos fáciles de trabajar, muy permeables tanto al agua como al aire y poco compactos. En consecuencia el desarrollo radicular es óptimo y no se presentan problemas de drenaje. Son suelos que se calientan rápidamente, lo que favorece la maduración de los frutos. Tienen poca capacidad de retención de nutrientes, que se agrava con el bajo contenido de materia orgánica.

En conclusión, el suelo presenta una textura adecuada para el cultivo del almendro. Se espera que el desarrollo radicular sea bueno y que no se produzcan problemas de asfixia radicular. Una cuestión a tener en cuenta es el contenido en materia orgánica, que deberá ser adecuado en el momento de la plantación.

2.4.1.3. Estructura

La estructura de un suelo implica unas condiciones de infiltración agua y porosidad, por lo que si la estructura es adecuada, se reducirán problemas de drenaje, asfixia radicular,...

La estructura ideal para el cultivo es la fragmentaria granular o, en su defecto, la migajosa o terrosa, precisamente la estructura migajosa es la que presenta el suelo, por lo que tampoco se esperan problemas en cuanto a la estructura del suelo de nuestra finca.

2.4.1.4 Permeabilidad

La permeabilidad mide la velocidad de infiltración de agua en el suelo y viene determinada por la profundidad, textura y estructura del suelo. Si todos estos parámetros son relativamente favorables, la permeabilidad también presentará unos valores apropiados para el cultivo frutal y permitirá un drenaje interno suficiente para que no se produzcan problemas de asfixia radicular.

2.4.2. Características químicas

2.4.2.1. Alcalinidad

Para analizar la aptitud de un suelo para el cultivo frutal, en lo que al riesgo de alcalinidad de refiere, se deben tener en cuenta dos parámetros: por una parte el contenido en carbonatos y caliza activa, que en conjunto representan el contenido y forma de la cal en el suelo, y por otra parte el pH del mismo.

El contenido en carbonatos del suelo refleja un valor de 2,99 %, que se considera bajo en un suelo. El contenido de caliza activa es de 4,90 %, que se asocia a un nivel bajo.

Por su parte en pH del suelo se sitúa en 8,3, lo que confiere a este suelo un carácter alcalino.

El almendro es muy resistente a la clorosis férrica. Tolera adecuadamente niveles elevados de carbonatos y caliza activa. El suelo de la finca presenta un nivel bajo de carbonatos totales, y bajo de caliza activa, que permite perfectamente el cultivo del almendro. El pH del suelo es de 8,3, un nivel ajustado al rango de pH óptimo para el cultivo del almendro (7-8,5).

Por tanto no habrá problemas para el cultivo del almendro.

2.4.2.2. Salinidad

La salinidad hace referencia al contenido total en sales solubles del suelo. Se determina midiendo la conductividad eléctrica del extracto del suelo en proporción 1 : 2,5 a 25 °C.

En nuestro caso como podemos ver en la tabla el suelo analizado presenta una conductividad eléctrica muy baja, por lo que no presentará problemas de salinidad.

2.4.2.3. Fertilidad

Para valorar la fertilidad del suelo hay que tener en cuenta, por una parte, el contenido en materia orgánica del suelo y, por otra, el contenido en cada uno de los nutrientes más importantes (fósforo, potasio y magnesio). El nitrógeno no se tiene en cuenta, pues es siempre necesario aportarlo periódicamente, dada su movilidad en el suelo.

En cuanto al contenido en materia orgánica del suelo, este presenta un valor de 0,75%. Esta es una cantidad baja, por lo que se recomienda realizar una enmienda orgánica previa a la plantación para elevar este contenido a valores más adecuados para el cultivo frutal.

En relación con el contenido en nutrientes, se puede observar que el contenido en fósforo y magnesio es alto, por lo que, a priori, no cabe esperar problemas carenciales de estos dos elementos.

2.4.3 Relaciones suelo-agua

2.4.3.1. Capacidad de campo

La capacidad de campo es el contenido de agua que es capaz de retener un suelo a las 24 horas de una lluvia copiosa. Dicha capacidad de retención está relacionada con la textura del suelo, aumentando cuanto más fina es ésta.

Para calcular dicho parámetro se utiliza una fórmula que tiene en cuenta la fracción de los distintos componentes del suelo: arena, limo y arcilla.

La mencionada fórmula es la siguiente:

$$Cc = 0,484x Ac + 0,162x L + 0,023 x Ar + 2,62$$

Donde se tiene que:

Cc: humedad a la capacidad de campo, expresada en porcentaje de suelo seco.

Ac: contenido en arcilla, expresada en porcentaje de suelo seco.

L: contenido en limo, expresado en porcentaje de suelo seco.

Ar: contenido en arena, expresado en porcentaje de suelo seco.

Introducimos nuestros datos y obtenemos:

$$Cc = 0,484x 10 + 0,162x 9,6 + 0,023 x 80,40 + 2,62 = 10,86\%$$

La capacidad de campo del suelo es del 10,86%.

2.4.3.2. Punto de marchitez

El punto de marchitamiento permanente es el punto de humedad mínima en el cual una planta no puede seguir extrayendo agua del suelo y no puede recuperarse de la pérdida hídrica aunque la humedad ambiental sea saturada.

Al igual que la capacidad de campo el punto de marchitez se calcula mediante una fórmula que es la siguiente:

$$Pm = 0,302 x Ac + 0,102 x L + 0,0147 x Ar$$

Donde:

Pm: humedad en punto de marchitamiento, expresada en porcentaje de suelo seco.

Ac: contenido en arcilla, expresada en porcentaje de suelo seco.

L: contenido en limo, expresado en porcentaje de suelo seco.

Ar: contenido en arena, expresado en porcentaje de suelo seco

Introducimos nuestros datos y obtenemos:

$$Pm = 0,302 x 10 + 0,102 x 9,6 + 0,0147 x 80,40 = 5,18\%$$

El punto de marchitamiento del suelo es del 5,18%

2.4.3.3. Agua disponible

El agua disponible es la diferencia entre la capacidad de campo y el punto de marchitamiento. También se denomina agua útil *AU*, y depende de la textura, del espesor de la capa del suelo

explorado por las raíces, la estructura y el contenido en materia orgánica. Se puede calcular a través de la fórmula:

Agua útil (AU) = Capacidad de campo – Punto de marchitamiento

AU= 10,86%-5,18%= 5,68%

El agua disponible en el suelo es 5,68% expresado en porcentaje de suelo.

2.5. Conclusiones

El suelo presenta unas características físicas adecuadas para el cultivo de cualquier especie frutal. Se trata de un suelo profundo de 2,1 m de textura franco-arenosa y estructura migajosa, con una buena permeabilidad. Por todo ello se espera un adecuado desarrollo radicular de los árboles, con ausencia de problemas de asfixia radicular.

En relación a las características químicas, no presenta problemas en cuanto a la salinidad y la alcalinidad. El pH de nuestro suelo se encuentra en el rango de pH óptimo para el cultivo del almendro al ser un pH de 8,3. Por todo ello no se esperan problemas de ninguna índole en relación a estos aspectos.

Se trata de un suelo pobre en materia orgánica, con un 1,60 %. Es necesario realizar una enmienda orgánica con estiércol antes de la plantación, para elevar el contenido de materia orgánica a niveles más adecuados.

Los nutrientes se encuentran en cantidad suficiente en el suelo.

En conclusión, el suelo de la parcela objeto del proyecto presenta unas características físicas y químicas adecuadas para el cultivo del almendro.

3. Análisis de agua de riego

3.1. Toma de muestras

El agua de riego que se va a utilizar en la plantación proviene de un pozo localizado en la finca donde se va a implantar el proyecto. Se trata de un pozo de sondeo.

Para la recogida de la muestra se ha dispuesto de un recipiente de material plástico de 1,5 L de capacidad, limpio, que después se ha cerrado herméticamente, para que no se altere la muestra.

La muestra se ha llevado a un laboratorio.

3.2. Resultados de los análisis

Los datos de los resultados facilitados tras el análisis de la muestra, han sido los siguientes:

Tabla 32. Resultados del análisis de agua de riego

Parámetro	Resultado
CE	0,69 mmhos/cm
pH	8,02
Bicarbonatos	4,66 meq/L
Carbonatos	0,167 meq/L
Cloruros	3,66 meq/L
Sulfatos	3,8 meq/L
Nitratos	0,398 meq/L
Nitritos	0,001 meq/L
Magnesio	3,15 meq/L
Calcio	3,87 meq/L
Sodio	4,5 meq/L
Potasio	0,184 meq/L
RAS	2,38
Clasificación	C2S1

3.3. Interpretación de los resultados

3.3.1. Salinidad

La concentración de sales del agua se valora midiendo su conductividad eléctrica. Las sales modifican la extracción de agua del terreno, variando la presión osmótica de la disolución. El agua penetra en las raíces por efecto osmótico, al ser la presión osmótica en el interior de las mismas superior a la exterior. Las aguas salinas tienen una mayor presión osmótica que las aguas no salinas, lo que puede producir, en especies sensibles, la no absorción del agua por parte de la planta. Además, determinadas sales, en concentraciones inadecuadas, producen toxicidad.

En laboratorio la salinidad se determina mediante la conductividad eléctrica *CE*, medida en mmhos/cm. Un agua es apta para el riego cuando su concentración de sales disueltas es inferior a 1 g/L. La concentración de sales disueltas y la conductividad eléctrica están relacionadas por la siguiente ecuación:

$$SD = 0,64 \times CE$$

Donde:

SD: concentración de sales disueltas.

CE: conductividad eléctrica en mmhos/cm.

Introducimos nuestros datos y obtenemos:

$$SD = 0,64 \times 0,69 = 0,441 \text{ g/L}$$

Dado que la concentración de sales disueltas del agua analizada es de 0,512 g/L, que es inferior a 1 g/L, observamos que el agua es apta para el riego.

3.3.2. pH

En nuestro caso el agua que va a ser utilizada para nuestra plantación procede de un sondeo dentro de la propia finca. Por este motivo dicho agua va a estar condicionado por la zona en la que está ubicada la finca.

El intervalo normal de pH del agua de riego está entre 6 y 8,5. Los valores altos o bajos indican la presencia de productos contaminantes. El agua analizada no presenta problemas, ya que tras realizar las pruebas obtenemos que su pH (8,02) se sitúa dentro del rango normal.

3.3.3. Sodicidad

La sodicidad se expresa como la proporción de cationes sodio que tienen el agua respecto a la suma de cationes de calcio y magnesio.

El efecto perjudicial del sodio sobre los cultivos es, en la mayoría de los casos, indirecto, debido a la influencia negativa que tiene este catión sobre la estructura del suelo.

Para medir la sodicidad del agua, tradicionalmente se ha empleado el índice Relación de Absorción de Sodio *RAS*, pero actualmente la FAO recomienda usar el índice Relación de Absorción de Sodio Ajustado (*RASaj*). A continuación se muestran los dos métodos:

RAS

Para el cálculo del RAS se utiliza la siguiente expresión:

$$RAS = \frac{Na^+}{(Ca^{2+} + Mg^{2+})/2} \wedge \frac{1}{2}$$

Introducimos nuestros datos y obtenemos:

$$RAS = \frac{4,5}{\sqrt{\frac{(3,87+3,15)}{2}}} = 2,38$$

Tabla 33. Efectos del nivel de sodicidad del agua de riego expresado en RAS sobre el suelo.

RAS	Sodicidad	Suelo
0-10	Baja	Sin problemas
10-18	Media	Problemas en suelos arcillosos
18-26	Alta	Problemas en suelos arenosos, ricos en Ca ²⁺ y materia orgánica
26-30	Muy alta	No utilizable

Dado que la muestra analizada presenta un RAS de 2,91 el agua utilizada para el riego tiene una baja alcalinidad y es apta para el riego en todo tipo de suelos

RAS_{aj}

La clasificación de la FAO introduce un nuevo factor, ampliando el ya conocido RAS. Se determina a partir del RAS y, teniendo en cuenta la posible existencia de carbonatos y bicarbonatos en el agua de riego, se obtiene la siguiente expresión para determinar el RAS_{aj}:

$$\text{RAS}_{aj} = \text{RAS} (1 + (8,4 - \text{pHc}))$$

Donde:

8,4: pH del agua destilada en equilibrio con el CaCO₃.

pHc: pH teórico del agua de riego en contacto con la calcita y en equilibrio con el CO₂. El pHc se determina mediante la siguiente fórmula:

$$\text{pHc} = (\text{pK}_2 - \text{pK}_c) + \text{P}(\text{Ca} + \text{Mg}) + \text{p}(\text{Alk})$$

Dónde:

pK₂ y pK_c son los logaritmos con signo cambiado de la segunda constante de disociación del H₂CO₃ y de la constante de solubilidad del CaCO₃.

p (Ca + Mg) es el logaritmo negativo de la concentración de (Ca²⁺ + Mg²⁺)

p (Alk) es el logaritmo negativo de la concentración equivalente de CO₃²⁻ + HCO₃⁻

En este caso, aplicando los datos del análisis de agua, se obtiene:

$$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+ = 3,87 + 3,15 + 4,5 = 11,52 \text{ meq/l}$$

A partir de ese valor se determina la (pK₂-pK_c), que en este caso es 2,3.

$$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} = 3,87 + 3,15 = 7,02$$

A partir de ese valor se determina la p(Ca+Mg), que en este caso es 2,45

Por último se calcula la suma de aniones CO₃²⁻ y CO₃H⁻.

$$\text{CO}_3^{2-} + \text{CO}_3\text{H} = 0,167 + 4,66 = 4,827$$

A partir de ese valor se determina la $p(\text{AlK})$, que en este caso es 2,3.

Por tanto el $p\text{Hc}$ es: $p\text{Hc} = 2,3 + 2,45 + 2,3 = 7,05$

Sustituyendo en la ecuación del RAS ajustado se obtiene:

$$\text{RAS}_{aj} = 2,38 (1 + (8,4 - 7,05)) = 5,59$$

Tabla 34. Clasificación de la peligrosidad del agua según el RAS_{aj}

RAS_{aj}	Gravedad del problema
<6	Nula o baja
6-9	Media
>9	Alta o muy alta

Según el valor obtenido (5,6), se puede decir que el agua es totalmente apta para el riego, puesto que no hay riesgo alguno de sodificación.

3.3.4. Carbonato sódico residual (Eaton)

El carbonato sódico residual CSR indica la peligrosidad del sodio una vez que han reaccionado los cationes calcio y magnesio con los aniones carbonato y bicarbonato. Es un estimador de la capacidad degradante del agua. Se determina como la diferencia entre las sumas de carbonato y bicarbonato por una parte y de calcio y magnesio por la otra:

$$\text{CSR} = (\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-) - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$$

Por lo tanto, sustituyendo en la anterior ecuación queda:

$$\text{CSR} = (0,167 + 4,66) - (3,87 + 3,15) = -2,2 \text{ meq/l}$$

Con valores de CSR inferiores a 1,25 meq/L el agua es recomendable para el riego. Puesto que el valor de CSR es de -2,2 meq/L, se puede concluir que el agua es apta para el riego, pues no tiene una capacidad degradante elevada

3.3.5. Dureza

La dureza se define por el contenido en Ca y Mg (dureza total). Suele expresarse en mg/l de CaCO_3 o bien en grados franceses ("F"). (1 F = 10 mg/l de CaCO_3), aunque esta última unidad va cayendo en desuso.

La dureza de las aguas subterráneas naturales varía generalmente entre 10 y 300 mg/l de CaCO_3 , pudiendo llegar a 2000 o más. El agua analizada para el riego presenta unos valores de calcio y magnesio de 3,87 meq/l y 3,15 meq/l, respectivamente. Convirtiéndolos en mg/l son 77,4 mg/l de calcio y 38,27 mg/l de magnesio. Para conocer la interpretación se debe transformar a grados franceses, según la siguiente expresión:

$$\text{hF}^\circ (\text{mg/l CaCO}_3) = \text{Ca}^2 (\text{mg/l}) \times 0,25 + \text{Mg}^2 (\text{mg/l}) \times 0,413$$

Introducimos nuestros datos y obtenemos:

$$hF^{\circ} = 77,4 \times 0,25 + 38,27 \times 0,413 = 35,15^{\circ} F$$

Tabla 35: Clasificación del agua según su dureza

Dureza (en mg/l CaCO ₃)	Tipo de agua
<60	Agua blanda
60-120	Agua moderadamente dura
120-180	Agua dura
>180	Agua muy dura

El agua analizada es blanda, por lo que no debería ocasionarnos problemas de obturación de los goteros. A pesar de ello se intentará realizar una limpieza periódica del sistema de riego inyectando ácido nítrico.

3.3.6. Norma Riverside de clasificación del agua de riego

Establece la clase del agua en función del riesgo de salinización (mediante la CE) y la relación de absorción de sodio que pueda originar su uso. Así, se establecen categorías de clases de aguas enunciadas según las letras C (salina) y S (sódica).

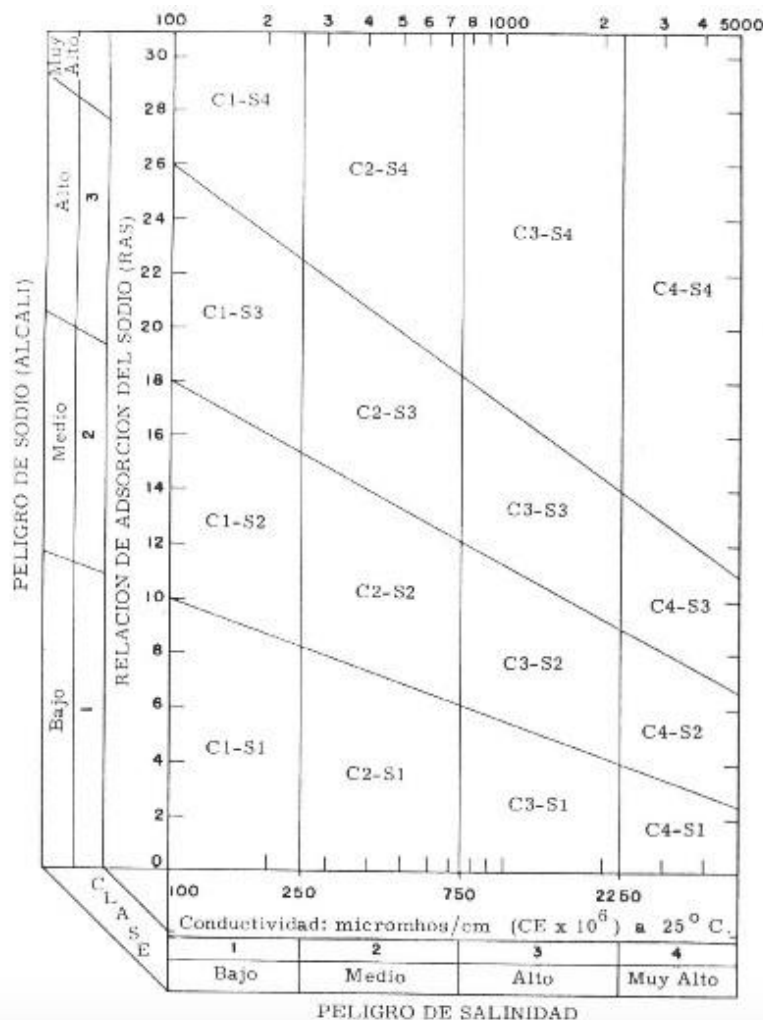


Gráfico 7. Determinación de la clasificación del agua de riego según la Norma Riverside

Para su clasificación se utiliza el siguiente gráfico, situando en el eje de abscisas la conductividad eléctrica, en micromhos/cm y en el de ordenadas la relación de absorción de sodio.

Según el diagrama de clasificación introduciendo nuestros datos, se trata de un agua C_2S_1 , lo que quiere decir que es:

C₂: Agua de salinidad media, apta para el riego. En ciertos casos puede ser necesario emplear volúmenes de agua en exceso y utilizar cultivos tolerantes a la salinidad.

S₁: Agua con bajo contenido en sodio, apta para el riego en la mayoría de los casos. Sin embargo, pueden presentarse problemas con cultivos muy sensibles al sodio.

Por lo tanto, se concluye que es un agua apta para el riego y que tiene bajo riesgo de salinización y riesgo medio de sodicidad en el suelo.

3.4. Conclusiones

Tras analizar los diferentes parámetros se puede concluir que el agua no va a suponer ningún tipo de problema a la hora de su empleo en las distintas actividades del proceso productivo de la plantación, tanto para el riego como para otras necesidades propias que estén recogidas en este proyecto.

En la finca se dispone de agua apta para el riego y de buena calidad y no debería suponernos ningún problema su utilización.

4. Estudio de comercialización

4.1. Introducción

El almendro *Prunus dulcis*(Mill.) D.A.Webb , es un árbol caducifolio de la familia de las rosáceas, que posee un gran interés ya que sus semillas son comestibles y se denominan almendras.

El almendro tiene sus orígenes en las regiones montañosas de Asia central y en España se lleva cultivando aproximadamente unos 2000 años. Se piensa que fue introducido por los fenicios, y posteriormente despertó gran interés en los romanos, ya que fue motivo de muchos intercambios comerciales. Más tarde, fue apreciado también por los musulmanes, los cuales utilizaban la almendra en infinidad de recetas y, durante la Edad Media, se convirtió en un producto de lujo.

Desde los años 70 del siglo XX se han llevado a cabo programas de mejora vegetal, que han buscado obtener nuevas variedades que se adapten mejor a las condiciones climáticas de las zonas interiores de la Península Ibérica. Estos programas han sido desarrollados por centros públicos como el IRTA de Cataluña, CEBAS-CSIC de Murcia y el CITA de Aragón. Junto con ello, en países como Francia y Estados Unidos, donde se ha desarrollado notablemente la tecnificación del cultivo del almendro, se han creado nuevas variedades y patrones.

La producción mundial de almendra ha aumentado mucho en los últimos años al igual que su demanda por parte de los consumidores.

El país que lidera la producción es Estados Unidos y concretamente el estado de California.

A día de hoy, el cultivo de la almendra va un poco encaminado a reproducir las técnicas de cultivo estadounidenses en nuestro país, puesto que siempre ha sido el líder mundial a nivel de producción y mecanización. Los rendimientos en EEUU son hasta 20 veces superiores, alcanzándose una media en California en el año 2011 de 2.850 kg/ha, lo que nos da una idea del camino que aún nos queda por recorrer hasta alcanzar estos potenciales. Hoy día los objetivos son claros, aumentar las densidades de plantación y optimizar la mecanización de la explotación para obtener con la menor mano de obra posible y la menor superficie posible los más altos rendimientos y conseguir así, un aumento exponencial de la rentabilidad del cultivo.

4.2. Objetivos

Los objetivos que se busca conseguir en el mercado de la almendra son:

Calidad. La almendra producida en la explotación debe ser de la máxima calidad, para obtener el mayor beneficio posible por su venta. En el mercado cotizan a mayor precio las almendras procedentes de las variedades Marcona y Desmayo Largueta. Por tanto, es fundamental elegir correctamente las variedades que se van a implantar, para que la almendra producida tenga unas características que interesen al mercado.

Cantidad: Abastecer la cada vez mayor demanda del producto.

Rentabilidad: Como todo negocio el principal objetivo es mejorar todo lo posible la rentabilidad de las plantaciones, para obtener el mayor beneficio económico posible.

4.3. Descripción del canal de comercialización

4.3.1. Funciones de la comercialización

La comercialización es el conjunto de funciones que se desarrollan desde que el producto sale del establecimiento de un productor hasta que llega al consumidor.

A continuación se detalla en qué consiste cada una de esas funciones en el caso de la almendra.

Acopio

El acopio o recepción del producto procedente de las distintas explotaciones lo realizan cooperativas o grandes empresas dedicadas, casi en exclusiva, a la comercialización de frutos secos.

Las Organizaciones de Productores de Frutos Secos han contribuido a mejorar el canal comercial de la almendra y del resto de frutos secos, ofreciendo servicios adicionales a la comercialización. Entre estos servicios se incluyen los procesos de preparación y el asesoramiento técnico.

La cosecha se venderá a una cooperativa o empresa de comercialización de frutos secos.

Preparación

La preparación del producto está compuesta por tres fases: la selección, la clasificación y la limpieza. Estas labores las puede realizar en parte el productor, pero lo más frecuente es que las realicen las empresas comercializadoras o las cooperativas.

La preparación del producto la realizará la empresa o cooperativa que reciba la cosecha.

Distribución

La distribución de la almendra comienza con el almacenamiento de la producción por parte de las cooperativas o empresas comercializadoras.

Son dos los destinos principales de la producción de almendra española: la industria y la exportación. La exportación puede suponer hasta el 100 % de las salidas de algunas empresas comercializadoras. Los principales países importadores son Alemania y China.

Al igual que en el acopio y la preparación, la distribución de la almendra acondicionada será responsabilidad de la empresa o cooperativa que reciba la cosecha.

4.3.2. Intermediarios

El número de intermediarios que intervienen en el proceso de comercialización de la almendra como en prácticamente cualquier producto, no es un número fijo.

La comercialización comienza con la venta del producto a las cooperativas o empresas especializadas en frutos secos. Éstas se encuentran agrupadas por las Organizaciones de Productores de Frutos Secos (OPFS).

En contacto entre la industria, ya sea nacional o internacional, y las OPFS lo realizan agentes comerciales. Este eslabón de la cadena comercial es cerrado pero transparente.

La industria se encarga de la transformación del producto. En España, el principal destino de la almendra es la fabricación de dulces tradicionales como el turrón, el mazapán o distintos postres regionales.

4.3.3. Categorías comerciales

La almendra se puede comercializar de muy diversas formas, ya sea entera, bien en sus distintos industrializados, es decir, formas obtenidas después de un proceso industrial que modifica su aspecto externo. Las distintas categorías comerciales, tienen las siguientes denominaciones (entre paréntesis la denominación americana):

Almendra en cáscara (Inshell): Grano provisto de su endocarpio leñoso.

Almendra en grano o natural (Shelled o Whole): Grano natural, desprovisto de su endocarpio leñoso y cubierto por su piel o tegumento. Puede ser dulce o amargo.

Almendra repelada o blanca (Blanched): Grano de almendra desprovisto de su piel o tegumento.

Almendra en mitades (Split): Cada uno de los cotiledones que resultan de la división de una almendra, consecuencia del proceso de repelado.

Destríos (Defects): Granos y trozos que sobran de la selección de almendras enteras y que aparecen podridas, semipodridas, y semipeladas. También las almendras con la corteza adherida (pelonas, tontas o borregas)

Se utilizan para hacer aceites de almendras.

Trozos (Broken): Partes de grano que se originan en el descascarado y restantes manipulaciones.

Gemelas (Doubles): Almendras dobles propias de algunas variedades.

Industrializados (Manufactured): Pueden proceder de almendra entera, de medias, trozos y gemelas.



Figura 1: Categorías comerciales

En España las variedades en cáscara se comercializan en España en función de la dureza de su cáscara, como:

Mollares: Variedades de cáscara muy blanda que se pueden romper fácilmente.

Fitas: Variedades de cáscara semidura o semimollar

Duras: Variedades de cáscara muy consistente, que únicamente se pueden romper con algún instrumento u objeto contundente.

Lo más frecuente es realizar la comercialización sin cáscara en las formas natural o repelada.

En este caso, las almendras se comercializan de conformidad con el nombre de su variedad si están tipificadas, o conforme al nombre genérico de la región que agrupa distintas variedades.

4.3.4. Márgenes comerciales

Para que podamos vender la almendra (pepita almendra), esta debe cumplir unos estándares de calidad para el cliente y para el propio precio de la almendra, por eso debemos evitar la mezcla de almendra casi en su totalidad, si no queremos obtener bajos precios en la almendra. Los porcentajes de mezcla en la almendra que se suelen establecer son los siguientes:

- 8% Marcona
- 6% Largueta
- 6% Ramillete
- 6% Ferragnes
- 6% Garrigues
- 6% Guara

Por lo tanto los márgenes comerciales varían mucho en función de si cumplimos las condiciones establecidas. Los márgenes comerciales se distribuyen de forma irregular. Aunque frecuentemente el 1 % del margen tiene como destino a los agentes comerciales, siendo el resto para las OPFS y la industria transformadora.

4.3.5. Situación global del mercado de almendra

Hoy día, para entender la rentabilidad de un negocio, como puede ser tratar de estudiar el mercado de la almendra, deberemos tener en cuenta la globalización a la que estamos sometidos, es decir, el precio de un determinado producto vendrá marcado por la ley de la oferta y la demanda a nivel mundial, ya que poco importa lo que ocurra en un determinado país, puesto que las exportaciones e importaciones están a la orden del día.

Por ello, para realizar un estudio adecuado de los mercados conviene empezar desde una perspectiva global e ir afinando poco a poco hasta llegar a los mercados locales. Es evidente que si en un determinado país se da una escasez de un producto los precios fluctuarán al alza y si hay abundancia variarán a la baja, pero si bien es cierto que no cambiarán en una medida tan acusada como si pudiera haber una escasez a nivel mundial, que dispararía los precios enormemente, como está ocurriendo a día de hoy con la almendra, o en caso contrario, se desplomarían. Así para

analizar el mercado de la almendra, se empezará analizando la situación a nivel mundial, después a nivel europeo, y finalmente, a nivel nacional.

4.3.6. Situación a nivel mundial

En los últimos años la producción mundial de almendra ha aumentado mucho.

El país que lidera la producción es EEUU y concretamente el estado de California que aporta casi el 80% de la producción mundial de cada campaña.

Tabla 36: Producción mundial de almendra en grano (toneladas)

Pais	2012	2013	2014	2015
EEUU	916393	855022	911585	848218
Australia	49585	73361	65060	82509
España	45000	32000	60750	65957
Turquía	16000	15000	10000	13000
Italia	12500	5000	9000	7500
Resto	101800	79000	83000	58000
Total	1141278	1059383	1139395	1075184

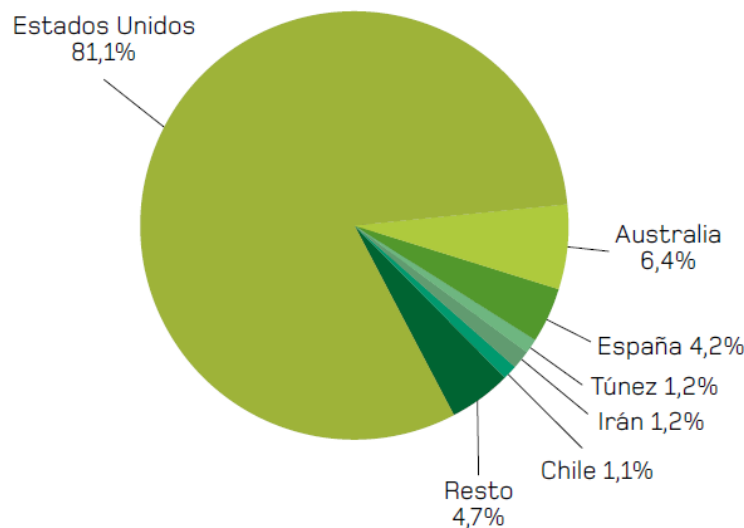


Gráfico 8. Cuota de producción de los principales países de almendra 2017-2018

Los datos aportados por la tabla y el gráfico, nos muestran que Estados Unidos encabeza la lista de productores de almendra con un porcentaje en torno al 81%, seguido de Australia y España.

4.3.7. Situación a nivel europeo:

Según datos de la FAO, dentro de la Unión Europea, al igual que a nivel mundial, las importaciones y exportaciones de almendra han ido en aumento. Sin embargo, no han ido creciendo al mismo ritmo importaciones y exportaciones, puesto que el consumo ha sufrido un crecimiento exponencial, que no ha podido ser abastecido con la producción autóctona, lo que ha favorecido el crecimiento exponencial de las importaciones frente a un crecimiento tímido de las exportaciones

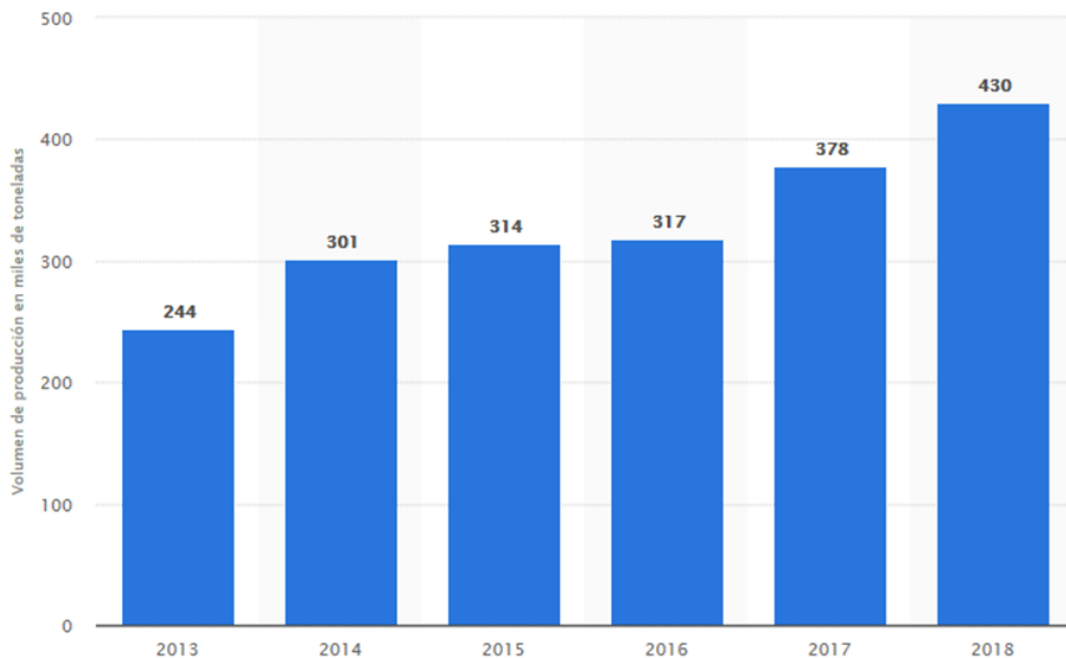


Gráfico 9. Producción de almendras en la Unión Europea en 2013-2018

Al igual que a nivel mundial, dentro de Europa el encarecimiento de la almendra durante los últimos años ha sido vertiginoso.

Como se puede observar en el gráfico cada año hay una mayor producción de almendras dentro de la UE, esto es debido a los avances en el cultivo y las variedades que han permitido que la almendra sea mucho más rentable, pero sobretodo a la gran demanda de almendra que hay en la actualidad.

4.3.8. Situación a nivel nacional

España es un gran exportador, pero al mismo tiempo es uno de los mayores importadores de almendra.

La producción en España se centra en todo el corredor mediterráneo aunque en interiores también se produce.

En cuanto al balance comercial, al igual que está ocurriendo en el resto del mundo, se está observando un fuerte aumento en la demanda de almendras, así como un aumento en la producción de las mismas. Sin embargo, aún no se han alcanzado los niveles de demanda internos.

En España hay una capacidad industrial en relación con la almendra de: 50 descascaradoras, 19 repeladoras y 15 industrializadoras.

Son muchos los retos a los que se enfrenta el sector de la almendra en nuestro país pero el primero y más importante es abastecer el mercado nacional con almendra de calidad.

Hay procesadores de almendra que se muestran recelosos de trabajar con la almendra española por el peligro de que vayan mezcladas almendras dulces y amargas.

Se considera que el mercado de la almendra es un sector que ofrece una atractiva rentabilidad a corto y medio plazo, presentando aún mucho margen de beneficio en los precios actuales.

En cuanto a la producción de las distintas comunidades de España comentar que Andalucía se mantiene a la cabeza en producción nacional de almendra con 107.474 toneladas. Le sigue Aragón con 64.659 toneladas, Castilla-La Mancha con 43.598 toneladas, la Comunidad Valenciana con 37.204 toneladas y Murcia con 24.896 toneladas.

4.4. Conclusiones

Debido a que España es incapaz de cubrir siquiera la mitad de su propio consumo, más de cien mil toneladas al año. Se prevé un continuo auge de este fruto seco y por ello podemos decir que cada vez más este sector está en alza.

Además el consumidor está marcando nuevas tendencias. Cada vez se relaciona más el consumo de alimentos con la salud y el cuidado y por ello se ha incrementado la compra de productos como la bebida de almendra, o frutos secos propios para deportistas. Cada vez más se utiliza este fruto seco como ingrediente para más productos.

Aunque disminuya el precio de la almendra cuando las nuevas plantaciones entren en producción, la rentabilidad seguirá siendo elevada.

En cuanto a la comercialización de la almendra, debido a que hay muchas empresas que tienen gran interés en promover este cultivo, existen infinidad de cooperativas y empresas que se encargan del acopio del producto y fijan el precio con el agricultor, por lo que únicamente el proyecto se centrará en la producción de almendra, ya que el procesado y distribución corre a cargo de estas cooperativas.

ANEJO II: SITUACIÓN ACTUAL

Índice anejo II

1. Forma de explotación actual.....	3
2. Evaluación financiera de la situación actual.....	3

Índice Figuras

Figura 1: Diagrama de la rotación de cultivos: Remolacha/ girasol /trigo/ guisante	3
--	---

1. Forma de explotación actual

La finca objeto del estudio es propiedad del promotor del proyecto. Actualmente la tiene arrendada para su explotación a un agricultor de la zona. El precio del arrendamiento es de 260€/ha y año.

El actual explotador de la parcela la dedica a diversos cultivos, siguiendo la rotación: Remolacha/ girasol /trigo/ guisante. El criterio técnico que se sigue en la rotación es alternar cultivos esquilmanes con otros cultivos más mejorantes .

Eligiendo como cabeza de rotación la Remolacha que aporta buenos rendimientos en la zona.

El girasol deja mucha materia orgánica en el suelo y aprovecha el agua y los elementos nutritivos más profundos gracias a sus raíces pivotantes, además ayuda a fijar el nitrógeno atmosférico y no consume muchos nutrientes, por tanto así van mejorando la tierra para sembrar.

El trigo nos aporta rendimiento económico en cuanto a la relación beneficios costes de producción aunque su precio de venta es bajo.

Para acabar el guisante mejora la tierra gracias a que fija el nitrógeno atmosférico.

El contrato de arrendamiento vence en Julio de 2019 y a partir de este momento el propietario de la parcela y promotor de este proyecto decide establecer una plantación de almendros.

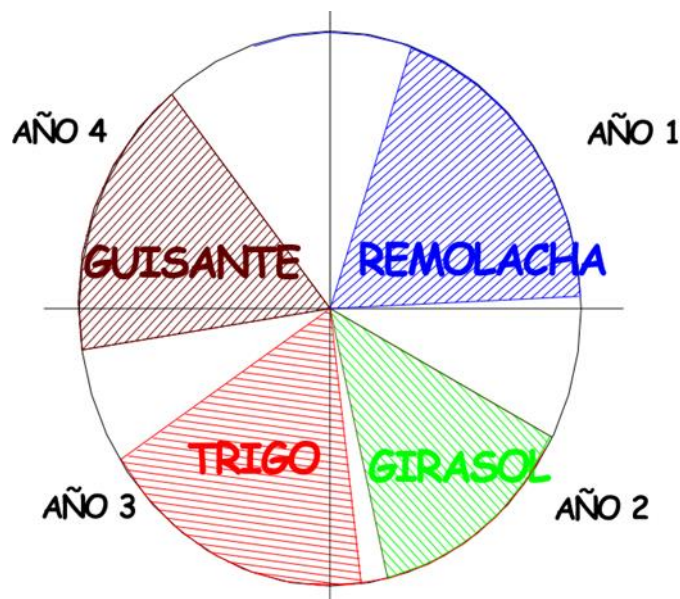


Figura 1: Diagrama de la rotación de cultivos: Remolacha/ girasol /trigo/ guisante

2. Evaluación financiera de la situación actual

Para realizar la evaluación financiera de la situación actual se tienen en cuenta los ingresos y los gastos que soporta la finca en la situación actual. En cuanto a los ingresos debemos tener en cuenta el cobro del arrendamiento 260€/ha y año.

En cuanto a los gastos que genera la finca, únicamente se trata del pago del IBI al ayuntamiento de Villalar de los comuneros dicho gasto es de unos 30 euros.

Por lo tanto el promotor y propietario de la finca recibe:

$(260\text{€/ha y año}-30\text{€}) \times 46 \text{ ha} = 10580\text{€ al año.}$

Tras la realización del estudio se puede afirmar que las expectativas de mejora económica son altas, ya que actualmente los recursos y valía de la finca se consideran infrautilizados. Mediante la implantación de un cultivo frutal de alto rendimiento y rentabilidad como es el almendro el promotor puede obtener un beneficio superior al que recibe actualmente.

ANEJO III: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Índice Anejo III: Estudio de alternativas

1. Estudio de alternativas	4
1.1. Identificación de las alternativas.....	5
2. Restricciones impuestas por los condicionantes.....	5
3. Evaluación de alternativas.....	6
3.1. Alternativas en la elección de la especie.....	6
3.1.1. Identificación de las alternativas.....	6
3.1.2. Criterios de valor	6
3.1.3. Evaluación de las alternativas	6
3.1.4. Análisis multicriterio de las alternativas	7
3.1.5. Alternativa elegida.....	8
3.2. Alternativas en la elección de la variedad	8
3.2.1. Identificación de las alternativas.....	8
3.2.2. Criterios de valor	9
3.2.3. Evaluación de las alternativas	10
3.2.4. Análisis multicriterio de las alternativas	12
3.2.5. Alternativa elegida.....	13
3.3. Alternativas en la elección del patrón.....	14
3.3.1. Identificación de las alternativas.....	14
3.3.2. Criterios de valor	14
3.3.3. Evaluación de las alternativas	15
3.3.4. Análisis multicriterio de las alternativas	17
3.3.5. Alternativa elegida.....	18
3.4. Alternativas en la elección del diseño de plantación.....	19
3.4.1. Alternativas en la elección de la disposición de plantación.....	19
3.4.2. Identificación de las alternativas.....	19
3.4.3. Criterios de valor	19
3.4.4. Evaluación de las alternativas	20
3.4.5. Análisis multicriterio de las alternativas	20
3.4.6. Alternativa elegida.....	20
3.5. Alternativas en la elección de la densidad y marco de plantación	21
3.5.1. Identificación de las alternativas.....	21
3.5.2. Criterios de valor	21

3.5.3. Evaluación de las alternativas	22
3.5.4. Análisis multicriterio de las alternativas	22
3.5.5. Alternativa elegida.....	23
3.6. Alternativas en la elección de la orientación de las filas	23
3.6.1. Identificación de las alternativas.....	23
3.6.2. Criterios de valor	23
3.6.3. Análisis multicriterio de las alternativas	24
3.6.4. Alternativa elegida.....	24
3.7. Alternativas en la elección del sistema de poda de formación.....	25
3.7.1. Identificación de las alternativas.....	25
3.7.2. Criterios de valor	25
3.7.3. Evaluación de las alternativas	25
3.7.4. Análisis multicriterio de las alternativas	28
3.7.5. Alternativa elegida.....	28
3.8. Alternativas en la elección del sistema de riego	28
3.8.1. Identificación de las alternativas.....	28
3.8.3. Criterios de valor	29
3.8.4. Evaluación de las alternativas	29
3.8.5. Análisis multicriterio de las alternativas	32
3.8.6. Alternativa elegida.....	33
3.9. Alternativas en la elección del sistema de mantenimiento del suelo.....	33
3.9.1. Identificación de las alternativas.....	33
3.9.2. Criterios de valor	34
3.9.3. Evaluación de las alternativas	34
3.9.4. Análisis multicriterio de las alternativas	36
3.9.5. Alternativa elegida.....	37
3.10. Alternativas en la elección del sistema de recolección	37
3.10.1. Identificación de las alternativas.....	37
3.10.2. Criterios de valor	38
3.10.3. Evaluación de las alternativas	38
3.10.4. Análisis multicriterio de las alternativas	39
3.10.5. Alternativa elegida.....	40

Índice de tablas

Tabla 1. Matriz de efectos para la elección de la especie	8
Tabla 2. Análisis multicriterio de las diferentes variedades	13
Tabla 3. Análisis multicriterio para la elección del patrón.....	18
Tabla 4. Matriz de efectos para la elección de la disposición de plantación.....	20
Tabla 5. Matriz de efectos para la elección de la densidad de plantación.....	23
Tabla 6. Matriz de efectos para la elección de la orientación de las filas	24
Tabla 7. Matriz de efectos para la elección del sistema de poda formación.....	28
Tabla 8. Matriz de efectos para la elección del sistema de riego	33
Tabla 9. Matriz de efectos para la elección del sistema de mantenimiento del suelo.....	37
Tabla 10. Análisis multicriterio para la elección de las alternativas de recolección del fruto.....	39

1. Estudio de alternativas

1.1. Identificación de las alternativas

La elección de alternativas es un paso previo fundamental a la realización de la ingeniería del proceso. El objetivo de la elección de alternativas es establecer los parámetros básicos de la explotación, que posteriormente se desarrollarán en el resto del proyecto y marcarán la realización de la plantación.

Debido a la naturaleza de la transformación que se pretende realizar en la finca, se considerarán como elementos que pueden generar alternativas los siguientes:

Especie: El promotor considera la elección de establecer una plantación de almendros. Se va a estudiar la viabilidad de esta especie respecto a las condiciones climatológicas de la parcela y a la rentabilidad económica. En caso de que el resultado de la evaluación de las alternativas para la especie no fuese suficientemente favorable para el almendro, se estudiará la posibilidad de implantar una especie distinta que tenga mejores resultados tras ser analizada.

Variedad: Se determinará la variedad o variedades a implantar en la finca objeto del proyecto basándonos en varios aspectos: época de floración, capacidad productiva, vigor, porte, fecha de maduración, autofertilidad, resistencia o tolerancia a plagas y enfermedades, calidad del fruto, rendimiento al descascarado, etc.

Patrón: Se tratará de elegir el patrón más conveniente para nuestra plantación.

Para ello tendremos en cuenta varias características como: resistencia o tolerancia a los parásitos y enfermedades del suelo, vigor, afinidad con la variedad elegida con anterioridad, muy importante la correcta adaptación a nuestro suelo, etc

Diseño de plantación: Se estudiarán las alternativas de disposición de los árboles, marco de plantación, orientación de las líneas, etc.

Técnicas de cultivo: Se considerarán la poda de formación, sistema de riego, sistema de mantenimiento del suelo, etc.

2. Restricciones impuestas por los condicionantes

Se van a estudiar todos los factores impuestos que condicionan las posibilidades y la viabilidad económica de la plantación.

El clima es el factor más claramente condicionante para el desarrollo del proyecto. En la zona existe un riesgo de heladas primaverales tardías, por lo que se desaconseja el cultivo de especies frutales de floración temprana, como se describe en el Anejo I: Condicionantes.

El suelo y el agua de riego son de una calidad adecuada como se describe en el Anejo I: Condicionantes, por lo que con un apropiado manejo no va a plantear restricciones importantes para la elección de las alternativas.

Proyecto de plantación de 46,39 ha de almendros en regadío en el término municipal Villalar de los Comuneros (Valladolid).

Anejo III: Estudio de alternativas

El promotor desea establecer un cultivo frutal que tenga un buen manejo y una elevada rentabilidad. Por ello considera que el almendro puede ser una alternativa viable, además ha mantenido almendros para consumo propio durante mucho tiempo por tanto le aporta mayor confianza que un cultivo completamente desconocido para él.

3. Evaluación de alternativas

3.1. Alternativas en la elección de la especie

3.1.1. Identificación de las alternativas

Las alternativas en la elección de la especie que se van a considerar teniendo en cuenta la zona en la cual se encuentra la finca son las siguientes:

- Cultivos de la rotación actual: Remolacha/ girasol /trigo/ guisante.
- Viñedo
- Cerezo
- Pistacho
- Almendro

3.1.2. Criterios de valor

Los criterios que van a marcar la elección de la especie frutal que vamos a plantar en nuestra finca son los siguientes:

Adaptación a las condiciones climáticas de la zona.

Condicionantes edáficos para el cultivo.

Rentabilidad del cultivo.

3.1.3. Evaluación de las alternativas

La rotación actual es viable lleva realizándose unos años y está adaptada al clima y al suelo de la zona. Sin embargo, la rentabilidad de los cultivos no es muy evidente, la remolacha tanto en la zona como en Castilla y León tiene un buen rendimiento en cuanto a cantidad, pero el precio del azúcar en la actualidad no es muy elevado.

El girasol tiene un precio de venta más interesante como el resto de las oleaginosas, y las necesidades de agua y fertilización no son excesivamente elevadas pero aunque parezca un cultivo rentable debemos analizar la rotación en conjunto tal y como se lleva a cabo, y no decidir solo en función de unos los cultivos.

El trigo al igual que muchos cereales no cuenta con un precio de venta elevado y requiere una cantidad considerable de insumos como por ejemplo fertilización.

El guisante tiene un precio de venta algo mayor que el trigo pero no tiene unos rendimientos elevados, por el contrario más bien son unos rendimientos algo bajos.

Viñedo

Antiguamente se plantaba viñedo en la zona, pero debido a que no entro en ninguna denominación de origen, se ha ido abandonando ya que no aporta rentabilidad, ni beneficio económico. En la actualidad solo quedan algunas pequeñas viñas para consumo familiar.

Cerezo

Los cerezos tienen unas elevadas exigencias en reposo invernal y una importante resistencia al frío durante el reposo invernal, tolerando sin problemas $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sin embargo, son sensibles a los calores estivales fuertes (más de $30\text{ }^{\circ}\text{C}$), además debemos tener en consideración que el almendro nos puede aportar mayor rentabilidad y es un cultivo más conocido en la zona.

Pistacho

Pistacho es un cultivo que se está poniendo muy de moda en la actualidad, ya que ofrece una gran rentabilidad. Además existen patrones que pueden adaptarse al suelo de la parcela. Sin embargo, el pistacho cuenta con unas necesidades climatológicas un tanto elevadas en unidades de calor y de madurez temprana, por lo que este aspecto puede condicionar su cultivo. También debemos considerar que las operaciones de siembra, manipulación de plantones, injertado y trasplante son más delicadas que en la mayoría de los frutales.

Almendro

El almendro es un cultivo, al igual que el pistacho, que está también muy de moda en estos momentos por ofrecer una atractiva rentabilidad. Presenta una buena adaptación al suelo, ya el mercado cuenta con una amplia variedad de patrones, por lo que este aspecto no va a suponer ningún problema. Pese a que las variedades tradicionales presenten una época de floración temprana, los rápidos avances en la mejora genética, han permitido obtener variedades capaces de florecer hasta más de dos meses después que las variedades tradicionales. Por lo tanto, esto ha supuesto un hito importante y está permitiendo la extensión de su cultivo a zonas que hace unos años sería económicamente inviables. Por ello, el promotor ha decidido establecer una plantación de almendro en el municipio de Villalar de los Comuneros.

3.1.4. Análisis multicriterio de las alternativas

La elección se va a realizar mediante un análisis multicriterio de las alternativas anteriormente planteadas y en función de los parámetros expuestos en el apartado anterior

La Tabla 1 muestra la matriz de efectos para las especies consideradas. Cada característica se puntúa en una escala de 1 (muy desfavorable) a 5 (muy favorable). Los coeficientes de ponderación pueden ser 0,5, 1,0, 1,5 y 2,0, en función de la importancia relativa del factor en cuestión. El resultado final para cada especie se obtiene de realizar el sumatorio del producto de cada parámetro por su coeficiente de ponderación. Se considera que la especie más interesante para su cultivo en la explotación es aquella que obtiene una mayor puntuación.

Tabla 1. Matriz de efectos para la elección de la especie

Factor	Coficiente	Rotación	Viñedo	Cerezo	Pistacho	Almendo
Clima	2,0	3	3	2	2	3
Suelo	1,0	3	2	2	4	4
Rentabilidad	1,5	2	1	3	4	4
TOTAL		12	10,5	10,5	14	16

3.1.5. Alternativa elegida

Tras la comparación entre todas las alternativas se elige como especie el almendo para la realización de la plantación frutal que vamos a llevar a cabo, ya que es la que mejor puntuación ha obtenido después de realizar el análisis multicriterio.

3.2. Alternativas en la elección de la variedad

3.2.1. Identificación de las alternativas

Cada zona de cultivo y cada productor, tiene unas necesidades específicas de manera que si se realiza una nueva plantación será preciso que la variedad se adapte a estos requisitos para aportar los rendimientos adecuados.

Las variedades tradicionales de almendo cultivadas en el levante y sur español, como Marcona y, en menor medida, Desmayo Largueta, producen frutos muy apreciados por el consumidor, pero presentan características poco interesantes para su cultivo. La mayoría de las variedades tradicionales presentan una floración temprana o muy temprana, son exigentes en poda y son sensibles a enfermedades.

La clasificación de variedades se puede realizar en función de varios parámetros como el país de origen, época de floración y madurez, vigor, producción, resistencia a enfermedades,... Sin embargo, debido a que la época de floración es el parámetro más importante para la zona de estudio, es el método que se va a aplicar para la clasificación de las variedades, agrupándose de la siguiente forma:

Variedades de floración temprana: las variedades tradicionales como la Marcona o la Desmayo Largueta

Variedades de floración media: florecen entre 10 y 20 días después a las anteriores, destacando la Blanquerna

Variedades de floración tardía: Florecen entre 20 días y un mes después de las de floración temprana, dependiendo la zona y el año, siendo las más importantes Guara, Soleta, Marta, Belona, Glorieta, Francoli, Vairo, Constanti, Antoñeta, Masbovera, Ferragnés, Ferraduel

Variedades de floración muy tardía: Florecen entre uno y dos meses después de las de floración temprana. Destacan variedades como Marinada, Tarraco y Felisia.-Variedades de floración extra-tardía: Son capaces de florecer hasta más de dos meses después a las de floración temprana, siendo las más importantes: Mardía, Penta, Vialfas y Tardona.

3.2.2. Criterios de valor

Los criterios que vamos a tener en consideración para decidir que variedad es la mejor para implantar en nuestra finca, son las siguientes:

Época y duración del período de floración: La época de floración es una de las características más importantes a tener en cuenta en nuestra zona.

El factor más importante para escapar de una helada, es que la variedad tenga una floración tardía. Por tanto se elegirán variedades que tenga una floración muy tardía para eludir las heladas primaverales, y de esta manera asegurar que nuestra producción va a ser lo más estable posible.

Productividad: La productividad viene marcada por tres factores:

- 1) Entrada rápida en producción
- 2) Cosechas abundantes anualmente
- 3) Ausencia de vecería o vecería no marcada.

Es interesante establecer variedades con una elevada capacidad productiva, pues conlleva una mayor rentabilidad.

Aunque debemos tener claro que la productividad no es solo genética, para una adecuada productividad es esencial un adecuado cultivo y una fertilización y riego adecuados.

Vigor, porte e intensidad de ramificación: El vigor de la variedad puede condicionar, en cierta medida, la elección del patrón, en lo que al vigor se refiere, así como el marco de plantación a establecer.

La ramificación está ligada a las necesidades de poda. El árbol ideal debe estar bien compensado de rama, con una apertura adecuada de ramas, que no emita muchos chupones y que sea fácil de podar. Es muy importante que el árbol se pueda formar bien.

Un porte erecto es muy importante de cara a la mecanización ya que facilita tanto el laboreo como el vibrado del árbol.

Autocompatibilidad: El almendro es una especie con flores hermafroditas, generalmente autoestériles.

La autocompatibilidad y la autogamia reducen la necesidad de intercalar variedades polinizantes.

Aunque la polinización es posible con estas variedades, las abejas la incrementan, ya que no hay ninguna variedad que tenga un grado total de autogamia

Resistencia o tolerancia a plagas y enfermedades: una variedad la cual sea poco sensible a desarrollar enfermedades, es una característica muy favorable para el cultivo de cualquier especie.

No existe ninguna variedad inmune a todas las enfermedades que puedan afectar a la especie, sin embargo se elegirán las variedades que presenten una cierta resistencia o tolerancia a las plagas y enfermedades más frecuentes del almendro.

Calidad del grano: Se elegirán las variedades que más se adapten a lo que los consumidores demandan, lo cuál aportara a nuestras almendras un precio de venta más elevado, y por tanto una mayor rentabilidad de nuestra plantación.

Rendimiento al descascarado: El rendimiento al descascarado es la relación en tanto por ciento entre el peso de la almendra en grano y la almendra con cáscara. En consecuencia, interesan variedades con un elevado rendimiento al descascarado.

3.2.3. Evaluación de las alternativas

A continuación se resumen las características de las principales variedades de almendro cultivadas en España y que pueden ser implantadas en nuestra zona.

Marcona: Variedad local de origen desconocido. Probablemente procede de Alicante. Floración de media a temprana. Variedad autoestéril. Floración muy abundante. Poliniza bien con desmayo rojo.

Rendimiento al descascarado entre el 22 y el 28%. Cáscara muy dura. Fruto redondo típico. Grano también redondo, muy dulce, de exquisito sabor. Tamaño de medio a grande, y fruto que no presenta apenas almendras dobles.

Desmayo Largueta: Variedad local de origen desconocido. Su procedencia se sitúa en el interior de Tarragona, Huesca o Lérida. Muy temprana. Autoestéril. Intensidad de floración de media a grande.

Poliniza bien con la variedad Ramillete. Aunque la floración es muy temprana, es muy prolongada y está adaptada a zonas de interior por presentar resistencia al frío.

Rendimiento al descascarado del 24 al 28%.Cáscara muy dura. Fruto amigdaloides-elíptico de tamaño grande. Es una variedad de excelente calidad, con almendra alargada de magnifico aspecto, calibre y sabor.

Escaso porcentaje de dobles, como máximo 2%.

Guara: Obtenida en el SIA de la diputación general de Aragón en 1990. Floración tardía con gran intensidad floral, variedad autofértil.

Rendimiento al descascarado del 30 al 35%.Cáscara dura. Tamaño de pepita de medio a grande. Elevado porcentaje de almendras dobles, variable según zonas.

Maduración temprana. Fácil de formar y de podar. Cierta resistencia al frío. Muy sensible a enfermedades fúngicas y a algunas enfermedades como el tigre. Es productiva y se adapta bien al secano.

En la actualidad ha sido superada por otras variedades.

Mardía: Variedad obtenida por el CITA de Aragón. Registrada en el año 2007

Floración extra-tardía, unas tres semanas posterior a Marcona , con gran densidad de flores. Autofértil.

Proyecto de plantación de 46,39 ha de almendros en regadío en el término municipal Villalar de los Comuneros (Valladolid).

Anejo III: Estudio de alternativas

Rendimiento al descascarado del 24 al 30%. Pepita de tamaño medio (1,2g) y forma acorazonada. No presenta dobles. Buen sabor.

Maduración de temprana a media. Poda de formación sencilla, pero luego requiere adecuada poda de producción. Árbol de mediano vigor.

Vialfás: Variedad obtenida por el CITA de Aragón. Floración entre muy tardía y extra-tardía. Florece un poco antes que la variedad Mardía.

Rendimiento al descascarado del 25%. Pepita de tamaño medio de 1,2gramos de peso, con alto contenido en ácido oleico. No presenta dobles.

Maduración de temprana a muy temprana, por lo que tiene un ciclo de cultivo muy corto.

Penta: Obtenida en el CEBAS y registrada en el año 2007. Floración extra-tardía. Variedad con autofertilidad muy elevada y abundante floración.

Rendimiento al descascarado entre el 28 y el 32%. Fruto de cáscara dura. Grano de tamaño no muy grande(1gramo) de tegumento claro y de forma alargada. No presenta dobles. Excelente sabor, con un gran dulzor.

Maduración media, ligeramente anterior a Marcona, fácil de formar por su porte natural equilibrado. Vigor medio. Productividad elevada. Vecería poco acusada.

Tardona: Obtenida en el CEBAS de Murcia en el año 2007. Floración extra-tardía. Densidad floral alta. Autofértil, con grado medio de autogamia.

Rendimiento al descascarado del 25%. Almendra alargada de pequeño tamaño (0,8 g) de buen sabor.

Ramificación abundante por lo que necesita bastante poda y productividad media.

Fuera de zonas muy frías, esta variedad está superada por otras variedades.

Ferraduel: Difundida e inscrita en 1966. Es autoestéril, de floración tardía, entrada en producción muy rápida y elevada productividad, especialmente en regadío.

Rendimiento al descascarado entre del 24 al 28%. Grano de tamaño medio-grande, cubierto por una cáscara dura.

Variedad abierta y muy ramificada algo difícil de podar. En seco no se desarrolla muy bien por ser exigente en nutrición.

En la actualidad es una variedad remanente.

Yaltinsky: De la antigua Unión Soviética. Floración muy tardía. Autoestéril.

Rendimiento al descascarado del 50%. Presenta una gran cantidad de almendras dobles superior al 40%.

Proyecto de plantación de 46,39 ha de almendros en regadío en el término municipal Villalar de los Comuneros (Valladolid).

Anejo III: Estudio de alternativas

Maduración muy tardía. Árbol de mediano vigor, abierto y caedizo, difícil de podar. Aunque es fértil, tiene mucha tendencia a la vecería.

No es una variedad interesante debido a su elevado porcentaje en almendras dobles.

Soleta: Variedad obtenida por el CITA de Aragón. Registrada en el año 2005. Floración media aunque posterior a la Marcona, pero anterior a la Guara. Gran densidad florífera. Autofértil.

Rendimiento al descascarado entre el 26 y el 32%. Pepita con un peso ligeramente superior a 1,2 gramos. Apenas presenta dobles (0-5%). Gran facilidad de tostado.

Maduración medio-tardía. Variedad fácil de formar y de podar. Árbol de vigor mediano.

Marinada: Variedad obtenida en el IRTA. Título de obtención vegetal del año. Floración muy tardía y florífera.

Rendimiento al descascarado entre del 30 al 32%. Frutos de cáscara doble, con pepita de tamaño medio (1,3 g) a penas sin presencia de dobles.

Presenta una buena aptitud para la recolección. Árboles medianamente vigorosos, con una poda fácil. Variedad muy precoz en ,o referente a su entrada en producción, manteniendo esta capacidad productiva en años posteriores.

Belona: Variedad obtenida en el CITA de Aragón. Registrada en 2005.

Floración de media a tardía, similar a la Guara. Emite gran cantidad de flores. Autofértil.

Rendimiento al descascarado muy variable, entre el 25 y el 35%. Fruto redondeado similar a Marcona , aunque un poco más acorazonado. Pepita grande de 1,3 gramos de peso. No presenta dobles. Maduración de temprana a media, por lo que tiene un ciclo de cultivo corto. Árbol de mediano vigor, con porte algo abierto.

Puede ser una buena opción si se busca la producción de frutos redondeados.

3.2.4. Análisis multicriterio de las alternativas

Para seleccionar la variedad o variedades que se van a implantar se procede a efectuar un análisis multicriterio (ver Tabla 2) para las variedades que en estos momentos pueden tener un mayor interés en la zona de ubicación del proyecto (zona con heladas primaverales tardías).

Cada característica se puntúa en una escala de 1 (muy desfavorable) a 5 (muy favorable). Los coeficientes de ponderación pueden ser 0,5, 1,0, 1,5 y 2,0, en función de la importancia relativa del factor en cuestión. El resultado final para cada variedad se obtiene de realizar el sumatorio del producto de cada parámetro por su coeficiente de ponderación. Se considera que la variedad más interesante para su cultivo en la explotación es aquella que obtiene una mayor puntuación.

Tabla 2. Análisis multicriterio de las diferentes variedades

Factor	coeficiente	Guara	Soleta	Belona	Largueta	Ferraduel	Marinada	Mardía	Penta	Vialfás	Tardona	Marcona
Entrada en producción	1,5	4	4	4	3	4	5	4	4	4	3	3
Vigor y porte	1,5	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3
Época de floración	2	2	2	3	2	2	4	5	5	5	5	2
Autofertilidad	1	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	2
Resistencia a enfermedades	0,5	3	3	4	4	3	3	4	3	5	4	2
Capacidad productiva	1,5	4	4	3	3	4	3	3	5	4	4	4
Tamaño y calidad de fruto	1	4	4	4	4	4	4	5	4	4	3	5
Rendimiento al descascarado	1	3	4	4	3	3	4	2	3	3	3	2
Total		34,5	34	35	29,5	32,5	39,5	39,5	42	41,5	38,5	29

3.2.5. Alternativa elegida

En la plantación se ha decidido establecer dos variedades distintas que permitirán ampliar la variabilidad de la oferta al mercado, y debido a que reducirá los riesgos, sobretodo en caso de algún fenómeno meteorológico impredecible, por tanto otorga una mayor estabilidad económica a la explotación. Además, con más de una variedad se facilita el calendario de labores en la plantación.

Las dos variedades a elegir serán aquellas que hayan presentado una mayor puntuación en el análisis multicriterio, por lo que si han obtenido la misma puntuación, se podrá elegir cualquiera de ambas. En este caso, se va a cultivar como primera variedad la Penta que ha obtenido 42 puntos y como segunda variedad, la Vialfas, que ha obtenido 41,5 puntos.

Ambas variedades presentan unas características muy atractivas para ser cultivadas en la zona de ubicación del proyecto, y podrán garantizar la rentabilidad de la inversión

3.3. Alternativas en la elección del patrón

3.3.1. Identificación de las alternativas

De forma tradicional el almendro se ha cultivado sobre sus propias raíces o sobre patrones francos de almendro, obtenidos de semilla. La utilización de material injertado posibilita que tanto la parte aérea como subterránea, tenga unas características que se acoplen a nuestras necesidades.

Es esencial que el patrón esté perfectamente adaptado a las condiciones del suelo y de cultivo especialmente en régimen de riego.

Bajo condiciones de riego y plantaciones de alta densidad, se requieren patrones híbridos con características adecuadas, como el vigor que va a conferir a la variedad y su efecto sobre la calidad, la productividad, los costes del manejo, la eficiencia en el uso de agua y fertilizantes, la adaptación a suelos específicos con determinadas condiciones ambientales y su resistencia a los diferentes patógenos del suelo.

Como patrones de almendro se han utilizado tradicionalmente las especies almendro, melocotonero, ciruelo y sus híbridos. Cada grupo tiene unas características generales y dentro de cada uno de ellos encontramos patrones con características específicas.

3.3.2. Criterios de valor

Adaptación al suelo

Uno de los principales factores a tener en cuenta en la elección del patrón es la adaptación al suelo. Las principales características que se deben estudiar son las siguientes:

Resistencia a la clorosis: Los patrones empleados en el cultivo del almendro son variables en cuanto a su resistencia a la clorosis. Los patrones francos de almendro, al igual que los híbridos almendro x melocotonero, presentan una resistencia elevada a la caliza activa del suelo. Sin embargo, los patrones francos de melocotonero son muy sensibles a la clorosis.

Tolerancia a la asfixia radicular: El suelo de la finca donde se va a establecer el proyecto no presenta problemas de encharcamiento. Es un suelo de textura franco-arenosa, con buena permeabilidad, por lo que no se deben producir problemas de asfixia radicular.

Resistencia a la sequía: La plantación va a contar con un sistema de riego que permita suplir el déficit hídrico producido durante la actividad del árbol además de aumentar considerablemente las producciones. La resistencia o tolerancia a la sequía no es un factor fundamental en la elección del patrón.

Anclaje al suelo: Una de las funciones básicas del sistema radicular es garantizar el anclaje del árbol al suelo. Para poder mecanizar correctamente el cultivo es necesario que los árboles presenten un sistema radicular fuerte que impida su descuaje cuando se realizan algunas labores de cultivo como la recolección.

Resistencia a parásitos y enfermedades: Inicialmente en la plantación no se deberían producir problemas por ataque de parásitos del suelo, pues los cultivos precedentes no están relacionados con el almendro.

Factores agronómicos

Vigor: Debe existir un equilibrio adecuado entre el vigor del patrón y el de la variedad. Dado que se trata de una plantación de muy alta densidad, conviene elegir patrones con un vigor débil, para garantizar un reducido desarrollo de los árboles.

Afinidad con la variedad: Se debe garantizar una buena compatibilidad entre patrón y variedad.

Influencia sobre la producción: La elección del patrón también condiciona otros aspectos de gran importancia, como son la entrada en producción del árbol, la productividad y calidad del fruto, la precocidad en la maduración, la vida útil del árbol, ..

Homogeneidad: Es aconsejable un desarrollo y producción homogénea de los árboles.

3.3.3. Evaluación de las alternativas

Como hemos comentado anteriormente existe un amplio abanico para la elección de patrones, lo que facilita en gran medida, la expansión del cultivo. No obstante, los más importantes son los francos de almendro y melocotonero, los híbridos melocotonero x almendro y los ciruelos de crecimiento lento.

Patrones francos de almendro

Los patrones francos de almendro se obtienen a partir de semilla lo cuál hace que el material sea muy heterogéneo. Antiguamente se utilizaba la almendra amarga para obtener este tipo de patrones.

En la actualidad se utilizan variedades que generalmente proporcionan un sistema radicular robusto y bien ramificado. Las más utilizadas son Garrigues y Atocha. La variedad Ferrastar, parece tener un buen comportamiento como patrón.

Una característica de estos patrones, es su potente sistema radicular y su crecimiento en profundidad, que confiere una gran resistencia a la sequía. Debido a su rusticidad marcada sobrevive muy bien en situaciones límite en fertilidad.

Capacitado para desarrollarse en suelos con alto contenido en caliza activa, no presentando síntomas de clorosis.

Este patrón confiere a la combinación patrón- variedad una vida muy larga. Es el patrón que más longevidad proporciona a la plantación.

Los patrones francos de almendro, sin embargo, presentan una serie de problemas que los hacen poco recomendables en determinadas condiciones de cultivo. Estos patrones inducen

una lenta entrada en producción y pueden ocasionar ciertas dificultades para el trasplante. Son muy sensibles a la asfixia radicular y del cuello y exigen suelos sueltos, profundos y bien drenados. No son patrones adecuados para el cultivo del almendro en regadío.

Patrones francos de melocotonero

Los patrones francos de melocotonero se obtienen, al igual que los anteriores, de semilla. Su homogeneidad es mayor que en el caso anterior, ya que la semilla de melocotón proviene de autopolonización.

La característica más destacada para el uso de melocotón como pie de almendro, es la menor sensibilidad a la asfixia radicular. La adaptación a situaciones de mayor humedad en el suelo es mejor que con almendro. Es un patrón para regadío.

La compatibilidad con variedades de almendro es buena en general. Induce una mayor precocidad que el almendro, pero por el contrario, acorta la vida de la plantación.

El sistema radicular no es tan pivotante y por tanto el trasplante es más favorable que en el caso del almendro.

Tiene una menor sensibilidad que el almendro a diversos patógenos del suelo, tal como *Verticillium* y *Agrobacterium*, pero no es resistente a ellos. En general es sensible a nematodos.

Su mayor inconveniente es la gran sensibilidad a transmitir clorosis, lo que provoca que no pueda utilizarse en suelos con cierto contenido en caliza activa.

GF-305: Patrón franco de melocotonero seleccionado por el INRA.

Es menos sensible a la clorosis que otros patrones francos de melocotón. Tiene un aceptable comportamiento en condiciones de secano y es muy sensible a la asfixia radicular. Es un patrón que induce bastante vigor a la variedad. Bastante sensible a patógenos del suelo como *Agrobacterium* y nemátodos.

Patrones híbridos de melocotonero x almendro

Surgieron por los defectos de los patrones de almendro, que son los únicos aptos para suelos secos y calizos.

Estos patrones proporcionan un notable vigor, tanto en secano como en regadío.

Es posible utilizarlos en un amplio espectro de suelos, incluso calizos con tal de que no sean muy asfixiantes, ya que son sensibles a la asfixia radicular.

Mejoran sensiblemente la capacidad de trasplante del almendro que, en general, es bastante satisfactoria.

Sistema radicular muy desarrollado, por lo que en suelos buenos y con variedades vigorosas ,inducen un vigor excesivo.

Son sensibles a la mayoría de patógenos del suelo, aunque en menor grado que el almendro. Incluso hay clones con cierta resistencia a nematodos.

Un gran inconveniente de estos patrones, es la dificultad de propagación que tienen. Su propagación es clonal.

El patrón GF-677 se caracteriza por su resistencia a la clorosis férrica y a la asfixia radicular. Sin embargo, es muy vigoroso y sensible a los nematodos.

Recientemente se han obtenido otros patrones híbridos que mejoran en cierta medida los inconvenientes que presenta GF-677. Uno de los más interesantes para su uso en almendro es Rootpac-40. Se trata de un doble híbrido almendro x melocotonero (*Prunus dulcis* x *Prunus persica*) x (*Prunus dulcis* x *Prunus persica*), que presenta un vigor entre un 25 y un 30% inferior a GF-677, pero con un sistema radicular muy desarrollado. La compatibilidad es buena con todas las variedades de almendro. Produce árboles de porte erguido y altamente productivos, e induce producciones de calidad, con frutos de buen calibre y de madurez temprana.

Patrones híbridos de ciruelo

El ciruelo como patrón del almendro se utiliza en condiciones muy limitadas. Solamente en suelos muy asfixiantes y mal drenados, pueden recomendar la utilización de este tipo de patrón. El ciruelo desarrolla un sistema radicular menos potente que el almendro, el melocotonero y sus híbridos.

No todas las variedades de almendro proporcionan una buena unión con el ciruelo. Además, se debe considerar que con carácter general, las plantas propagadas con este patrón tienen un tamaño más reducido.

El patrón más interesante, a día de hoy, es el Rootpac-20, obtenido por un cruzamiento entre *Prunus besseyi* x *Prunus cerasifera*. Sus características más destacables son su reducido vigor, hasta un 50% que el GF-677, buena compatibilidad con las variedades de almendro, porte erecto y compacto, altamente productivo, con buen calibre y calidad del fruto, precocidad de maduración y gran adaptabilidad a plantaciones de alta densidad, suelos pesados y zonas frías. Además presenta una tolerancia media a enfermedades.

3.3.4 Análisis multicriterio de las alternativas

La elección del patrón se realiza mediante una matriz de efectos. Para cada patrón se evalúan los factores considerados en el punto 3.3.1. Factores que intervienen en la elección del patrón.

La Tabla 3 muestra la matriz de efectos para los patrones considerados. Cada característica se puntúa en una escala de 1 (muy desfavorable) a 5 (muy favorable). Los coeficientes de

ponderación pueden ser 0,5, 1,0, 1,5 y 2,0, en función de la importancia relativa del factor en cuestión. El resultado final para cada patrón se obtiene de realizar el sumatorio del producto de cada parámetro por su coeficiente de ponderación. Se considera que el patrón más interesante para su cultivo en la explotación es aquél que obtiene una mayor puntuación

Tabla 3. Análisis multicriterio para la elección del patrón

Factor	Coeficiente	Francos de almendro	GF-305	GF-677	Rootpac-40	Rootpac-20
Clorosis	1,0	4	2	4	4	4
Asfixia radicular	1,0	1	4	4	4	5
Sequía	1,0	5	5	3	4	3
Anclaje	0,5	4	3	4	5	4
Resistencia a parásitos	1.5	3	2	3	3	3
Vigor	1,5	3	4	3	4	3
Variedad	1,0	4	4	4	5	4
producción	1,0	3	3	4	4	4
Homogeneidad	0,5	1	2	4	4	5
Total		28,5	29,5	32	36	33,5

3.3.5. Alternativa elegida

El patrón con mayor puntuación es Rootpac-40. Híbrido *Prunus dulcis* x *Prunus Persica*. Tiene un vigor medio. Presenta una ligera tolerancia a clorosis, salinidad y asfixia.

Además, presenta una tolerancia intermedia a la sequía entre los patrones francos de almendro y los francos de melocotonero.

Rootpac-40 reduce el vigor del árbol hasta un 30% respecto a GF-677, lo que permite reducir el marco de plantación y, en consecuencia, aumentar la densidad de árboles. Con una mayor densidad de árboles se obtienen cosechas más abundantes y una mayor rentabilidad de la explotación. Además, tiene un fácil manejo en vivero, que permite un abaratamiento de los costes.

Este patrón se caracteriza por una perfecta compatibilidad con todas las variedades de almendro, al igual que otros híbridos de almendro x melocotonero. Esta cualidad, junto a su buen desarrollo radicular, asegura un buen prendimiento inicial del árbol, y un correcto desarrollo durante su etapa de crecimiento

3.4. Alternativas en la elección del diseño de plantación

3.4.1. Alternativas en la elección de la disposición de plantación

El diseño de una plantación se realiza en función de una serie de factores que van a determinar los tres aspectos del diseño: disposición de los árboles, densidad y marco de plantación y orientación de las filas.

3.4.2. Identificación de las alternativas

En terrenos llanos, como es el caso de la finca objeto del proyecto, cabe la posibilidad de emplear los siguientes tipos de disposiciones:

Marco real: Los árboles se disponen en los vértices de cuadrados. El marco de plantación es el lado del cuadrado.

Disposición rectangular o en líneas: Los árboles van dispuestos en los vértices de rectángulos. El marco de plantación está definido por las dimensiones de los lados del rectángulo.

Disposición al tresbolillo: Los árboles van colocados en los vértices de triángulos equiláteros. En esta disposición el marco de plantación es el lado del triángulo.

3.4.3. Criterios de valor

Los criterios que se van a tener en cuenta para determinar la disposición de los árboles en la plantación son los siguientes:

Densidad de plantación: La densidad de la plantación, permitirá el máximo aprovechamiento del suelo sin merma del crecimiento o potencial productivo de la plantación. Siempre se procurará que la densidad de la plantación sea la máxima posible.

Mecanización de las operaciones de cultivo: Es importante analizar la facilidad de mecanización de las operaciones de cultivo en cada una de las posibles disposiciones de plantación.

Vigor de los árboles: Se ha de elegir la disposición a la que mejor se adapte el vigor de la combinación patrón-variedad seleccionada.

Exposición a la luz solar: En las plantaciones en secano el factor que limita en mayor medida la producción es la disponibilidad de agua. Sin embargo, en plantaciones de regadío, el factor más limitante es la exposición a la luz solar, por lo que la disposición de plantación debe garantizar una buena iluminación de la masa foliar y evitar, en la medida de lo posible, el sombreado entre los árboles.

Sistema de poda de formación: Se analizará la influencia de la disposición de los árboles en la elección del sistema de poda de formación

3.4.4. Evaluación de las alternativas

Las disposiciones de plantación más habituales en las plantaciones de almendro son las siguientes:

Marco real. Es la disposición de plantación más empleada en las plantaciones de almendro de secano. Esta disposición posibilita un aprovechamiento racional del terreno, permitiendo realizar labores cruzadas. Es una disposición adecuada para terrenos llanos, plantaciones poco densas, árboles formados en vaso y condiciones de secano.

Disposición rectangular o en líneas. El sistema rectangular o en líneas es la disposición más empleada en la actualidad en plantaciones de almendro en regadío y de densidad media o elevada. Esta disposición permite dejar una calle suficientemente amplia para el paso del tractor con distintos aperos.

Disposición al tresbolillo. Con esta disposición se consigue un aprovechamiento muy bueno del terreno. A igual marco de plantación que en el marco real se consigue una mayor densidad de árboles, pero con una más difícil mecanización. En el caso del almendro, esta disposición se ha empleado muy poco.

3.4.5. Análisis multicriterio de las alternativas

La Tabla 4 muestra la matriz de efectos para las disposiciones de plantación consideradas. Cada característica se puntúa en una escala de 1 (muy desfavorable) a 5 (muy favorable). Los coeficientes de ponderación pueden ser 0,5, 1,0, 1,5 y 2,0, en función de la importancia relativa del factor en cuestión. El resultado final para cada disposición de plantación se obtiene de realizar el sumatorio del producto de cada parámetro por su coeficiente de ponderación. Se considera que la disposición de plantación más interesante para su uso en la explotación es aquella que obtiene una mayor puntuación.

Tabla 4. Matriz de efectos para la elección de la disposición de plantación

Factor	Coeficiente	M. Real	D. Rectangular	D. Tresbolillo
Densidad	2,0	2	3	3
Vigor	1,5	3	3	2
Mecanización	2,0	3	4	3
Exposición a la luz	1,0	4	3	4
Sistema de poda	1,0	4	4	3
Total		22,5	25,5	22

3.4.6. Alternativa elegida

Una vez comparadas las alternativas y en función del resultado obtenido en el análisis multicriterio, se opta por elegir la disposición rectangular o en líneas. Esta disposición se adapta muy bien a las plantaciones de densidad media o semiintensivas. La disposición rectangular o en líneas deja un espacio adecuado en las calles para el paso de la maquinaria,

a la vez que permite un buen aprovechamiento del terreno. Las labores sólo se pueden realizar en una dirección.

3.5. Alternativas en la elección de la densidad y marco de plantación

3.5.1. Identificación de las alternativas

La densidad de plantación hace referencia a la cantidad de árboles que entran por hectárea, por lo que está directamente relacionada con el marco de plantación. Así cuanto más reducido sea el marco, mayor será la densidad de árboles.

La densidad de plantación está relacionada con la intensificación del cultivo. Dependiendo de su densidad, en almendro, se pueden distinguir los siguientes tipos de plantaciones:

Plantaciones tradicionales o de baja densidad. Se trata de plantaciones con poca carga de árboles por hectárea, correspondiéndose con una disposición en marco real o al tresbolillo. Su densidad no suele ser superior a los 200 árboles/hectárea

Plantaciones de densidad media. Actualmente son las más utilizadas en el cultivo del almendro en España. Suelen establecerse con una disposición rectangular y permiten una cierta intensificación del cultivo. Su densidad oscila entre 200–300 árboles/hectárea.

Plantaciones intensivas o de alta densidad. Estas plantaciones permiten una intensificación aún mayor del cultivo. La densidad oscila entre 300 - 700 árboles/hectárea.

Plantaciones superintensivas. Son plantaciones que cuentan con una elevada carga de árboles por hectárea. La densidad de árboles supera los 700 árboles/hectárea, y puede alcanzar casi los 3000 árboles/hectárea, dependiendo variedades.

3.5.2. Criterios de valor

Siempre se intentará que la densidad de población sea la máxima posible pero existen factores limitantes.

Los criterios que se van a tener en cuenta para la elección de la alternativa idónea van a ser los siguientes:

Posibilidades de mecanización: Las plantaciones deben permitir el paso de la maquinaria para realizar las operaciones de cultivo. Fundamentalmente se debe pensar en mecanizar el laboreo del suelo, los tratamientos fitosanitarios y la recolección. Al menos se debe permitir el paso de la maquinaria en un sentido de la plantación.

Potencial productivo. La intensificación del cultivo suele ir asociada a la obtención de cosechas más abundantes. Conviene, por tanto, establecer plantaciones de la mayor densidad posible para maximizar la rentabilidad de la explotación.

Vigor de la combinación patrón/ Variedad: No todos los patrones ni las variedades proporcionan el mismo vigor. Cuanto más vigor tenga la combinación, más espacio se

necesitará entre las plantas, es decir se emplearan marcos de plantación más amplios, a menor vigor marcos de plantación más estrechos.

Posibilidad de regadío: Si la plantación se realizase en secano, la densidad de plantación será menor que el caso de que haya posibilidades de riego.

3.5.3. Evaluación de las alternativas

Plantaciones de baja densidad o tradicionales. Se trata de una densidad muy adecuada para situaciones difíciles, como puede ser el cultivo en secano, empleando árboles muy vigorosos que necesitan de gran superficie para su desarrollo. El potencial productivo de estas plantaciones es bajo, aunque el gasto de insumos también lo es. El sistema de formación más común es el vaso. Son plantaciones tradicionales, por lo que el grado de mecanización suele ser bajo.

Plantaciones de densidad media. Son las más comunes en España. Presentan árboles con un vigor algo más reducido que en el caso anterior, y formados en vaso. Se trata de plantaciones adecuadas para secanos frescos o regadíos, ya que permiten un aumento del potencial productivo, en comparación con las anteriores. Suele haber un mayor grado de mecanización, sobre todo en la recolección, ya sea mediante vibradores simples o vibradores con paraguas invertido.

Plantaciones intensivas o de alta densidad. Son plantaciones que requieren árboles de vigor más reducido, ya que los marcos son más estrechos. Presentan un mayor potencial productivo y se localizan en condiciones de riego. El sistema de formación puede ser en vaso o en eje central, principalmente. Estas plantaciones son más exigentes en cuidados y riego y suelen contar con un mayor grado de mecanización, por lo que se reduce la necesidad de mano de obra.

Plantaciones superintensivas. El empleo de una elevada densidad de árboles exige el empleo de variedades de bajo vigor, con sistemas de poda de formación que permitan obtener árboles compactos. En consecuencia, el sistema de formación más adecuado para estas plantaciones es el eje central. El potencial productivo es muy elevado, al igual que la mecanización del cultivo. Sin embargo, la inversión inicial es muy elevada, lo que puede suponer un descenso de la rentabilidad si no se realiza un manejo adecuado del cultivo. Este tipo de plantaciones aún se encuentran en fase experimental.

3.5.4. Análisis multicriterio de las alternativas

La Tabla 5 muestra la matriz de efectos para las densidades de plantación consideradas. Cada característica se puntúa en una escala de 1 (muy desfavorable) a 5 (muy favorable). Los coeficientes de ponderación pueden ser 0,5, 1,0, 1,5 y 2,0, en función de la importancia relativa del factor en cuestión. Se considera que la densidad de plantación mejor para su uso, es la que obtenga una mayor puntuación.

Tabla 5. Matriz de efectos para la elección de la densidad de plantación

Factor	Coficiente	P. Tradicional	P. de media Densidad	P. Alta densidad	P. Superintensiva
Mecanización	2,0	2	3	4	2
Vigor	1,5	2	3	3	2
Potencial productivo	2,0	2	3	4	5
Regadío	0,5	5	5	5	5
Total		13,5	19	23	19,5

3.5.5. Alternativa elegida

La alternativa más conveniente, en este caso, es la plantación intensiva o de alta densidad para la plantación en proyecto escogemos un marco de plantación de 5 x 5 m, que permite obtener una densidad de plantación de 400 árboles/ha.

Este marco de plantación permite un espacio en las calles adecuado para el paso de la maquinaria y suficiente para garantizar una adecuada iluminación sobre los árboles.

La producción es mayor que en las plantaciones tradicionales, aunque no tan elevada como en las plantaciones superintensivas. Sin embargo, la inversión inicial es menor que en estas últimas, lo que repercute en una mayor rentabilidad y más corto plazo de retorno de la inversión.

3.6. Alternativas en la elección de la orientación de las filas

3.6.1. Identificación de las alternativas

La orientación de las filas hace referencia a la dirección que siguen las líneas de árboles respecto del norte geográfico. Las opciones en la elección de la orientación de las filas son las siguientes:

N-S. Es la orientación del lado más próximo al pueblo desde la parcela. El aprovechamiento de la parcela es bueno, permitiendo optimizar las operaciones de cultivo.

E-O. Es la orientación del lado contiguo y paralelo al camino. El aprovechamiento de la parcela es bueno.

3.6.2. Criterios de valor

Los factores fundamentales que han de tenerse en cuenta para decidir la orientación de las filas de los árboles son los siguientes:

Iluminación: Es interesante que la iluminación sea lo más uniforme posible en todo el contorno de los árboles.

Dirección de los vientos dominantes: Las líneas de los árboles se han de colocar perpendiculares a la dirección del viento dominante en la zona, en la medida de lo posible, siempre que éstos tengan una cierta intensidad.

Aprovechamiento del terreno y optimización de las labores: Conviene orientar las líneas de árboles de forma que entren el mayor número de árboles en la parcela. Además, las líneas de los árboles de la plantación deben ser lo más largas posibles para disminuir los tiempos muertos derivados de los giros realizados con la maquinaria en los cabeceros de la plantación y facilitar las operaciones de cultivo.

3.6.3. Análisis multicriterio de las alternativas

Se va a realizar un análisis multicriterio, en función de los factores mencionados anteriormente.

La Tabla muestra la matriz de efectos para las orientaciones consideradas. Cada característica se puntúa en una escala de 1 (muy desfavorable) a 5 (muy favorable). Los coeficientes de ponderación pueden ser 0,5, 1,0, 1,5 y 2,0, en función de la importancia relativa del factor en cuestión. El resultado final para cada orientación se obtiene de realizar el sumatorio del producto de cada parámetro por su coeficiente de ponderación. Se considera que la orientación más interesante para su uso en la explotación es aquella que obtiene una mayor puntuación.

Tabla 6. Matriz de efectos para la elección de la orientación de las filas

Factor	Coeficiente	Norte-sur	Este-Oeste
Iluminación	1	4	3
Dirección de los vientos	0,5	4	3
Aprovechamiento del terreno	1,5	4	3
TOTAL		12	9

3.6.4. Alternativa elegida

Una vez comparadas las alternativas y en función del resultado obtenido en el análisis multicriterio, se opta por orientar las filas de árboles en dirección Norte-Sur. Con esta orientación se consigue un buen aprovechamiento del terreno y una optimización del tiempo empleado en las operaciones de cultivo.

3.7. Alternativas en la elección del sistema de poda de formación

3.7.1. Identificación de las alternativas

La poda se define como conjunto de intervenciones tendentes a conformar el volumen productivo del árbol frutal y manejar eficazmente su vegetación y fructificación.

Esta práctica supone eliminar una serie de elementos, posicionando adecuadamente las ramas y ramos de los árboles.

El almendro, de forma tradicional, el sistema de poda ha sido el vaso. Sin embargo, con la densificación y tecnificación del cultivo que se ha producido en las últimas décadas, se han introducido otros sistemas de poda de formación, como el eje central. Los sistemas de poda de formación más usuales son los siguientes:

Vaso de pisos.

Vaso arbustivo.

Eje central.

Formación libre

3.7.2. Criterios de valor

Material vegetal elegido. El sistema de poda de formación está condicionado por la tendencia natural de crecimiento del árbol y por el vigor de la combinación variedad-patrón.

Densidad de plantación. El sistema de poda de formación condiciona en gran medida el tamaño final del árbol y, por tanto, el número de árboles que entran en una hectárea de plantación. El tamaño de los árboles, influido por el sistema de poda de formación, debe estar en consonancia con la densidad de plantación elegida.

Facilidad para realizar las operaciones de cultivo. La forma y tamaño de los árboles debe permitir una adecuada mecanización del cultivo.

Características propias del sistema de formación. Se deben tener en cuenta las características intrínsecas de cada sistema de formación, como el tamaño final de los árboles, la facilidad de poda o la rapidez de formación y de entrada en producción.

3.7.3. Evaluación de las alternativas

Vaso de pisos: Los árboles constan de un tronco, más o menos corto (30-100 cm.) y vertical, del que parten 3 brazos o ramas principales, uniformemente repartidas alrededor del tronco, y dispuestas en el mismo de forma escalonada (10-20 cm. entre sus puntos de inserción). Estas ramas se encuentran dirigidas hacia fuera del árbol, adoptando una disposición relativamente erguida.

Sobre cada una de estas ramas principales se insertan 3 ó 4 ramas secundarias, también de forma escalonada, dispuestas alternativamente hacia un lado y otro de las principales, con un

ángulo respecto a éstas de 30-45 ° y dirigidas hacia fuera del árbol, formando los correspondientes pisos. Siempre los pisos inferiores deben tener un mayor desarrollo de los superiores.

Las ramas de fructificación pueden insertarse tanto sobre las ramas principales o brazos, como en las secundarias que forman los pisos.

Este sistema de formación es aplicable a todas las especies frutales (frutales de pepita, frutales de hueso y frutos secos) y puede adaptarse a una amplia gama de vigos. Además, presenta un buen equilibrio estructural y que no necesita el empleo de elementos auxiliares de apoyo para la formación y mantenimiento del árbol.

Sin embargo, el vaso tiene una lenta entrada en producción, presentándose, a veces, dificultades para la formación del árbol. Además el árbol suele alcanzar una altura importante que incrementa las necesidades de mano de obra cualificada para la poda, dificultando también otras operaciones de cultivo.

La formación en vaso adopta con frecuencia diversas variantes, en las que se modifica el número de brazos, la inclinación de dichos brazos o ramas principales, la libertad de formación, la disposición de las ramas secundarias, en cuanto a número, dirección, distancias de inserción, etc.. De esta forma, han ido apareciendo a lo largo de los años otras formaciones en vaso, como el "vaso italiano", el "vaso arbustivo" o el "vaso californiano", en un intento de mejorar aspectos parciales de la forma original, que permitan una aplicación más útil en determinadas condiciones particulares de cultivo.

El sistema de formación en vaso ha tenido una amplia difusión y empleo en fruticultura durante décadas. Actualmente, aún se sigue utilizando en plantaciones poco densas o de mediana densidad, sobre todo en frutales de hueso (ciruelo, melocotonero, cerezo y albaricoquero), frutos secos (almendro, nogal y pistachero) y olivar.

Vaso arbustivo: Se trata de una variante del vaso de pisos, en el que no se busca una perfecta orientación de las ramas ni la formación de unos pisos bien definidos, sino una formación más libre del árbol. Se realiza una poda ligera durante la formación para crear las ramas principales del árbol, pero dando libertad en el resto de la formación. Las principales ventajas son la disminución de los costes de la poda y la entrada en producción más rápida. Por contra, puede ocasionar desequilibrios en la vegetación del árbol, y una cierta dificultad en la poda de fructificación.

Eje central: Dentro de las formas de tipo piramidal, la formación en eje central es, sin duda, el sistema más moderno y generalizado en cuanto a su uso en los últimos años.

Los árboles formados en eje central constan de un tronco vertical o eje central de hasta 3,5 m. de altura sobre el que se inserta, a partir de 50 cm. del suelo, un primer piso de ramas secundarias, integrado por 3 ó 4 ramas fuertes escalonadas cada 25-30 cm., abiertas hacia el exterior con ángulos bastante amplios (45-50°) y repartidas uniformemente alrededor del tronco para que no se estorben entre sí.

Por encima de este piso, y a una distancia suficiente para evitar problemas de competencia o sombreado, se sitúan sobre el eje algunas ramas secundarias más, de menor desarrollo que las del piso, disminuyendo su longitud escalonadamente desde la base hasta el ápice.

Las ramas de fructificación se localizan fundamentalmente sobre las ramas secundarias que forman la estructura del árbol.

Actualmente la formación en eje central es el sistema más ampliamente utilizado en plantaciones de frutales de pepita (peral y manzano). También se emplea, en menor medida, en especies de hueso, como el melocotonero o el cerezo, y en plantaciones superintensivas de olivo o almendro. Por lo general se suelen utilizar patrones enanizantes, a fin de conseguir árboles de pequeño tamaño para su empleo en plantaciones intensivas.

El sistema de formación en eje central permite un desarrollo más natural del árbol, rapidez de formación y facilidad de poda, reduciendo considerablemente las necesidades de mano de obra en esta operación. El árbol presenta también una buena aireación e insolación en el interior de la copa y una entrada en producción rápida, así como una gran facilidad de renovación de las ramas laterales y de fructificación.

La mayor dificultad, en este sistema de poda, consiste en mantener perfectamente equilibrado el árbol a lo largo de los años.

Aunque no es imprescindible el empleo de elementos auxiliares de apoyo para la formación de los árboles, suele ser aconsejable la instalación de una estructura de apoyo sencilla, que permita una cierta sujeción de la guía del árbol, reduciendo, al mismo tiempo, el riesgo de desplome.

Actualmente es frecuente encontrar en las nuevas plantaciones frutales formaciones intermedias, no muy bien definidas, entre este sistema de poda de formación y otras formas piramidales libres, como son la "pirámide irregular", el "huso" o el "spindlebush".

El "solaxe" es otro sistema de formación en eje central, desarrollado en la década de los 90 por el INRA - Burdeaux (Francia). Está basado en la inclinación o arqueado de las ramas laterales del árbol, una vez que alcanzan una determinada longitud (más del 60% de la distancia entre árboles), e incluso del propio eje del árbol cuando la planta ha llegado a la altura máxima admitida. La planta crece hacia arriba pero produce hacia abajo. Este sistema permite reducir los costes de manejo del árbol, en especial las intervenciones de poda, una vez que el árbol alcanza la plena producción.

Formación libre: Este sistema de formación permite un libre crecimiento del árbol. Por lo tanto, no existe poda de formación. El objetivo es establecer un seto productivo, por lo que únicamente se realizan operaciones mecánicas para limitar su anchura y altura, tratando de mejorar la iluminación de los frutos y facilitar las operaciones de recolección. Solamente serán necesarias pequeñas intervenciones de poda manual, a partir del sexto año, cada tres años. Además este sistema permite una rápida entrada en producción.

3.7.4. Análisis multicriterio de las alternativas

Se va a realizar un análisis multicriterio, en función de los factores mencionados anteriormente.

La Tabla 7 muestra la matriz de efectos para los sistemas de poda de formación considerados. Cada característica se puntúa en una escala de 1 (muy desfavorable) a 5 (muy favorable). Los coeficientes de ponderación pueden ser 0,5, 1,0, 1,5 y 2,0, en función de la importancia relativa del factor en cuestión. El resultado final para cada sistema de poda de formación se obtiene de realizar el sumatorio del producto de cada parámetro por su coeficiente de ponderación. Se considera que el sistema de poda de formación más interesante para su aplicación en la explotación es aquél que obtiene una mayor puntuación.

Tabla 7. Matriz de efectos para la elección del sistema de poda formación

Factor	Coeficiente	Vaso de pisos	Vaso arbustivo	Eje central	Formación libre
Material vegetal	2	4	3	2	4
Densidad de plantación	2	4	4	4	2
Operaciones de cultivo	1,5	3	4	4	4
Sistema de formación	2	4	3	4	4
Total		28,5	26	26	26

3.7.5. Alternativa elegida

El sistema de poda de formación elegido, según el análisis multicriterio, es el vaso de pisos. Este sistema de formación es el más utilizado en plantaciones tradicionales y semiintensivas de almendro, ya que permite un buen desarrollo del árbol y facilita la mecanización del cultivo.

El vaso de pisos se adapta muy bien a una amplia gama de vigores. Los árboles formados con este sistema presentan un buen equilibrio estructural y se adaptan muy bien a la recolección con cosechadora integral. Además, no se precisa de estructuras de apoyo fijas, lo que supone una reducción de los costes de implantación respecto a sistemas de formación como el eje central.

3.8. Alternativas en la elección del sistema de riego

3.8.1. Identificación de las alternativas

Las especies frutales necesitan una determinada cantidad de agua para mantener su desarrollo vegetativo normal y una óptima producción de frutos.

Aunque el almendro tradicionalmente se ha considerado una especie de secano en dichas condiciones no era un cultivo muy rentable las producciones se situaban en torno a 150 kg/ha de almendra en grano, por ello se empezó a cultivar en regadío.

Existen diversos métodos de riego superficial, aptos para su utilización en cultivos leñosos frutales. Las opciones a analizar según la forma de distribución del agua en el suelo, son las siguientes:

Riego por gravedad. Riego por inundación y riego por surcos.

Riego a presión. Riego por aspersión, riego por goteo y riego por microaspersión.

3.8.3. Criterios de valor

Calidad del agua de riego: Un elevado contenido en sales disueltas en el agua de riego y/o un elevado contenido en impurezas puede causar obturaciones en los goteros.

Economía del sistema. Cada sistema de riego lleva asociado un coste de instalación, mantenimiento y gasto de energía. Este criterio penaliza las alternativas que suponen un mayor desembolso.

Técnicas de cultivo. Es necesario elegir un sistema de riego que no entorpezca la realización de las labores de cultivo. También es importante valorar la posible aplicación de abonos y fitosanitarios a través del agua de riego.

Factores agronómicos. Se busca un reparto uniforme del agua por toda la plantación y que las pérdidas por evaporación y percolación sean mínimas.

Factores climáticos. El clima condiciona la eficiencia del riego, en especial las temperaturas y el viento.

3.8.4. Evaluación de las alternativas

Riego por inundación: Consiste en conducir una corriente de agua desde una fuente abastecedora hacia los campos y aplicarla directamente a la superficie del suelo por gravedad, cubriendo total o parcialmente el suelo. Se caracterizan por el manejo del agua, sobre el nivel del terreno, a través de Melgas (para cultivos densos).

Este sistema requiere una buena nivelación del terreno con pendientes inferiores al 1% y gran flujo de agua, del orden de 1,6 l/s/ha, para cubrir todo el suelo.

La eficiencia del riego, esto es, el cociente entre el agua necesaria y la aplicada varía del 40 al 80%. La uniformidad de distribución en longitud en un suelo bien nivelado, rara supera el 70%. Por todo ello es necesario calcular cuidadosamente la longitud de la parcela de riego.

Ventajas

Sus principales ventajas son de orden económico, en terrenos relativamente llanos y con buena nivelación, es el sistema más barato y no requiere uso de energía.

Los costes de labores y de mantenimiento son moderados.

Inconvenientes

Los costes de nivelación y las disponibilidades de agua limitan la utilización de este sistema.

Las limitaciones más importantes se refieren a la dificultad de aplicación del agua eficientemente, pues las pérdidas por percolación pueden ser elevadas al principio de las tablas de riego. Como las necesidades de agua son elevadas si esta es limitada es preferible la elección de otro sistema.

Riego por surcos

El riego por surcos es un sistema de riego por superficie también denominado riego por gravedad en el cual el agua se coloca en la cabecera de los surcos y por gravedad avanza hasta el extremo más bajo permitiendo; durante este tiempo, la infiltración de una lámina de agua de mayor valor se presenta generalmente en la cabecera del campo.

Este sistema permite la aplicación uniforme de pequeñas cantidades de agua mejor que por inundación.

El tiempo normal de riego debe ser inferior a 24 horas, para aumentar la eficiencia, y no propiciar condiciones favorables para el desarrollo de patógenos de suelo.

Ventajas

La principal ventaja de este sistema es de bajo coste de instalación en suelos nivelados.

El riego por surcos es adecuado en suelos donde la penetración del agua sea lenta, requiere, en general, menos flujo de agua que por inundación, aproximadamente 1,2 a 1,6 l/seg/ ha.

Inconvenientes

Altas pérdidas por percolación al comienzo del surco, por lo que la eficiencia del riego es del orden de 40 al 70%. Los costes de las labores para la preparación del surco son, por otra parte mayores que otros sistemas.

Riego por aspersión

El agua destinada al riego se hace llegar a las plantas por medio de tuberías y mediante unos pulverizadores, llamados aspersores y, gracias a una presión determinada, el agua se eleva para que luego caiga pulverizada o en forma de gotas sobre la superficie que se desea regar. Es más propio de los cultivos herbáceos que en cultivos frutales debido a los numerosos inconvenientes en este tipo de cultivos.

El sistema de aspersión puede ser móvil, semipermanente o permanente en función del material que sea necesario desplazar entre riegos. En los sistemas fijos o permanentes, es necesario cuidar el diseño del riego para no dificultar las labores de cultivo.

Normalmente la aplicación de agua es de 2 a 4 mm/hora salvo en suelos con problemas de permeabilidad.

Ventajas

El riego por aspersion se aplica fundamentalmente en terrenos de topografía irregular, donde los costes de nivelación son elevados, o en suelos poco uniformes o porosos, con una velocidad de infiltración excesiva o inadecuada ya que la aspersion evita perdidas excesivas por percolación, en comparación por los sistemas por gravedad.

También se puede utilizar como protección antihelada.

Inconvenientes

La principal limitación es el elevado coste inicial de instalación y el de energía. Puede fomentar el desarrollo de enfermedades si moja la copa del árbol y la distribución realizada no es del todo uniforme debido a la situación de los árboles

Riego localizado: El riego localizado se caracteriza por un aporte frecuente de agua a un volumen de suelo reducido, lo más cercano posible al lugar en el que se encuentran las raíces de los árboles. Cabe distinguir dos tipos de riego localizado: goteo y microaspersion.

Riego por goteo

Es el sistema de riego localizado más popular y moderno, según el cual el agua circula a presión por la instalación hasta llegar a los emisores o goteros, en los que pierde presión y velocidad, saliendo gota a gota. Son utilizados normalmente en cultivos con marco de plantación amplio (olivar, frutales, etc.).

Como este sistema de riego moja poco volumen de suelo, el crecimiento de malas hierbas se reduce en la plantación, pues estas se concentran alrededor de los goteros y es fácil controlarlas con herbicidas. Las aplicaciones frecuentes también diluyen las sales en el suelo, y hace posible el empleo de agua más salina que con cualquier otro sistema.

El flujo de los goteros es variable, según la presión. El sistema debe tener capacidad para aplicar la máxima demanda diaria en no más de 16 horas, al objeto de tener tiempo para revisiones, averías...

Ventajas

Mejor aprovechamiento del agua.

Posibilidad de manejar aguas con mayor salinidad.

Mejor aprovechamiento de los fertilizantes.

Mayor uniformidad de riego.

Proyecto de plantación de 46,39 ha de almendros en regadío en el término municipal Villalar de los Comuneros (Valladolid).

Ahorro de mano de obra.

Facilidad de ejecución de las labores agrícolas.

Menor peligro de aparición de malas hierbas y de ataques fúngicos aéreos.

Inconvenientes

Riesgo de salinización del bulbo húmedo.

Sistema hidráulico más delicado lo que implica un mayor conocimiento del equipo de riego.

Mayor inversión inicial por el coste de la instalación.

Posible obstrucción de goteros.

Riego por microaspersión

Dicho sistema consiste en que el agua se aplica sobre la superficie del suelo en forma de lluvia muy fina, mojando una zona determinada que depende del alcance de cada emisor. Se caracteriza por tener unos emisores más pequeños que el riego por aspersión y que emiten un caudal menor, pero más localizado.

Ventajas

Supone un ahorro de agua en comparación con el riego tradicional.

Proporciona una buena lixiviación del suelo, para que no haya un exceso de sales en el suelo.

Apto para terrenos con desniveles y pendientes.

Inconvenientes

Alta inversión inicial, ya que es más caro que un riego por goteo.

Es un problema para realizar las labores de cultivo.

El viento puede afectar a la uniformidad del riego.

Requieren una mayor mano de obra que el resto de los sistemas de riego localizado

3.8.5. Análisis multicriterio de las alternativas

La Tabla 8 muestra la matriz de efectos para los sistemas de riego considerados. Cada característica se puntúa en una escala de 1 (muy desfavorable) a 5 (muy favorable). Los coeficientes de ponderación pueden ser 0,5, 1,0, 1,5 y 2,0, en función de la importancia relativa del factor en cuestión. El resultado final para cada sistema de riego se obtiene de realizar el sumatorio del producto de cada parámetro por su coeficiente de ponderación. Se considera que el sistema de riego más interesante para su uso en la explotación es aquél que obtiene una mayor puntuación

Tabla 8. Matriz de efectos para la elección del sistema de riego

Factor	Coficiente	Inundación	Surcos	Aspersión	Goteo	Microaspersión
Agua de riego	0,5	4	4	3	3	3
Economía	1,5	3	3	2	3	2
Técnicas	1	2	2	3	4	4
Factores agronómicos	1,5	1	2	2	4	3
Factores climáticos	1	3	3	4	4	4
Total		13	14,5	14,5	20	17

3.8.6. Alternativa elegida

La alternativa elegida basándonos en sus ventajas e inconvenientes y que ha obtenido una mayor puntuación en el análisis multicriterio es el riego por goteo.

El riego por goteo tiene una mayor eficiencia en el uso del agua que otros sistemas de riego, permite la fertirrigación y la automatización total del riego, mejora la disponibilidad de agua en el suelo y mejora la absorción de nutrientes aplicados mediante este sistema.

Como este sistema de riego moja muy poco volumen de suelo, el crecimiento de las malas hierbas se reduce en la plantación, pues éstas se concentran alrededor de los goteros y es más fácil controlarlas mediante el empleo de herbicidas.

La limitación más importante es la posible obstrucción de los goteros. Esto hace disminuir la uniformidad del riego y puede causar daños en los árboles. Este inconveniente puede salvarse empleando soluciones de fertirrigación ligeramente ácidas y realizando periódicamente limpiezas del sistema con ácido nítrico.

3.9. Alternativas en la elección del sistema de mantenimiento del suelo

3.9.1. Identificación de las alternativas

El mantenimiento del suelo comprende todo el conjunto de operaciones culturales llevadas a cabo para el trabajo del suelo, su principal objetivo, es controlar o suprimir la presencia de plantas adventicias o malas hierbas, para lograr la mayor cantidad posible de elementos nutritivos y de agua para el almendro. De forma complementaria, las labores al suelo facilitan la incorporación de nutrientes y la movilidad de los mismos dentro del perfil de cultivo.

También tiene influencia en el desarrollo del crecimiento del sistema radicular, en el mantenimiento de la estructura del suelo y en los fenómenos erosivos.

Para mantener este medio favorable existen distintas formas de mantenimiento del suelo:

Laboreo o suelo desnudo

No laboreo o no cultivo con suelo desnudo

Enherbado permanente

Acolchado o mulching

3.9.2. Criterios de valor

Condicionantes edafoclimáticos. La escasez e irregularidad de precipitaciones va a condicionar la viabilidad de la cubierta vegetal durante los meses más secos y calurosos. Además, se debe tener en cuenta que el riesgo de heladas por irradiación varía en función del mantenimiento de suelo que se lleve a cabo. El tipo de suelo y su fertilidad también ha de ser un factor determinante para la elección del sistema de mantenimiento del suelo.

Condicionantes técnicos. Hay que tener en cuenta el material vegetal (Vigor y edad de los árboles, el diseño de la plantación (Marco y densidad) y las operaciones de cultivo (paso de la maquinaria) para elegir el mantenimiento del suelo más adecuado para la plantación.

Condicionantes económicos. Se debe estudiar la rentabilidad económica de cada sistema, tanto la inversión necesaria para su establecimiento como para su mantenimiento, al igual que la incidencia de cada uno sobre la producción.

3.9.3. Evaluación de las alternativas

Laboreo o suelo desnudo: Consiste esta labor, en el pase de grada o más frecuentemente de cultivador, en toda la superficie del suelo y durante distintos periodos del año. Generalmente hay que realizar de 3 a 5 pases al año.

Entre las ventajas de este sistema podemos citar: Es el sistema tradicional de cultivo del suelo y por tanto es sobradamente conocido y preferido por cualquier agricultor, si está bien realizado da un aspecto a la parcela de un buen mantenimiento de la plantación.

Es un método muy sencillo para controlar las adventicias. Facilita la incorporación de fertilizantes y enmiendas. Se puede utilizar con cualquier sistema de riego e incluso puede favorecer la penetración del agua en el suelo, al romper las capas o costras superficiales, aunque por el contrario se favorece la evaporación.

Favorece el enraizamiento profundo por lo tanto es una técnica aconsejable en secano.

Este sistema cuenta con grandes inconvenientes: destruye las raíces superficiales, que son las que encuentran mayor cantidad de fosforo y potasio. Consecuentemente queda disminuida la capacidad de absorción de estos elementos.

No laboreo o no cultivo con suelo desnudo: Es otro sistema de mantenimiento del suelo desnudo, pero sin utilización de aperos de labranza que mueven el suelo. La eliminación de adventicias se consigue con la aplicación de herbicidas o productos químicos fitotóxicos para las plantas, realizada en distintas épocas del año, al menos entre marzo y octubre.

Entre las ventajas de utilizar estos herbicidas podemos citar: al no haber paso de aperos, se facilita el desarrollo de raíces superficiales y hay una menor degradación estructural. Los

suelos tratados con herbicidas irradian menos calor, lo que disminuye el riesgo de heladas por inversión térmica.

Es un sistema aconsejable en plantaciones densas y adultas, muy adecuado con sistemas de riego localizado. Tiene unos costes energéticos y de mantenimiento muy bajos. La mayor economía se basa en dos factores: menos potencia de los equipos de aplicación y menor frecuencia de aplicación ya que algunos productos son de gran persistencia.

Los principales problemas están en los suelos muy arcillosos, ya que la formación de costras superficiales y agrietadas es mayor en este tipo de suelos. Ello conlleva una menor resistencia a la sequía, un incremento de la escorrentía y por tanto de la erosión y una gran dificultad para incorporar enmiendas y abonos.

Este sistema no es muy recomendable en los primeros años de plantación. Pueden generarse problemas de residuos y de degeneración y desequilibrio de la flora, e incluso algún efecto depresivo en el árbol.

Enherbado permanente: También se denomina al sistema cubierta permanente, puesto que el suelo se mantiene cubierto con una pradera artificial o natural, generalmente constituida por gramíneas tipo Bromus, Festuca ...

Las malas hierbas se controlan por sofocación y siega.

Para el mantenimiento de la pradera es preciso realizar unos 3 o 4 pases anuales de segadora o desbrozadora.

El mayor inconveniente de este sistema es que la pradera establece una fuerte competencia en agua y elementos nutritivos con la plantación. Por estas razones es un sistema viable únicamente en zonas muy húmedas. Por ello y por los altos costes de establecimiento, es un método a descartar en la mayoría de las situaciones de cultivo existentes en España. Otro inconveniente son los aumentos de riesgos de heladas.

Las ventajas de este sistema están relacionadas con la mejora general de las características del suelo, y la mejora de la actividad biológica y del nivel de materia orgánica del suelo. El enherbado permanente también es una garantía para que los procesos erosivos sean prácticamente inexistentes. Este sistema aporta facilidad para circular, tanto para operaciones como para equipos agrarios.

Es un sistema que puede utilizarse en agricultura ecológica.

Acolchado o mulching: En este sistema la vegetación espontánea se elimina por sofocación, al extender sobre la superficie del suelo una cubierta orgánica o inorgánica, en todos los casos cubriendo una franja de un metro o 1,25 metros alrededor del árbol.

Esta técnica generalmente solo se utiliza en el primer año de plantación, especialmente si las condiciones de cultivo no son óptimas: hay escasez de agua, el suelo es poco profundo, etc

Las cubiertas orgánicas no suelen durar más de un año. Después los restos se incorporan al suelo. Las cubiertas inorgánicas tienen una duración mayor de hasta 3 o 4 años.

Aunque es una técnica de corta duración puede reportar sensibles ventajas tal como un buen control de vegetación adventicia en las zonas próximas a la planta en las primeras fases de desarrollo del árbol. En general las condiciones del suelo mejoran: hay una menor degradación, lo que permite mantener una buena estructura. La absorción de los minerales del suelo es más fácil y las pérdidas de agua por evaporación son mínimas.

Por otra parte, es un sistema muy adaptado a los riegos localizados. En general disminuye el riesgo de heladas primaverales.

El mayor inconveniente de este sistema se puede originar en los suelos muy pesados, donde puede aumentar el riesgo de asfixia radicular. Por otra parte, es un sistema relativamente caro.

Se debe considerar que si se utilizan materiales orgánicos, su incorporación al suelo va a suponer un desequilibrio en la relación C/N, que se va a materializar en un elevado consumo inicial de nitrógeno.

También es un sistema aplicable y muy aconsejable en agricultura ecológica.

Técnicas mixtas. Se trata de combinar cualquiera de las alternativas citadas anteriormente. El objetivo es resolver los problemas que pueden causar los distintos sistemas cuando se emplean individualmente, combinándolos con otros métodos. Estas técnicas pueden ser simultáneas, cuando se dan a la vez en distintas partes del terreno, o alternativas, cuando cada sistema se aplica en toda la superficie pero en distintas épocas del año. Las combinaciones, en el espacio, más comunes que existen son:

Laboreo-herbicidas. Esta técnica combina el laboreo en el centro de las calles de la plantación y la aplicación de herbicidas bajo la línea de árboles. De este modo se elimina la dificultad técnica de realizar el control de la vegetación bajo los árboles mediante laboreo. Toda la superficie permanece libre de vegetación.

Deben usarse los herbicidas en la dosis correcta si hay una incorrecta aplicación, los síntomas de fitotoxicidad, que pueden afectar significativamente al crecimiento del cultivo, son clorosis generalizada de las hojas, hojas más pequeñas, perforaciones en las hojas y quemadura generalizada de la planta.

Cubierta permanente-herbicidas. Se establece una cubierta vegetal en las calles de la plantación, mientras que en la línea de los árboles se aplica herbicida para controlar las malas hierbas.

3.9.4. Análisis multicriterio de las alternativas

Se va a realizar un análisis multicriterio, en función de los factores mencionados anteriormente.

La Tabla 9 muestra la matriz de efectos para los sistemas de mantenimiento del suelo. Cada característica se puntúa en una escala de 1 (muy desfavorable) a 5 (muy favorable). Los coeficientes de ponderación pueden ser 0,5, 1,0, 1,5 y 2,0, en función de la importancia relativa del factor en cuestión. El resultado final para cada sistema de mantenimiento del suelo se obtiene de realizar el sumatorio del producto de cada parámetro por su coeficiente de ponderación. Se considera que el sistema de mantenimiento del suelo más interesante para su uso en la explotación es aquél que obtiene una mayor puntuación.

Tabla 9. Matriz de efectos para la elección del sistema de mantenimiento del suelo

	Coeficiente	Laboreo	No laboreo	Enherbado	Acolchado	Laboreo-herbicida	Cubierta-herbicida
Edafoclimático	1,0	3	3	2	2	3	3
Técnico	1,0	3	4	3	3	3	4
Económico	1,5	3	3	3	2	3	4
Total		10,5	11,5	9,5	8	10,5	13

3.9.5. Alternativa elegida

La alternativa elegida es la técnica mixta cubierta-herbicida, ya que es la que ha obtenido mayor puntuación en el análisis multicriterio. La combinación de cubierta herbicida permite un fácil, rápido y económico mantenimiento del suelo, a la vez que facilita el paso de maquinaria, reduciéndose el riesgo de atasques cuando el suelo se encuentre con una humedad excesiva. La cubierta vegetal es capaz de soportar el paso de la maquinaria con una menor tasa de compactación del suelo que en los sistemas de laboreo, lo cual resulta muy interesante en una plantación de estas características.

3.10. Alternativas en la elección del sistema de recolección

3.10.1. Identificación de las alternativas

La recolección de la almendra es la última operación de cultivo que debe realizar el agricultor. Con la recolección finaliza todo el proceso productivo, y posibilita al productor a obtener beneficios, por medio de la venta del producto recogido.

La recolección consiste en hacer caer el fruto del árbol una vez que este ha adquirido su madurez.

Los sistemas de recolección de la almendra se puede clasificar en dos categorías: recolección manual y sistemas de recolección mecanizada. Tradicionalmente se ha realizado de forma manual.

La recolección manual consiste en el derribo de los frutos del árbol vareando el árbol de forma exclusivamente manual. Es frecuente colocar una malla o lona debajo del árbol para facilitar la recogida de los frutos. Es un sistema apto para plantaciones muy pequeñas o árboles aislados. En la actualidad se encuentra prácticamente en desuso, por lo que no se va a considerar como alternativa factible en la plantación en proyecto.

Los sistemas de recolección mecanizada son aquellos en los que se emplean máquinas para desarrollar una o varias de las tareas de recolección. Sólo se van a considerar como alternativas los sistemas de recolección mecanizada, pues son los más frecuentes en la actualidad y los que suponen un coste menor. Los sistemas más habituales en plantaciones de almendro son las siguientes:

Vibradores de troncos.

Vibradores de troncos con paraguas invertido.

Cosechadoras integrales.

3.10.2. Criterios de valor

Los criterios que se van a tener en cuenta para determinar el sistema de recolección son los siguientes:

Disposición, densidad y marco de plantación. La distribución de los árboles en la parcela condiciona en buena medida el tipo de sistema de recolección más adecuado para la plantación.

Grado de mecanización de la explotación. Uno de los objetivos del proyecto es conseguir un elevado grado de mecanización de la explotación, con el fin de optimizar los tiempos requeridos para la realización de las labores de cultivo, en especial la recolección, y disminuir los gastos, aumentando con ello la rentabilidad.

Economía del sistema. Se debe tener en cuenta el coste de adquisición de la maquinaria necesaria en cada sistema de recolección, el coste horario de la labor, las necesidades de mano de obra y el tiempo requerido para realizar dicha labor.

3.10.3. Evaluación de las alternativas

Recolección con vibradores de troncos: Se trata de un brazo articulado con una pinza de gran tamaño en su extremo que contiene tacos de goma que abrazan el tronco y le transmiten las vibraciones. Esto hace que los frutos caigan al suelo y después estos se recogen de forma manual o con maquinaria complementaria.

Recolección mediante vibrador con paraguas invertido: El sistema es el mismo que los vibradores descritos anteriormente pero ahorra mucho tiempo y mano de obra. Si en el vibrador tradicional se necesitan los operarios para extender los mantones o redes, traslado de árbol en árbol, un remolque góndola para recoger los mantones y descargarlos en el remolque, en el equipo de paraguas con un tractorista y una persona de apoyo es suficiente.

Lo que produce un ahorro de la necesidad de mano de obra y se aumenta el rendimiento de recolección.

La vibración produce un barrido de diferentes golpes de vibración adaptándose al tamaño de árbol y llegando a conseguir un porcentaje de derribo mayor al del sistema de vibración tradicional. También reduce en un gran porcentaje el daño producido a la masa foliar y al

descortece de troncos. Esta ventaja permite adaptar la vibración a cualquier tipo de árbol que se vaya a vibrar ya que cada tipo de árbol necesita unos parámetros de vibración diferentes. Este sistema suele utilizarse en la recolección de frutos secos, sobre todo el almendro, frutas de hueso con destino industrial como el ciruelo, albaricoque, o cereza y en olivar.

Recolección con cosechadora integral o vendimiadora: Las cosechadoras integrales, a diferencia de los sistemas anteriores, realizan la cosecha de forma continua, sin interrupciones. Constan de una pinza vibradora, que aprisiona el tronco del árbol y produce la caída de los frutos, que se precipitan sobre una plataforma que los transporta hasta el mecanismo pelador y posteriormente a la tolva.

Las principales ventajas de este sistema son su elevada capacidad de trabajo y bajo requerimiento de mano de obra. Son máquinas adecuadas para plantaciones grandes con elevadas densidades de plantación. Sin embargo, tienen un elevado coste de adquisición, por lo que en plantaciones más pequeñas puede ser conveniente alquilar la labor, lo que queda condicionado a la disponibilidad de la maquinaria en la zona donde se encuentre la explotación.

3.10.4. Análisis multicriterio de las alternativas

Se va a realizar un análisis multicriterio, en función de los factores mencionados anteriormente.

La Tabla 10 muestra la matriz de efectos para los sistemas de recolección. Cada característica se puntúa en una escala de 1 (muy desfavorable) a 5 (muy favorable). Los coeficientes de ponderación pueden ser 0,5, 1,0, 1,5 y 2,0, en función de la importancia relativa del factor en cuestión. El resultado final para cada sistema de recolección se obtiene de realizar el sumatorio del producto de cada parámetro por su coeficiente de ponderación. Se considera que el sistema de recolección más interesante para su uso en la explotación es aquél que obtiene una mayor puntuación.

Tabla 10. Análisis multicriterio para la elección de las alternativas de recolección del fruto.

Factor	Coeficiente	Vibradores de troncos	Paraguas invertido	Cosechadora integral
Características de la plantación	1	3	3	3
Grado de mecanización	2	3	3	5
Economía del sistema	2	2	3	3
Total		13	15	19

3.10.5. Alternativa elegida

Una vez comparadas las distintas alternativas y considerando el resultado obtenido al realizar el análisis multicriterio, se opta decide que el sistema de recolección mediante cosechadora integral es la mejor opción.

Este sistema se adapta bien a la disposición y densidad de plantación que se va a establecer en nuestra finca. Tiene unos bajos requerimientos de mano de obra y cumple con los objetivos de mecanización que se pretenden conseguir. Es el sistema de recolección más rápido ya que la cosecha de forma continua, sin interrupciones, lo que permite realizar la cosecha en el momento óptimo, disminuyendo las pérdidas por caída de los frutos. Aunque el coste de adquisición de la maquinaria es superior a los otros sistemas, es posible alquilarla, disminuyendo con ello los costes.

ANEJO IV: INGENIERÍA DEL PROCESO

Índice Anejo IV:Ingeniería del proceso

1. Actividades	6
1.1. Plantación	6
1.1.1. Preparación del terreno	6
1.1.2. Establecimiento de la plantación.....	7
1.1.2.1. Replanteo y marcado de la plantación	7
1.1.2.2. Recepción y preparación de la planta	7
1.1.2.3. Plantación	7
1.1.2.4. Instalación del sistema de riego	8
1.1.3. Cuidados posteriores a la plantación.....	8
1.1.4. Resumen de las operaciones de plantación	8
1.2. Poda	9
1.2.1. Aspectos generales.....	9
1.2.2. Poda de formación	10
1.2.3. Poda de fructificación, producción o mantenimiento.....	13
1.2.4. Normas de la poda.....	14
1.2.5. Útiles de poda	14
1.2.6. Resumen de la poda	15
1.3. Diseño agronómico del riego.....	15
1.3.1. Cálculo de las necesidades de riego.....	15
1.3.1.1. Necesidades netas de riego.....	15
1.3.1.2. Número de emisores por planta y caudal del emisor.....	21
1.3.1.3. Frecuencia y tiempo de riego	24
1.3.1.4. Resumen del diseño agronómico del riego	25
1.4. Fertilización.....	26
1.4.1. Introducción	26
1.4.2. Enmienda orgánica	27
1.4.3. Fertilización mineral	29
1.4.3.1. Fertilización de mantenimiento.....	29
1.4.3.1.1. Macronutrientes	29
1.4.3.1.1.1. Nitrógeno	29
1.4.3.1.1.2. Fósforo.....	31
1.4.3.1.1.3. Potasio	33
1.4.3.1.2. Macronutrientes secundarios	35

1.4.3.1.3. Micronutrientes.....	36
1.4.3.1.4. Programa de fertirrigación.....	38
1.4.4. Resumen de la fertilización.....	41
1.5. Mantenimiento del suelo.....	42
1.6. Polinización.....	42
1.6.1. Introducción.....	42
1.6.2. Factores que intervienen en la polinización.....	43
1.6.3. Instalación y cuidado de las colmenas.....	44
1.7. Tratamientos fitosanitarios.....	44
1.7.1. Introducción.....	44
1.7.2. Principales plagas del almendro.....	45
1.7.2.1. Barrenillo.....	45
1.7.2.2. Pulgones.....	46
1.7.2.3. La chinche o tigre del almendro.....	47
1.7.2.4. Orugeta del almendro.....	47
1.7.2.5. Gusano cabezudo.....	48
1.7.2.6. Minador de los brotes (<i>Anarsia lineatella</i> Zeller).....	49
1.7.2.7. Ácaros.....	50
1.7.2.8. Avispilla del almendro.....	51
1.7.3. Principales enfermedades del almendro.....	51
1.7.3.1. Cribado o perdigonado.....	51
1.7.3.2. Moniliosis o momificado.....	52
1.7.3.2. Lepra o abolladura.....	53
1.7.3.3. Antracnosis (<i>Gloesporium amygdalinum</i> Brizi, <i>Glomerella cingulata</i> Spaul y Schrenk).....	54
1.7.3.4. Verticilosis.....	54
1.7.3.5. Mancha ocre (<i>Polystigma ochraceum</i> Sacc.).....	54
1.7.3.6. Fusicocum o chancro.....	55
1.7.3.7. Podredumbre de la raíz.....	55
1.7.3.8. Mancha bacteriana.....	56
1.7.3.9. Virus.....	57
1.7.4. Cuadro resumen de tratamientos fitosanitarios.....	58
1.8. Recolección.....	58
1.8.1. Introducción.....	58
1.8.2. Fecha de recolección estimada.....	59

1.8.3. Metodología de la recolección.....	59
1.9. Cuaderno de explotación	59
2. Implementación del proceso productivo.....	59
2.1. Maquinaria y equipos	59
2.1.1. Maquinaria necesaria en la explotación	59
2.1.1.1. Maquinaria alquilada	59
2.1.1.2. Maquinaria propia y adquirida	61
2.1.2. Capacidad y tiempos de trabajo	62
2.1.3. Consumo de carburante.....	62
2.1.4. Consumo de lubricantes.....	63
2.2. Coste horario de utilización de la maquinaria	63
2.2.1. Costes de las labores alquiladas	63
2.2.2. Costes de la maquinaria adquirida	64
2.3. Mano de obra.....	65
2.3.1. Introducción	65
2.3.2. Mano de obra fija-especialista.....	65
2.3.3. Mano de obra eventual	65
2.4. Cuadros del proceso productivo.....	65
2.4.1. Definición de las necesidades	65

Indice tablas

Tabla 1. Resumen de las operaciones de plantación.....	9
Tabla 2. Resumen de las labores de poda	15
Tabla 3. Valores de ETo, ETc, P, PE y déficit hídrico.	16
Tabla 4. Relación entre k_1 y FAS.....	17
Tabla 5. Cálculo de las necesidades netas de riego para el almendro.....	19
Tabla 6. Cálculo de las necesidades totales de riego para el almendro (Nt).....	21
Tabla 7. Características de los emisores	22
Tabla 8. Tiempo de duración del riego para cada uno de los meses de actividad vegetativa	25
Tabla 9. Resumen del diseño agronómico del riego	26
Tabla 10: Elementos necesarios en las plantas.....	27
Tabla 11. Características del estiércol de oveja.....	27
Tabla 12. U.F. aportadas por el estiércol y mineralización en los 3 años siguientes	28

Tabla 13. Acumulación anual de nitrógeno en las partes leñosas del árbol	29
Tabla 14. Producción de almendra con cáscara y exportación de nitrógeno por los fruto	30
Tabla 15. Aportación de nitrógeno por el agua de riego	31
Tabla 16. Balance de nitrógeno	31
Tabla 17. Producción de almendra con cáscara y exportación de fósforo por los frutos	32
Tabla 18. Balance de fósforo	33
Tabla 19. Producción de almendra con cáscara y exportación de potasio por los frutos	34
Tabla 20. Aportación de potasio con el agua de riego	35
Tabla 21. Balance del potasio	35
Tabla 22. Porcentaje de necesidades nutritivas según la época del año	38
Tabla 23. Necesidades mensuales de nutrientes, expresadas en kg/ha	39
Tabla 24. Aportaciones mensuales de fertilizantes, expresadas en kg/ha	40
Tabla 25. Necesidades de caldo (l/ha) de cada fertilizante	41
Tabla 26. Calendario de operaciones de mantenimiento del suelo	42
Tabla 27. Resumen de tratamientos fitosanitarios	58
Tabla 28. Resumen características, capacidad y tiempo de trabajo de la maquinaria	62
Tabla 29. Consumo de carburante	63
Tabla 30. Consumo de lubricantes	63
Tabla 31. Costes de la maquinaria propia y adquirida	64
Tabla 32. Definición de las necesidades del año 1	66
Tabla 33. Definición de las necesidades del año 2	71
Tabla 34. Definición de las necesidades del año 3	74
Tabla 35. Definición de las necesidades del año 4	77
Tabla 36. Definición de las necesidades del año 5	81
Tabla 37. Definición de las necesidades del año 6	85
Tabla 38. Definición de las necesidades del año 7	89
Tabla 39. Definición de las necesidades del año 8	93
Tabla 40. Satisfacción de las necesidades del año 9 y siguientes	97

Indice Figuras

Figura 1: Desarrollo del árbol en el primer año	11
Figura 2: Estructura del vaso al final del segundo año	12
Figura 3 : Esquema floral del almendro	43

1. Actividades

1.1. Plantación

1.1.1. Preparación del terreno

Antes de la instalación de los árboles en la parcela es conveniente preparar el terreno mediante una serie de labores, que tienen por objeto la corrección de algunos factores edáficos desfavorables. Una adecuada preparación del terreno mejora la permeabilidad del suelo al aire y al agua, limpia la tierra de raíces y vegetación espontánea, favorece la actividad microbiana y moviliza las reservas de nutrientes y facilita el desarrollo de las raíces de las plantas recién establecidas.

En primer lugar, debería plantearse la necesidad de nivelación, como nuestra parcela esta nivelada se decide no nivelarla. Las operaciones de preparación del terreno deben realizarse con el máximo rigor, ya que de ellas depende tanto la adecuada implantación de los árboles como el rápido crecimiento de los mismos en las fases iniciales del desarrollo.

Los trabajos a realizar y el tipo de aperos a utilizar dependen del suelo, su profundidad, textura, estructura y cultivo precedente.

La finca objeto del proyecto presenta un suelo profundo, de textura franco-arenosa y estructura migajosa, poco compactado y de perfil uniforme, como se observa en el Anejo I. Condicionantes. En consecuencia, el método de preparación del terreno más adecuado es el pase de un arado de desfonde, ya que además el suelo es profundo.

La preparación por desfonde consiste en que toda la superficie de la parcela se voltea en profundidad empleando arados de desfonde.

La profundidad de labor oscila entre 40 y 80 cm. Este tipo de labor se debe realizar con el suelo en tempero, a finales de octubre o principios de noviembre. Sólo se puede realizar en suelos de perfil uniforme. Además, esta operación permite enterrar enmiendas y abonos aportados previamente.

También se realizara:

Enmienda orgánica. Debido al bajo nivel de materia orgánica que presenta el suelo de la parcela donde se va ubicar el proyecto (1,6 %), se hace indispensable la aplicación de una enmienda orgánica que permita subir este nivel hasta unos valores más adecuados (2%) Debido a la cercanía de abundantes explotaciones ovinas, será el estiércol de ovino el que se va utilizar como enmienda orgánica. La forma de aplicación será mediante un reparto en superficie con una abonadora centrífuga, incorporando luego al suelo con una labor.

La cantidad de estiércol a aplicar se calcula en el apartado de fertilización.

Abonado de fondo: En nuestro caso no será necesario hacerlo ya que según el análisis el contenido de fósforo y potasio del suelo es alto.

Labores secundarias. Este tipo de operaciones se van a realizar con un cultivador que permitirá afinar y allanar el terreno más superficial. Para ello, se van a ejecutar dos labores cruzadas de cultivador a una profundidad de 15-25 cm.

1.1.2. Establecimiento de la plantación

1.1.2.1. Replanteo y marqueo de la plantación

Dicha operación consiste en señalar sobre el terreno la posición que van a ocupar cada uno de los árboles o líneas de cultivo dentro de la plantación.

No es necesario marcar la ubicación exacta de cada árbol, pues el equipo plantador dispone de un sistema que posiciona correctamente cada árbol, de acuerdo con el marco de plantación previamente establecido.

1.1.2.2. Recepción y preparación de la planta

Previamente a la plantación física de los árboles, se ha de solicitar al vivero con suficiente antelación la combinación variedad-patrón elegida, para que en el momento de la plantación ya se disponga del conjunto de árboles deseado incluso comprometer el pedido con los suministradores.

La utilización de planta formada en vivero, acorta el periodo inicial de germinación e injerto posterior de la planta, ya que todo el proceso inicial de desarrollo de la planta, se realiza en vivero.

Se pueden suministrar por el vivero dos tipos de planta en función de su presentación: "a raíz desnuda" y "en cepellón".

En nuestro caso los plantones van a ser de la modalidad "a raíz desnuda".

Los plantones, estarán certificados, serán de un año de injerto y presentaran un buen desarrollo y un adecuado estado sanitario. La cantidad de plantones a pedir al vivero debe ser un 2 % superior al número total de árboles necesarios, para efectuar la reposición de marras durante la primavera.

La reposición de marras consiste en reponer los árboles que no han agarrado y debe realizarse lo antes posible y no debe ser superior al mencionado 2%.

Tras la recepción de los plantones, durante la última semana de enero, se comprueba su buen desarrollo y estado sanitario. La conservación de los plantones se realiza en zanjas de 50-60 cm de profundidad, localizadas en una zona sombreada, ventilada y con buena humedad, recubriendo sus raíces con tierra o arena húmeda, hasta el momento de la plantación.

1.1.2.3. Plantación

La plantación se va a realizar durante el mes de febrero, la labor de plantación la va a realizar una empresa de servicios mediante plantadoras automáticas guiadas por GPS, con el objeto de garantizar una máxima precisión en los marcos de plantación. Para ello, se debe ajustar la plantadora para cumplir con el marco deseado (5,0 x 5,0).

Es de vital importancia que, durante la operación de plantación, se respeten las distancias entre árboles dentro de la línea y se sigan los jalones establecidos durante el replanteo.

El promotor se encargará de llevar los árboles a la finca mediante un tractor con remolque.

1.1.2.4. Instalación del sistema de riego

Con anterioridad a la plantación de los árboles conviene tener todo el sistema de riego preparado para su instalación

Ya que una vez realizada la plantación conviene humedecer hasta la capacidad de campo todo el volumen de tierra que contiene las raíces de los plantones.

Para no retrasar el riego de plantación, conviene tener instalado todo el sistema de riego, y únicamente deberá faltar la instalación de las tuberías porta-goteros, que se ejecutará acto seguido a la plantación.

1.1.3. Cuidados posteriores a la plantación

Riego de plantación: Resulta fundamental para garantizar el enraizamiento de las plantas dar un riego a los árboles recién plantados, aunque puede no ser necesario si se producen lluvias. El volumen de agua a aplicar debe ser el necesario para humedecer todo el volumen de tierra en el que se localizan las raíces de los plantones. El riego se realiza inmediatamente después de extender los ramales portagoteros, una vez finalizada la plantación.

Revisión de los árboles: Después del riego se reducen los huecos del suelo, ya que el riego compacta el terreno, por ello es preciso realizar una revisión general de los árboles, colocando de manera correcta aquellos árboles que se encuentren defectuosamente instalados.

Poda de plantación: Tras revisar de manera adecuada los árboles, el tallo del plantón se suele rebajar a una altura que oscila entre los 40 y 120 cm dependiendo del sistema de formación elegido.

Colocación de protectores de troncos: Seguidamente van a ser instalados unos protectores de troncos, que consisten en unos tubos de polietileno que se colocan alrededor del tronco del árbol. Su finalidad es proteger la planta de los tratamientos herbicidas durante su fase de desarrollo y proteger de posibles ataques de roedores..

Colocación de tutores: La colocación de los tutores, es muy útil para favorecer la sujeción del árbol, evitando que éste sea derribado por el viento, y para ayudar a que su crecimiento sea recto. Es muy importante colocar los tutores el primer año, al inicio de la plantación.

La altura de los tutores será de 1,5 m. Esta longitud es suficiente para que una vez enterrados 40 cm en el suelo, queden 1,1 m libres. Para la colocación del tutor se elegirá el lado del viento dominante. De esta manera, ejercerá la suficiente fuerza para sujetar al árbol y no ceder por la fuerza del viento.

Reposición de marras: La reposición de marras debe realizarse lo antes posible, para evitar posibles diferencias de desarrollo entre árboles. Se emplearán plantones con cepellón, preparados a su llegada a la explotación antes de la plantación.

1.1.4. Resumen de las operaciones de plantación

En la tabla siguiente se recogen las distintas operaciones necesarias para llevar a cabo el establecimiento de la plantación y sus fechas de realización.

Tabla 1. Resumen de las operaciones de plantación

Orden	Época	Operación y descripción
1	6-16 Noviembre	Enmienda orgánica. Reparto de 80 t/ha de estiércol
2	17-25 Noviembre	Desfonde. Un pase de arado de desfonde
3	7-25 diciembre	2 pases cruzados de cultivador
4	28 Diciembre -15 Enero	Replanteo y marcado
5	18-25 Enero	Recepción y preparación de la planta
6	26 Enero-11 Febrero	Plantación
7	12 Febrero-4 Marzo	Instalación de la red de riego superficial
8	5 Marzo	Riego de plantación
9	8-10 Marzo	Comprobación y recolocación de árboles torcidos
10	10-19 Marzo	Rebajar los árboles a una altura de 1,10 m
11	11-19 Marzo	Colocación de los protectores de troncos de polietileno
12	11-19 Marzo	Colocación de tutores.
13	22 Marzo-14 Abril	Reposición de mallas

1.2. Poda

1.2.1. Aspectos generales

La poda es el conjunto de intervenciones tendentes a conformar el volumen productivo del árbol frutal y manejar eficazmente su vegetación y fructificación. Esta práctica supone eliminar una serie de elementos, posicionando adecuadamente las ramas y ramos de los árboles.

Objetivos

Los objetivos generales de la poda son los siguientes:

Corregir los hábitos de crecimiento y fructificación de la planta, con el fin de obtener árboles con un porte adecuado y una estructura equilibrada.

Equilibrar la actividad vegetativa y fructífera del árbol para conseguir producciones abundantes y de calidad, de forma precoz y con regularidad.

Mejorar la aireación e insolación del conjunto del árbol y de cada uno de sus elementos.

Eliminar toda la madera seca, enferma o improductiva del árbol, estimulando la renovación de los elementos de fructificación más interesantes.

Tipos de poda

1-Según su finalidad:

1- Poda de formación: Se realiza en los primeros años de vida del frutal para formar una estructura sólida y bien equilibrada en el árbol. Con esta poda formamos el esqueleto del árbol, es decir, el tronco o eje con las ramas principales.

2- Poda de fructificación: Es la supresión de ramas o cierto porcentaje de follaje en especies frutales y que tiene como objetivo la producción de frutos o vainas de óptimo tamaño.

3- Poda de renovación o rejuvenecimiento: Se realiza una vez concluido el desarrollo del árbol para eliminar elementos viejos y agotados del árbol, con la intención de mejorar las condiciones del árbol.

2-Según la forma de actuación:

1-Poda de aclareo: Se cortan por completo algunos ramos dejando otros totalmente intactos.

2. Poda de despunte: Se corta el extremo terminal de los ramos

3-Según la época de realización:

1- Poda de invierno (poda en seco): realiza durante el reposo invernal del árbol, esto es, desde la caída de las hojas al desborre.

2- Poda de verano (poda en verde): Se realiza durante el período de actividad vegetativa. La poda de verano es más debilitante que la de invierno.

1.2.2. Poda de formación

El sistema de poda de formación que se va a emplear es el vaso de pisos.

Para dar la forma adecuada al árbol, debemos plantearnos los siguientes objetivos:

1-Proporcionar la estructura adecuada de acuerdo con las características de la variedad, que en el futuro tenga la suficiente consistencia como para soportar el peso de toda la cosecha.

2-La estructura elegida debe permitir la penetrabilidad de la luz a todos los elementos productivos, ya que las zonas deficientemente iluminadas son poco productivas o improductivas.

3- Desarrollar la madera productiva lo antes posible, sin detrimento de una adecuada formación del árbol, que es el objetivo primordial en la poda de formación.

A continuación se muestra un resumen de las actividades que se deben llevar a cabo cada año durante la poda de formación:

1º Año

Si el crecimiento del primer año es muy reducido (Brotos menores a 30 centímetros), lo que puede deberse a varios factores, es mejor retrasar estas operaciones al siguiente año.

En caso de que el crecimiento el primer año sea el adecuado se procederá de la siguiente manera:

Poda de plantación. Eliminar todos los ramos laterales del plantón y despuntar el eje principal a 1,10 m de altura ya que tenemos la idea de mecanizar la recolección para que el vibrador del tractor pueda atacar el tronco adecuadamente y para reducir los daños por conejos, jabalíes y otros mamíferos.

Poda en verde. Entre mediados y finales de mayo del primer año se deben elegir las tres ramas a conservar, en función de su posición en el árbol. El resto de los brotes se debe pinzar a 2 o 4 yemas. Si el crecimiento del árbol fuera muy débil, se suprimiría esta operación en verde.

Poda de invierno. En el invierno siguiente se realiza el rebaje definitivo de todas las ramas, que se enrasarán a nivel de la superficie del tronco, a excepción de las tres ramas elegidas para formar la estructura del árbol. De esta forma finalizan las operaciones en el primer año de intervención, con la formación del primer piso del vaso.

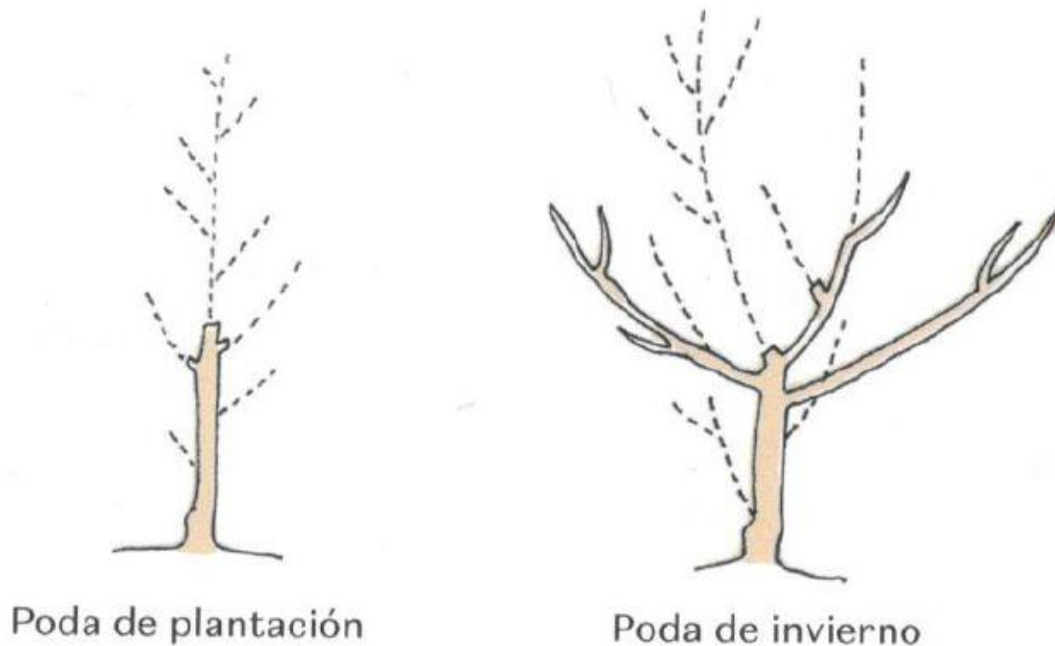


Figura 1: Desarrollo del árbol en el primer año.

2º Año

Poda en verde. Durante el mes de mayo la poda debe limitarse a eliminar aquellos brotes interiores que sombreen y todos aquellos susceptibles de eliminarse en invierno (chupones, pinzamientos, ramas situadas en el interior del árbol). Si hay frutos también se deben eliminar, ya que el desarrollo de estos frutos va en detrimento de un rápido crecimiento vegetativo que es lo que se persigue en estos primeros años.

Deben seguir destacándose las guías principales. En caso de que el desarrollo sea excesivo, se deben despuntar a 50 cm.

Poda de invierno. Durante el segundo año se debe formar el segundo piso del árbol. De todos los brotes insertados sobre las ramas, se elegirán para la formación de este piso los mejor situados, a una altura de 60 a 80 cm respecto a la cruz del árbol. Sería deseable conservar dos ramas por cada brazo, eligiendo entre las que estén orientadas hacia arriba y hacia el exterior y preferiblemente formando una Y (una rama principal o primer piso y dos ramas secundarias o segundo piso. Una vez seleccionados los brotes, se corta la rama primaria a la altura del segundo piso y el resto de brotes del año.

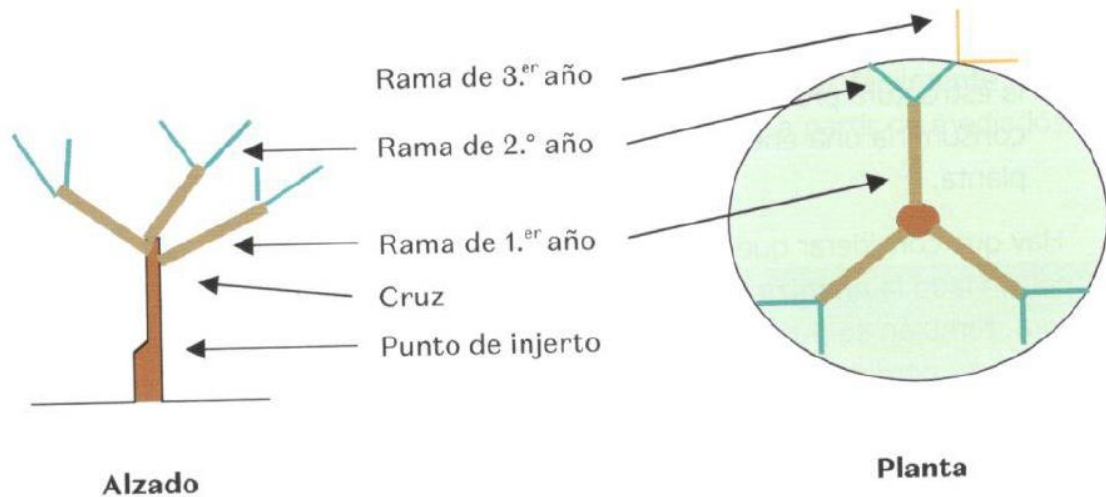


Figura 2: Estructura del vaso al final del segundo año

3º Año

Poda en verde. La poda en verde es similar al año anterior, limitándose a eliminar aquellos brotes con una posición poco adecuada y a pinzar los brotes que presenten un desarrollo excesivo. En el tercer año puede producirse fructificación en algunas variedades precoces. Estos frutos serán poco significativos para la economía de la explotación, pero pueden afectar negativamente a la formación del árbol, por ejemplo, por arqueado de ramas con frutos. Otro efecto que pueden producir es un menor desarrollo de brotes, consecuencia de la competencia por los elementos nutritivos. Por tanto, es aconsejable la eliminación de los frutos antes de su completo desarrollo.

Poda de invierno. Se seguirán las labores realizadas en el año anterior, manteniendo las tres ramas principales y las secundarias que sean necesarias. Se eliminan los ramos que se encuentren en una situación inadecuada, así como los chupones. Este año se forma el tercer piso del árbol.

4º Año

Poda en verde. Se continua con las labores del año anterior. Durante el mes de mayo se eliminan los brotes mal posicionados y se despuntan aquellos que presenten un desarrollo excesivo.

Poda de invierno. La poda se limita a mantener las ramas principales y eliminar los ramos mal posicionados.

Como siempre en este tipo de poda, en caso de tener que despuntar ramas principales, porque empezaran a despoblarse o fueran débiles, rebajaríamos por un ramo anticipado, que mirase hacia dentro o hacia afuera según quisiéramos abrir o cerrar el árbol.

Durante este año finaliza la poda de formación.

1.2.3. Poda de fructificación, producción o mantenimiento

Es la poda que se da durante todo el periodo de fructificación del árbol, para conseguir la máxima productividad, renovando los brotes fructíferos y eliminando la madera muerta o molesta para un crecimiento adecuado y dirigido. En definitiva, se trata de proporcionar un equilibrio entre la actividad vegetativa y productiva, que permitan una producción regular y un alargamiento de la fase productiva.

La poda de fructificación se realiza después de formado el árbol e incluso en la fase final de formación, y tiene los siguientes objetivos:

1- Controlar el tamaño y la forma de los árboles. Si se deja un árbol sin podar, las partes bajas mal iluminadas se secan en beneficio de las partes altas, que se irán poblando en exceso. Una poda de aclareo permite el paso de la luz a las partes inferiores del árbol, corrigiendo esta tendencia a la brotación por arriba.

2- Mantener un equilibrio entre el vigor y la productividad. Un excesivo desarrollo vegetativo va en detrimento de la producción y viceversa, por los fenómenos de competencia que existen entre los diversos órganos de la planta por los elementos nutritivos, principios activos y agua.

3- Facilitar las labores de cultivo. Mediante la poda se controla el tamaño y la forma del árbol. Un tamaño adecuado puede facilitar los tratamientos fitosanitarios y la recolección.

4- Estimular el crecimiento de nueva madera productiva. Las operaciones de despunte de grandes ramas favorecen el desarrollo de los brotes fructíferos, que tienen una vida limitada y por tanto requieren de una renovación regular.

5- Eliminar ramas muertas, debilitadas o molestas. El material vegetal mal situado y, en general, todo aquél que no cumple ningún papel dentro de la estructura productiva del árbol debe ser eliminado, pues de otra forma consumiría una energía que puede requerirse para otros procesos de la planta.

La poda tiene dos efectos en la planta. Por un lado, la enaniza, es decir, disminuye su tamaño y, aunque se suprime madera, también se pueden perder hojas, si se realiza en verde, lo que puede suponer una pérdida de captación de energía para la planta. Por otro lado, la vigoriza, ya que existe una cantidad relativamente mayor de hidratos de carbono, hormonas, minerales y agua para los órganos en crecimiento. Cuanto más severa sea la poda, más vigor se proporciona al árbol.

La poda en el cultivo en secano equilibra al arbolado y evita su agotamiento prematuro. Por el contra, en el cultivo en regadío hay menos necesidad de poda de mantenimiento, aunque siempre es necesaria para conducir al árbol y llevarlo a la forma que nos interese.

Para efectuar la poda de producción del almendro, hay que considerar que en la mayoría de las variedades, las principales formaciones productivas de fruto son los ramilletes de mayo.

De acuerdo con la duración de los ramilletes de mayo, el ritmo del proceso de renovación deberá ser de un 20% de ramos eliminados cada año.

La poda debe realizarse durante el invierno, en el período de latencia del árbol. En general se considera que es mejor la poda tardía a la temprana, pues las heridas producidas al árbol tardan menos tiempo en cicatrizar, evitando en cierta medida el ataque de enfermedades bacterianas y criptogámicas. La época recomendada para realizar las labores de poda es el mes de febrero, siempre antes de que se inicie la brotación, como mínimo 15 días antes del desborre

Poda de rejuvenecimiento

El envejecimiento de los árboles se manifiesta por un debilitamiento progresivo de los mismos.

No realizaremos dicha poda, ya que cuando envejezcan los árboles y el rendimiento sea bajo, se arrancará la plantación.

1.2.4. Normas de la poda

La poda es una operación destinada a equilibrar el árbol. El equilibrio general se debe establecer entre la parte vegetativa y la parte productiva del árbol. En definitiva es un problema de balance de del flujo de savia. La savia producida por el árbol se tiene que distribuir en el mismo, proporcionando el desarrollo y crecimiento de todos los órganos.

Los cortes deben ser limpios y algo inclinados, para evitar que el agua de lluvia se quede estancada sobre la herida.

Si el corte es sobre madera de un año, debe hacerse por encima de una yema, formando un plano inclinado, de forma que la base del corte quede a un nivel ligeramente superior a la yema.

Si el corte es sobre una rama gruesa, debe ser al ras de la inserción, debiendo luego limpiar, aislar y proteger la herida.

Los cortes y las heridas provocadas por la poda deben cicatrizar lo antes posible, para evitar la entrada de enfermedades criptogámicas.

En la medida de lo posible se realizarán cortes pequeños, ya que cuanto más pequeño es el corte más fácil es la cicatrización

1.2.5. Útiles de poda

Un principio general de todo tipo de poda, es la utilización correcta de las herramientas. Tradicionalmente se ha realizado con serrucho y tijera. En los últimos tiempos se está incrementando el uso de podadora neumática y motosierra.

Cualquiera que sea el tipo de herramienta, debe estar perfectamente desinfectada para evitar la transmisión de patógenos a través de las heridas realizadas.

La poda se realizará mediante una podadora mecánica, la cual deberá ejecutar cortes lo más limpios posibles. En el mercado existen diferentes tipos de podadoras mecánicas, como las de cuchilla o discos. La podadora de cuchilla se trata de un peine fijo con dientes sobre el que va otro móvil con dientes y en el momento que se cruzan, se ejerce el corte. La podadora de discos únicamente consta de discos dentados cortantes que al girar producen el corte. En este caso, se va a utilizar una podadora de discos, ya que se considera que produce un corte más limpio sobre las ramas.

No obstante, también se necesitará adquirir unas tijeras neumáticas para realizar leves intervenciones de poda

1.2.6. Resumen de la poda

La Tabla 2 muestra el resumen de las labores de poda para cada etapa de desarrollo del cultivo. También se incluyen las necesidades de maquinaria y la época de realización de cada labor.

Tabla 2. Resumen de las labores de poda

Año	Época	Labor y breve descripción
1	20-28 Febrero	Poda de plantación consistente en rebajar los árboles a 1,10m.
1	5-30 Mayo	Poda en verde
1	5-28Febrero	Poda de invierno(Formación)
2	5-30 Mayo	Poda en verde
2	5-28Febrero	Poda de invierno(Formación)
3	5-30 Mayo	Poda en verde
3	5-28Febrero	Poda de invierno(Formación)
4	5-30 Mayo	Poda en verde
4	5-28Febrero	Poda de invierno(Formación)

La poda de fructificación se realiza a partir del año 4 cada dos años, siguiendo las indicaciones especificadas en el punto 1.2.3. Poda de fructificación.

1.3. Diseño agronómico del riego

1.3.1. Cálculo de las necesidades de riego

1.3.1.1. Necesidades netas de riego

Las necesidades netas de riego, se corresponde con la cantidad de agua que necesita el cultivo para obtener cosechas abundantes y estables. Para ello se debe realizar un balance entre las pérdidas y ganancias de agua que se producen en su entorno, y así se podrán calcular las necesidades netas de riego.

Las pérdidas de agua, suelen ser por dos motivos, debidas a la transpiración de la planta y por evaporación del suelo a la atmósfera. La pérdida de agua por transpiración está en función del gradiente de presión de vapor, el que a su vez está influido por la temperatura ambiente, la humedad relativa, el viento,..., mientras que la pérdida de agua debida a la evaporación del suelo, depende del tipo y estado del suelo, temperatura ambiente, humedad relativa,...

Las ganancias de agua están determinadas por la precipitación efectiva y por el ascenso capilar dentro del perfil del suelo. La precipitación efectiva se calcula a partir de la precipitación total caída, multiplicada ésta por un coeficiente, inferior a la unidad, que tiene en cuenta las pérdidas producidas por evaporación. Su fórmula es la siguiente:

$$PE = P \times 0,7$$

Donde:

PE: precipitación efectiva, en mm/mes.

P: precipitación media mensual, en mm/mes

Por tanto, el balance global de agua que proporciona las necesidades netas de agua de riego (*Nn*) en riego localizado se determina mediante la siguiente fórmula:

$$Nn = ETo \times k_c \times k_1 \times k_2 \times k_3$$

Siendo:

Nn: necesidades netas de riego, expresadas en mm/día.

ETo: evapotranspiración de referencia, expresada en mm/día.

k_c: coeficiente de cultivo, variable a lo largo del año, en tanto por uno.

k₁: coeficiente corrector por localización, en tanto por uno.

k₂: coeficiente corrector por variación climática, en tanto por uno.

k₃: coeficiente corrector por advección, en tanto por uno.

El comienzo y el final de los riegos viene determinado por el déficit hídrico. Será necesario regar en aquellos meses en los que el déficit hídrico sea negativo, no siendo necesario en aquellos en los que sea positivo.

Tabla 3. Valores de ETo, ETc, P, PE y déficit hídrico.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ETo (mm/mes)	20,5	36,8	80,6	100,5	137,9	154,5	174,2	161,2	115,8	52,7	34,2	23,9
Kc	0	0	0,5	0,7	0,85	0,9	0,9	0,9	0,8	0,75	0,65	0
ETc (mm/mes)	0	0	40,3	70,3	117,2	139	156,8	145,1	92,64	39,52	22,23	0
P (mm/mes)	41,29	26,50	25,2	45,7	54,6	27,01	14,18	14,70	31,64	58,9	47,63	50,97
PE (mm/mes)	28,9	18,55	17,64	32	38,22	18,90	9,93	10,29	22,15	41,23	33,34	35,68
Balance (mm/mes)	28,9	18,55	-22,66	-38,3	-79	-120,1	-146,9	-134,81	-70,49	1,71	11,11	35,68

Durante el mes de marzo se produce un cierto déficit hídrico. En ese momento se produce el inicio de la actividad vegetativa de los árboles, por lo que las necesidades de agua son mínimas. En consecuencia, no se comenzará a regar hasta el mes de abril. Por lo tanto en el período abril –

Septiembre habría que realizar aportaciones de agua al cultivo, ya que la precipitación efectiva no es suficiente para abastecer las necesidades totales del cultivo.

Antes de proceder con el cálculo de las necesidades netas de riego es necesario establecer el valor de los distintos coeficientes.

Coeficiente de cultivo K_c

El valor del coeficiente de cultivo del almendro varía según su edad y estado de desarrollo. Los valores empleados en este caso proceden de las publicaciones de la FAO, que proporciona los valores de K_c tabulados en función de las distintas condiciones de cultivo. El valor de K_c se puede observar en la Tabla 3.

Coeficiente corrector por localización K_1

El coeficiente corrector por localización se basa en considerar la fracción de área sombreada (*FAS*) por la planta con relación a la superficie del marco de plantación (o superficie ocupada por la planta). Este método considera que, a efectos de evapotranspiración, el área sombreada se comporta prácticamente igual que la superficie del suelo en riegos no localizados, mientras que el área no sombreada pierde agua con una intensidad mucho menor. Para determinar el coeficiente corrector por localización es necesario, en primer lugar, calcular *FAS* mediante la siguiente fórmula. Se considera que el radio de la copa es de 1,5 m y que el marco de plantación es de 5 x 5 m

$$FAS = \frac{\text{Área sombreada}}{\text{Marco de plantación}} = \frac{\pi \times (1,5)^2}{5 \times 5} = 0,28$$

El cálculo del k_1 , se realiza a partir de cuatro métodos distintos de cálculo, despreciándose, los dos valores más extremos y haciéndose la media entre los centrales. En la siguiente tabla se presenta el cálculo de los cuatro métodos.

Tabla 4. Relación entre k_1 y *FAS*

Autor	Fórmula	Resultado
Aljibury et al.	$K_1 = 1,34 * FAS$	0,38
Decroix	$K_1 = 0,1 + FAS$	0,38
Hoare et al.	$K_1 = FAS + 0,5 * (1 - FAS)$	0,64
Keller	$K_1 = FAS + 0,15 * (1 - FAS)$	0,39

Excluyendo los factores con resultados más extremos y realizando la media entre los centrales, se obtiene que el coeficiente corrector por localización es el siguiente:

$$k_1 = \frac{(0,38+0,38)}{2} = 0,38$$

Coefficiente corrector por variación climática (k_2)

Los valores de ET_0 corresponden a la media de los valores climáticos de un determinado número de años, lo que implica que las necesidades calculadas son insuficientes en la mitad de ese período. Como en riego localizado se puede aplicar con mucha exactitud la cantidad de agua necesaria, conviene mayorar esas necesidades en un 15 o 20 %. Se considera que K_2 toma el valor de 1,15.

Coefficiente corrector por advección (K_3)

Los efectos del movimiento de aire por advección tienen un efecto considerable en el microclima que afecta al cultivo, ya que depende del propio cultivo, de la extensión de la superficie regada y de las características de los terrenos colindantes. En caso de parcelas pequeñas, el microclima del cultivo será muy distinto según esté rodeado de una masa verde o de un terreno sin cultivar, lo que origina un aire más caliente en el segundo caso. Por consiguiente, el coeficiente k_3 viene determinado en función de la naturaleza del cultivo y del tamaño de la finca a regar y de los terrenos circundantes. Para su cálculo se toma como superficie regada, no sólo la parcela considerada, sino también las que la rodean que también estén regadas. En este caso sólo se considera la superficie de la parcela objeto del proyecto, ya que las parcelas de alrededor son de secano. Su valor se determina utilizando el siguiente gráfico:

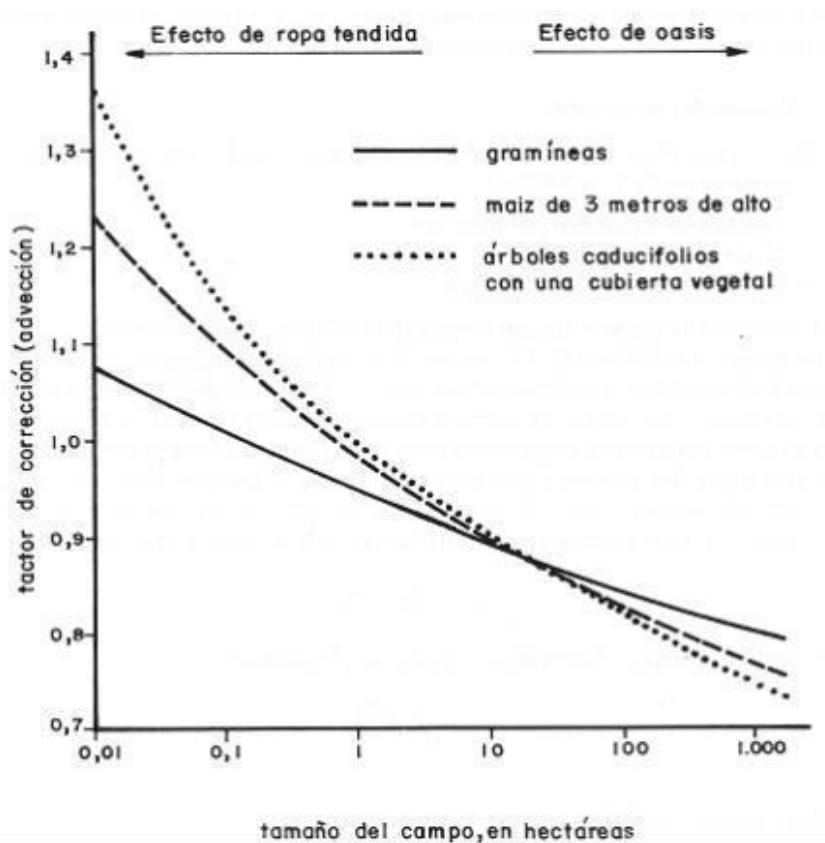


Figura 3: Gráfico de obtención del coeficiente de advección

En este caso, para una plantación de árboles caducifolios y una superficie de 46,39 ha, el valor de k_3 es de 0,89.

Por lo tanto, una vez establecido el valor de cada coeficiente, se procede al cálculo de las necesidades netas de riego (Nn). Su resultado se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 5. Cálculo de las necesidades netas de riego para el almendro

Mes	Eto (mm/día)	kc	k_1	k_2	k_3	Nn (mm/día)	Nn (mm/mes)
Abril	3,35	0,70	0,38	1,15	0,89	0,91	27,3
Mayo	4,45	0,85	0,38	1,15	0,89	1,47	45,6
Junio	5,15	0,90	0,38	1,15	0,89	1,80	54
Julio	5,62	0,90	0,38	1,15	0,89	1,97	61,07
Agosto	5,2	0,90	0,38	1,15	0,89	1,82	56,42
Septiembre	3,86	0,80	0,38	1,15	0,89	1,19	35,7
Total							280,09

1.3.2. Necesidades totales de riego

Una vez calculadas las necesidades netas de riego, se procede a calcular las necesidades totales de riego. Las necesidades totales son mayores que las necesidades netas, ya que es preciso aportar cantidades adicionales para compensar las pérdidas causadas por percolación profunda, por salinidad y por falta de uniformidad del riego. La fórmula que permite calcular las necesidades totales de riego Nt es la siguiente:

$$Nt = \frac{Nn}{Ea} = \frac{Nn}{Rp \times (1 - Rl) \times CU}$$

Los significados son :

Nt: necesidades totales de riego, expresadas en mm/día.

Nn: necesidades netas de riego, calculadas anteriormente, expresadas en mm/día.

Ea: eficiencia de aplicación, en tanto por uno.

Rp: relación de percolación, en tanto por uno.

RL: requerimientos de lavado, en tanto por uno.

CU: coeficiente de uniformidad, en tanto por uno.

Rp y (1-RL) no se toman simultáneamente sino que solo se toma la de menor eficiencia.

Requerimientos de lavado RL

Los requerimientos de lavado en riego localizado de alta frecuencia se calculan mediante la fórmula siguiente:

$$RL = \frac{CEa}{2máx CEE}$$

Donde:

RL: requerimientos por lixiviación, expresado en tanto por uno.

CEa: conductividad eléctrica del agua de riego, expresada en dS/m o mmhos/cm.

máx CEE: conductividad eléctrica del extracto de saturación para la cual el descenso de producción es del 100 %, expresado en dS/m o mmhos/cm. Este valor se obtiene de las publicaciones de la FAO.

Como se puede observar en el Anejo I. Condicionantes, la conductividad eléctrica del agua de riego es de 0,13 mmhos/cm. En el caso del almendro, CEE toma el valor de 6,80 mmhos/cm. Así, se tiene que:

$$RL = \frac{0,13}{2 \times 6,80} = 0,01$$

Una vez calculado RL se determina (1-RL):

$$(1-RL) = 1 - 0,01 = 0,99$$

Relación de percolación Rp

La relación de percolación se encuentra tabulada. Así, según la bibliografía, para un suelo de textura media y un clima árido o semiárido, la relación de percolación toma el valor de 0,95.

Coeficiente de uniformidad CU

El coeficiente de uniformidad (CU) se incluye en el proceso de cálculo para tener en cuenta la posible diferencia de caudal entre los emisores. Esto se debe, fundamentalmente, a que están sometidos a diferentes presiones y a la falta de uniformidad en la fabricación, lo que provoca unas pérdidas de carga adicionales

Valores altos del CU implican costes elevados de la instalación, ya que las conducciones tienen que ser de mayores diámetros para minimizar pérdidas de carga, pero los costes de la explotación serán más bajos.

El coeficiente de uniformidad para riego por goteo en orografías uniformes es de 0,90, por lo que para el cálculo de la eficiencia de aplicación se va a considerar dicho valor.

Una vez determinados los coeficientes anteriores, se procede al cálculo de las necesidades totales. Para el cálculo de R_p o $(1 - RL)$, se toma el de valor más bajo. Por lo tanto en nuestro caso tomaremos el valor de $R_p = 0,95$. El resultado de aplicar la fórmula de cálculo de N_t se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Cálculo de las necesidades totales de riego para el almendro (N_t)

Mes	N_n (mm/día)	R_p	CU	N_t (mm/día)	N_t (mm/mes)
Abril	0,91	0,95	0,90	1,06	31,8
Mayo	1,47	0,95	0,90	1,72	53,32
Junio	1,80	0,95	0,90	2,10	63
Julio	1,97	0,95	0,90	2,30	71,3
Agosto	1,82	0,95	0,90	2,13	66,03
Septiembre	1,19	0,95	0,90	1,39	41,7

Los cálculos hidráulicos del riego, así como la determinación del caudal y el número de los emisores, se debe realizar en base al mes con mayores necesidades netas, que se corresponde con el mes de julio, con valores de N_t de 2,30 mm/día o 71,3 mm/mes.

Para poder realizar el diseño agronómico del riego es necesario determinar las necesidades de riego por planta y día. Las necesidades de agua en litros por árbol y día para el mes de julio se determinan a continuación:

$$N_t = \frac{2,30 \frac{L}{m^2} \times 10000 m^2 / ha}{400 arboles/ha} = 57,5 \text{ L/ árbol} \cdot \text{ día.}$$

Las necesidades netas de riego en el mes de julio son de 57,5 L/árbol·día.

1.3.2. Número de emisores por planta y caudal del emisor

Una vez calculadas las necesidades de riego hay que determinar la dosis, frecuencia y duración del riego, así como el número de emisores por planta y el caudal del emisor. Finalmente se decide la disposición de los emisores.

Superficie mojada por emisor

La superficie mojada por un emisor es la proyección horizontal del bulbo húmedo que forma ese emisor. Para suelos de textura media, como es el caso de la finca objeto del proyecto, la fórmula es la siguiente:

$$d = 0,7 + 0,11q$$

Donde:

d: diámetro de la superficie mojada, en metros.

q: caudal del emisor, en L/h.

En primer lugar es necesario determinar el caudal del emisor que se va a emplear. Se van a emplear emisores pinchados de 2 L/h, pues suponen una disminución de los caudales totales de la instalación con respecto al empleo de emisores de 4 L/h, garantizando así mismo unos tiempos de riego razonables. En la Tabla 7 se muestran las características de los emisores.

Tabla 7. Características de los emisores

Característica	Abreviatura	Valor
Caudal nominal	q	2,00 L/h
Rango de presiones de trabajo	p	10,00-50,00 m.c.a.
Curva caudal-presión	q	$q = 2,1228 \cdot h^{0,0275}$
Coefficiente de variación de fabricación	CV	0,035

Conociendo el caudal del emisor, se calcula el diámetro de la superficie mojada mediante la fórmula siguiente:

$$d = 0,7 + 0,11 \cdot 2,00 \text{ L/h} = 0,92 \text{ m}$$

La superficie mojada por emisor es la siguiente:

$$\text{Superficie mojada por el emisor} = \pi \cdot (0,5 \cdot d) = \pi \cdot (0,5 \cdot 0,92)^2 = 0,66 \text{ m}^2$$

La profundidad del bulbo debe estar comprendida entre el 90 y el 120 % de la profundidad de las raíces. En el caso del almendro, el 75 % de las raíces se sitúan en los primeros 80 cm o 1 m del perfil de terreno, por lo que se considera que una profundidad de raíces de 1 m es adecuado.

La profundidad máxima del bulbo, por tanto, será la siguiente:

$$\text{Profundidad máxima del bulbo húmedo} = 1,00 \text{ m} \cdot 1,20 = 1,20 \text{ m}$$

La profundidad máxima del bulbo húmedo debe ser de 1,20 m. No conviene que el bulbo húmedo supere dicha profundidad, pues el agua que pase de 1,20 m no se encontrará completamente disponible para la planta.

Porcentaje de superficie mojada P

Dado que en riego localizado se moja solamente una fracción del suelo, hay que prever un mínimo de superficie mojada para que el sistema radical se desarrolle con normalidad. Para cultivos de marco amplio, como es este caso, el valor de *P* recomendado oscila entre 25 y 35 %. Se va a considerar que *P* es el 30 %.

Número de emisores por planta n

El número mínimo de emisores por planta (*n*) viene dado por la siguiente expresión:

$$N = \frac{\text{Superficie ocupada por planta} \cdot \text{FAS} \cdot P}{100 \cdot \text{Superficie mojada por emisor}} = \frac{5\text{m} \cdot 5\text{m} \cdot 0,28 \cdot 0,30}{0,66\text{m}^2} = 3,18 \sim 4$$

Donde:

Superficie ocupada por planta: superficie disponible por cada árbol, que se obtiene del producto de la separación entre líneas de árboles y la separación entre árboles dentro de la línea, en m².

FAS: fracción de área sombreada, calculada anteriormente.

P: porcentaje de superficie mojada, calculado anteriormente.

Superficie mojada por el emisor: calculado anteriormente.

Deberá haber, como mínimo, 4 emisores por planta.

Disposición de los emisores

La distancia D entre goteros consecutivos se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$D = r \cdot \left(2 - \frac{S}{100} \right)$$

Donde:

D: distancia entre goteros consecutivos, en metros

r: radio de la superficie mojada, en metros.

S: solape entre bulbos húmedos, expresado en %.

El solape debe estar comprendido entre el 15 y el 30 %. En este caso se considera un solape del 15 %. El radio de la superficie mojada es de 0,46 m. Sustituyendo estos datos, se tiene que la distancia entre goteros consecutivos es:

$$D = 0,46 \cdot \left(2 - \frac{15}{100} \right) = 0,85\text{m}$$

La distancia entre goteros es de 0,85. Debe adoptarse un valor redondeado a los valores normalizados. En consecuencia, tanto la distancia entre goteros consecutivos dentro del ramal portagoteros, como la distancia entre ramales portagoteros de una misma línea de cultivo, va a ser de 1,00 m. Esta distancia impide el solapamiento entre bulbos húmedos, pero esta cuestión puede ser interesante en el cultivo del almendro para evitar que las raíces se concentren en un volumen de tierra demasiado pequeño. De esta forma, las raíces se ven obligadas a explorar mayor volumen de tierra, mejorando el anclaje del árbol y previniendo el descuaje durante la labor de recolección.

Los ramales portagoteros se van a situar a ambos lados de las líneas de cultivo, y separados de éstas una distancia de 0,50 m. La separación entre goteros dentro de cada línea es de 1,00 m

1.3.3. Frecuencia y tiempo de riego

Una vez establecido el tipo de goteros, se procede a calcular la frecuencia y duración de los riegos para garantizar las necesidades netas.

Las necesidades totales determinan el agua necesaria en el riego, la cual viene determinada por el caudal del emisor, el número de emisores y el tiempo de trabajo.

La cantidad de agua aplicada en cada riego se puede determinar de dos formas:

$$Dt = n \cdot q \cdot t$$

$$Dt = Nt \cdot I$$

Dt: dosis total, en litros.

n: número de emisores.

q: caudal de cada emisor, en L/h.

t: tiempo de duración del riego, en horas.

Nt: necesidades totales, en L/día.

I: intervalo entre riegos, en días.

De ambas ecuaciones se obtiene la siguiente:

$$n \cdot q \cdot t = Nt \cdot I$$

Resulta una ecuación de dos incógnitas, intervalo (*I*) y tiempo (*t*), donde hay que fijar una de ellas. En riego por goteo, con suelos de textura franca o arenosa, se originan bulbos húmedos estrechos y profundos. Debido a ello, es interesante que el intervalo entre riegos sea lo más corto posible. En cultivos leñosos, con suelos de textura franca como el que existe en la finca objeto del proyecto, es frecuente realizar riegos diarios. Esto incide positivamente en el desarrollo del cultivo, pues evita que se produzca una gran diferencia entre el potencial hídrico del suelo a lo largo del intervalo entre riegos. Debido a ello, el intervalo entre riegos que se va a establecer en la plantación es de 1 día.

Habiendo establecido el intervalo entre riegos en 1 día, se procede a resolver la fórmula anterior, despejando el tiempo (*t*).

$$T = \frac{Nt \cdot I}{n \cdot q} = \frac{57,5L \cdot dia \cdot 1 dia}{4 emisoras \cdot 2,00L/h} = 7,19 \text{ horas}$$

La duración del riego, durante el mes de julio, que es el de máximas necesidades, es de 7,19 horas.

Siguiendo la ecuación anterior, pero aplicándola para cada mes del año, se obtiene la duración del riego mensual, que se muestra en la Tabla 8. En esta tabla se recogen las necesidades totales de riego y tiempos de riego que se van a aplicar en la plantación en el año 9 y siguientes.

Tabla 8. Tiempo de duración del riego para cada uno de los meses de actividad vegetativa

Mes	Nt L/ árbol· dia.	I (días)	n	q	T (h/dia)
Abril	26,5	1	4	2	3,3
Mayo	43	1	4	2	5,4
Junio	52,5	1	4	2	6,5
Julio	57,5	1	4	2	7,2
Agosto	53,2	1	4	2	6,6
Septiembre	34,7	1	4	2	4,3

1.3.4. Resumen del diseño agronómico del riego

El periodo de actividad vegetativa para las variedades de almendro Vialfas y Penta, en la comunidad de Castilla y León, comienza a partir del mes de marzo y finaliza justo durante la caída de la hoja, en el mes de noviembre. Sin embargo, se comenzará a regar en el mes de abril, ya que en marzo existe una reserva importante en el suelo y aún hay suficientes precipitaciones para abastecer la demanda del árbol. La recogida de la almendra se va a realizar a finales de septiembre o primeros de octubre y conviene realizar algún aporte de agua después de la recolección para satisfacer las demandas del árbol y favorecer una acumulación de sustancias de reservas adecuada, que garantizará una adecuada brotación en la siguiente campaña.

La dosis de riego durante los primeros años de la plantación no es la máxima calculada, pues el estado de desarrollo de los árboles no lo requiere. Por lo tanto como factor de corrección para arbolado joven se considera que la dosis durante el primer año es el 20 % de Nt , y aumenta en un 10 % anualmente, hasta alcanzar el 100% de las necesidades en el año 9, momento en el que se considera que los árboles se encuentran en plena producción.

Tabla 9. Resumen del diseño agronómico del riego

		Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Año 1 (20 % Nt)	Nt (L/árbol·día)	5,3	8,6	10,5	11,5	10,6	6,9
	T (h/día)	0,7	1,1	1,3	1,4	1,3	0,9
Año 2 (30 % Nt)	Nt (L/árbol·día)	7,9	12,9	15,7	17,2	15,9	10,4
	T (h/día)	1,0	1,6	1,9	2,1	2,0	1,3
Año 3 (40 % Nt)	Nt (L/árbol·día)	10,6	17,2	21	23	21,3	13,9
	T (h/día)	1,3	2,2	2,6	2,9	2,6	1,7
Año 4 (50 % Nt)	Nt (L/árbol·día)	13,3	21,5	26,2	28,7	26,6	17,3
	T (h/día)	1,7	2,7	3,3	3,6	3,3	2,2
Año 5 (60 % Nt)	Nt (L/árbol·día)	15,9	25,8	31,5	34,5	31,9	20,8
	T (h/día)	1,99	3,2	3,9	4,3	3,99	2,6
Año 6 (70 % Nt)	Nt (L/árbol·día)	18,5	30,1	36,7	40,25	37,2	24,3
	T (h/día)	2,3	3,8	4,6	5,0	4,7	3,04
Año 7 (80 % Nt)	Nt (L/árbol·día)	21,2	34,4	42	46	42,6	27,8
	T (h/día)	2,7	4,3	5,3	5,8	5,3	3,5
Año 8 (90 % Nt)	Nt (L/árbol·día)	23,8	38,7	47,3	51,75	47,9	31,2
	T (h/día)	3,0	4,8	5,9	6,47	6,0	3,9
Año 9(100% Nt)	Nt (L/árbol·día)	26,5	43	52,5	57,5	53,2	34,7
	T (h/día)	3,3	5,4	6,5	7,2	6,6	4,3

1.4. Fertilización

1.4.1. Introducción

Para cubrir las necesidades de crecimiento y producción, las plantas precisan de una serie de elementos nutritivos:

Agua. Este elemento es indispensable en muchos procesos vitales. El 95 % de los tejidos jóvenes de la planta están constituidos por agua. Al facilitar la solubilidad y la movilidad de los nutrientes, este elemento juega un doble papel: la planta lo necesita como elemento constituyente de los tejidos y, además, posibilita la asimilación de otros nutrientes.

Oxígeno. Es el elemento indispensable en los procesos de respiración.

Dióxido de carbono. Se trata de un compuesto fundamental para la fotosíntesis.

Materia orgánica. Contiene elementos químicos de reserva, disponibles por la planta después de su mineralización. Juega un importante papel en los procesos de intercambio catiónico. El humus es esencial en la fertilidad de los suelos, pues influye positivamente en sus características físicas, químicas y biológicas.

Elementos minerales. El suelo contiene multitud de elementos minerales que la planta necesita. Cuando son insuficientes, al igual que en las sustancias orgánicas, es preciso aportarlos al suelo, constituyendo estas aportaciones el objeto de la fertilización.

Los elementos necesarios para los árboles se indican en la tabla 10.

Tabla 10: Elementos necesarios en las plantas.

	Macroelementos		Microelementos	
Primarios	Nitrógeno	N	Hierro	Fe
	Fósforo	P	Zinc	Zn
	Potasio	K	Cobre	Cu
Secundarios	Azufre	S	Manganeso	Mn
	Calcio	Ca	Molibdeno	Mo
	Magnesio	Mg	Boro	B
			Cloro	Cl

Los macroelementos son aquellos que se necesitan en grandes cantidades. Además de los citados están el carbono, el hidrógeno y el oxígeno, asimilables por otras vías.

Los microelementos son aquellos que se necesitan en cantidades relativamente pequeñas, pero que cumplen papeles importantes en el funcionamiento de la planta.

Antes de la plantación se va a realizar una enmienda orgánica y un abonado de fondo.

La fertilización mineral de mantenimiento se realizará por medio de fertirrigación y garantizará las necesidades minerales del cultivo para la producción esperada.

1.4.2. Enmienda orgánica

La fertilización orgánica tiene como objetivo mejorar las propiedades físico- químicas del suelo. La materia orgánica esponja el suelo y lo hace más permeable. Además, mejora la capacidad de cambio catiónico y aporta cantidades sensibles de nutrientes, por lo que mejora la fertilidad del terreno.

Como se puede ver en el Anejo I. Condicionantes, el suelo de la parcela objeto del proyecto tiene un 1,6 % de materia orgánica, por debajo del 2,00 % recomendado. En consecuencia, se hace necesario realizar una enmienda orgánica

Para ello, se va a utilizar estiércol de ovino bien hecho procedente de explotaciones cercanas a la plantación, con las siguientes características:

Tabla 11. Características del estiércol de oveja

Características	Símbolo	Valor
Porcentaje de materia seca	MS (%)	34%
Materia orgánica sobre sustancia seca	MO (%)	46%
Unidades fertilizantes de nitrógeno por cada tonelada	U.F. de N	8
Unidades fertilizantes de fósforo por cada tonelada	U.F. de P ₂ O ₅	2
Unidades fertilizantes de potasio por cada tonelada	U.F. de K ₂ O	7

Para conocer la cantidad de estiércol que se necesita, primero se va a calcular la cantidad de humus necesaria para alcanzar incremento de materia orgánica hasta el 2%. Para su cálculo se supone como profundidad de suelo, los 30 primeros cm, ya que es la capa arable. Para ello, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\Delta MO = 10^4 \cdot p \cdot da \cdot \frac{MO_f - MO_i}{100} = 10^4 \cdot 0,30m \cdot 1,5t/m^3 \cdot \frac{(2-1,6)}{100} = 18 \text{ t de humus por hectárea}$$

Donde:

ΔMO : Incremento de materia orgánica

p: profundidad del suelo

da: densidad aparente del suelo

MO_f: Porcentaje de materia orgánica final, es decir, el objetivo a alcanzar

MO_i: Porcentaje de materia orgánica inicial del suelo

Para alcanzar el objetivo de 2% de materia orgánica hay que añadir 18 t de humus por hectárea. Para ello, se va a utilizar estiércol de oveja con unos contenidos en materia seca y materia orgánica del 46%. Por lo tanto la cantidad que se necesitará aportar será la siguiente:

$$\text{Dosis de estiércol} = \frac{\text{Humus}}{(\%MS \cdot \%MO)} = \frac{18}{0,34 \cdot 0,46} = 115 \text{ t/ha}$$

Se van a aportar 115 t/ha de estiércol de ovino bien hecho, disponible en explotaciones cercanas a la plantación. Las condiciones de la labor se concretan en el apartado 1.1.1. Preparación del terreno.

El aporte de una enmienda orgánica, conlleva consigo un aporte mineral una vez se haya mineralizado. No obstante, la mineralización no es inmediata, considerándose de un 50% el primer año, un 35% el segundo y un 15% el tercero. La cantidad total de unidades fertilizantes que se liberan en cada uno de los tres años siguientes a su aplicación se expone en la siguiente tabla:

Tabla 12. U.F. aportadas por el estiércol y mineralización en los 3 años siguientes

	U.F. por t de estiércol	115t	Año 1 (50%)	Año 2 (35%)	Año 3 (15%)
N	8	920	460	322	138
P₂O₅	2	230	115	80,5	34,5
K₂O	7	805	402	282	121

1.4.3. Fertilización mineral

1.4.3.1. Fertilización de mantenimiento

1.4.3.1.1. Macronutrientes

La cuantificación de las necesidades netas de nitrógeno, fósforo y potasio se realiza mediante el método del balance. En primer lugar, se determinan las exportaciones de cada uno de los nutrientes, en el crecimiento del árbol y en la producción de frutos, y las pérdidas. En segundo lugar, se determinan las aportaciones mediante la mineralización de la materia orgánica y el agua de riego. Por último, se halla la diferencia entre exportaciones y aportaciones, dando como resultado las necesidades netas de cada uno de los nutrientes.

1.4.3.1.1.1. Nitrógeno

El N es el elemento más importante en la fertilización del almendro, ya que es el extraído en mayores cantidades.

Su falta puede provocar corrimiento de flores (no cuajan). En general proporciona un mayor tamaño de los distintos órganos vegetativos, así como un crecimiento más rápido y un color verde más intenso a las hojas. Su papel tiene relación con el vigor de la planta.

Forma parte de las proteínas, estando presente en los núcleos de las células y es fundamental para el crecimiento de los tejidos.

Aumenta la producción de clorofila y la capacidad de asimilación de otros nutrientes.

Es el promotor de la división celular, por lo que es imprescindible en todas las fases de crecimiento, sobre todo desde al brotación hasta la madurez del fruto.

Exportaciones

Nitrógeno utilizado en el crecimiento del árbol. La absorción y acumulación de nitrógeno en las estructuras leñosas del árbol se calculan en función del crecimiento anual. La acumulación anual de nitrógeno en estos elementos se puede ver en la Tabla 13.

Tabla 13. Acumulación anual de nitrógeno en las partes leñosas del árbol

Vigor de los árboles	Acumulación anual total de N (kg/ha)
Bajo	13 – 20
Medio	28 – 36
Alto	45 – 53

El vigor de la combinación variedad-patrón es medio-alto, por lo que la acumulación anual total de nitrógeno se puede considerar de aproximadamente 36 kg N/ha y año.

Nitrógeno exportado por los frutos: La cantidad de nitrógeno dependerá de la cuantía de la producción.

Las exportaciones de nitrógeno por los frutos se hallan calculadas por diversos autores. Según Arbonés i Sió (2004), las exportaciones anuales de nitrógeno son de 24 kg N/t fruto con cáscara.

Durante los tres primeros años de vida de la plantación no se espera ninguna producción. En el tercer año puede darse una cierta fructificación, que va a ser eliminada con la poda en verde, para favorecer la formación del año. Desde el año cuarto hasta el noveno se produce un incremento gradual en la producción, hasta alcanzar en este último el máximo. Se estima que la producción de la plantación adulta va a ser de 9000 kg/ha de almendra con cáscara.

En la Tabla 13 se muestra la producción de almendra anual a partir del año 4 hasta el 9, en el que se alcanza la plena producción, así como las exportaciones de nitrógeno por los frutos en cada año.

Tabla 14. Producción de almendra con cáscara y exportación de nitrógeno por los fruto

Año	Producción de almendra (kg/ha)	Exportación de nitrógeno (kg/ha)
4	1800	43,2
5	3600	86,4
6	5400	129,6
7	7200	172,8
8	8400	201,6
9	9000	216

Pérdidas: Se considera que se pierden 7 kg/ha de nitrógeno en los procesos de desnitrificación y lixiviación.

Aportaciones

Mineralización de la materia orgánica

Antes de realizarse la plantación, se va a aplicar un estercolado de oveja a razón de 187 t/ha, por lo que en los siguientes tres años, se irá mineralizando de la manera que se ha explicado en el apartado "4.1.4.2. Enmienda orgánica". Esta enmienda va a suponer una aportación de 1047 kg N/ha el primer año, 514 kg N/ha el segundo año y 220 kg N/ha el tercer año.

Agua de riego

Frecuentemente el agua de riego contiene cantidades apreciables de nitrógeno, que también deben ser tenidas en cuenta a la hora de cuantificar las necesidades de fertilización.

Como se puede observar en el Anejo I. Condicionantes, el agua de riego contiene 0,398 meq/L de nitratos. A continuación se muestra el cálculo de conversión de meq/L de nitratos a mg/L de nitrógeno.

$$0,398 \text{ mg/L} \cdot 62 \text{ mg N/ meq N} = 24,7 \text{ mg N/ L}$$

El volumen anual de agua de riego se deduce de las necesidades totales de agua de riego (Nt), calculadas en el apartado 1.3.1.2. Necesidades totales de riego, realizando el sumatorio de las

necesidades totales mensuales y expresadas en m³/ha·año. A partir de este dato se calcula el aporte anual de nitrógeno mediante el agua de riego:

$$N_{\text{agua}} = (N_t \cdot 24,7 \text{ mg N/L} \cdot 0,226) / 1000$$

Tabla 15. Aportación de nitrógeno por el agua de riego

Año	Agua de riego (m ³ /ha·año)	Aportación de nitrógeno (kg/ha·año)
1	654	3,65
2	981	5,48
3	1308	7,3
4	1635	9,12
5	1962	10,95
6	2289	12,78
7	2616	14,60
8	2943	16,43
9	3270	18,25

Balance de nitrógeno

Una vez calculadas la exportaciones y las aportaciones anuales de nitrógeno, se establece el balance de nitrógeno, como se puede ver en la Tabla 16. La fertilización nitrogenada desde el año 9 es igual a éste.

Tabla 16. Balance de nitrógeno

Año	Exportaciones (kg N/ha)			Aportaciones (kg N/ha)		Nn (KgN/ha)
	Crecimiento	Producción	Pérdidas	MO	Riego	
1	36	0	7	460	3,65	-420
2	36	0	7	322	5,48	-284
3	36	0	7	138	7,3	-102
4	36	43,2	7	0	9,12	77
5	36	86,4	7	0	10,95	118
6	36	129,6	7	0	12,78	160
7	36	172,8	7	0	14,60	201
8	36	201,6	7	0	16,43	227
9	36	216	7	0	18,25	240

Los valores de las necesidades netas de nitrógeno se hallan redondeados a la unidad más próxima. Los tres primeros años de la plantación no es necesario aportar nitrógeno vía fertirrigación.

1.4.3.1.1.2. Fósforo

Forma parte de las nucleoproteínas e interviene en funciones vitales como la fotosíntesis, división celular, etc. Su presencia es importante para la formación de flores y frutos jóvenes. Es un elemento clave en el transporte de energía.

El fósforo es poco móvil y está fuertemente retenido en el suelo. Por ello su aportación debe ser localizada, dejándolo próximo a las raíces absorbentes. La absorción es mayor en suelos con pH neutro.

Por fortuna, no se extraen grandes cantidades de fósforo anualmente, y son raras las situaciones carenciales de este elemento.

El almendro no tiene unos requerimientos elevados de fósforo, y suelen ser raras las carencias de este elemento. El suelo de la parcela objeto del proyecto tiene unos niveles altos de fósforo, por lo que no se esperan situaciones de carencia.

Exportaciones

Las exportaciones vienen determinadas por el crecimiento del árbol, la producción de frutos, las extracciones de la cubierta vegetal y las pérdidas debidas a insolubilización.

Según diversos autores, se estima que el árbol extrae, anualmente, 2 kg de fósforo por tonelada de cosecha, más 12 kg para el crecimiento vegetativo. En la Tabla 17 se muestra la producción de almendra anual a partir del año 4 hasta el 9, en el que se alcanza la plena producción, así como las exportaciones de fósforo por los frutos en cada año.

Tabla 17. Producción de almendra con cáscara y exportación de fósforo por los frutos

Año	Producción de almendra (kg/ha)	Exportación de Fósforo (kg/ha)
4	1800	3,6
5	3600	7,2
6	5400	10,8
7	7200	14,4
8	8400	16,8
9	9000	18

Además, se deben considerar las pérdidas de fósforo por insolubilización, que se estiman en 4 kg/ha.

Aportaciones

Las aportaciones de fósforo provienen de la mineralización de la materia orgánica y el agua de riego.

Mineralización de la materia orgánica. Como bien se ha explicado, anteriormente la mineralización de la materia orgánica se estima que se va a producir en los tres siguientes años, aportando: 115 kg de P/ha el primer año, 80,5kg de P/ha el segundo año y 34 ,5kg de P/ha el tercer año.

Balance de fósforo

En base a las premisas anteriores, en la Tabla 18 se presenta el balance de fósforo de la plantación, en función de la edad de los árboles.

Tabla 18. Balance de fósforo

Año	Exportaciones (kg P/ha)			Aportaciones (kg P/ha)	Nn (KgP/ ha)
	Crecimiento	Producción	Pérdidas	MO	
1	12	0	4	115	-98
2	12	0	4	80,5	-64,5
3	12	0	4	34,5	18,5
4	12	3,6	4	0	19,6
5	12	7,2	4	0	23,2
6	12	10,8	4	0	26,8
7	12	14,4	4	0	30,4
8	12	16,8	4	0	32,8
9	12	18	4	0	34

1.4.3.1.1.3. Potasio

La importancia del potasio en la producción de almendra se fundamenta no sólo en su participación en los procesos biológicos básicos de la planta, sino en su influencia sobre la calidad de la almendra.

Es indispensable para el crecimiento de los árboles, pues activa muchas enzimas. Desempeña un importante papel en las relaciones hídricas, pues actúa regulando la presión osmótica, que es uno de los mecanismos principales para la absorción de los elementos nutritivos.

En plantaciones poco cuidadas, es fácil que aparezcan estados carenciales, pues es un elemento que se requiere en grandes cantidades.

El potasio, es poco móvil, aunque más que el fósforo.

Las exportaciones vienen determinadas por el crecimiento del árbol, las extracciones de los frutos y la cubierta, y las pérdidas por retrogradación.

Las deficiencias en potasio pueden producir la muerte de yemas fructíferas. Es útil medir el nivel de potasio en hoja durante el mes de julio, pues se encuentra altamente relacionado con la producción del año siguiente.

Exportaciones

Según diversos autores, se estima que el almendro extrae 14 kg de potasio por cada tonelada de cosecha, más 35 kg para el crecimiento vegetativo. En la Tabla 19 se muestra la producción de almendra anual a partir del año 4 hasta el 9, en el que se alcanza la plena producción, así como las exportaciones de fósforo por los frutos en cada año.

Tabla 19. Producción de almendra con cáscara y exportación de potasio por los frutos

Año	Producción de almendra (kg/ha)	Exportación de potasio (kg/ha)
4	1800	25
5	3600	50,4
6	5400	75,6
7	7200	100,8
8	8400	117,6
9	9000	126

Además, se deben considerar las pérdidas por retrogradación del potasio, que se estiman en 3 kg/ha.

Aportaciones

Se tienen en cuenta las aportaciones debidas a la mineralización de la materia orgánica y al riego.

Mineralización de la materia orgánica

La mineralización de la materia orgánica se estima que va a producir de la siguientes demandas minerales: el primero año se van a liberar 402 kg/ha de potasio, el segundo 282 kg/ha de potasio y el tercero 121 kg/ha.

Agua de riego

Como se puede observar en el Anejo I. Condicionantes, el agua de riego contiene 0,18 meq/L de potasio. A continuación se muestra el cálculo de conversión de meq/L a mg/L de potasio.

Concentración de potasio= $0,18 \text{ meq K/L} \cdot 39 \text{ mg K/ meq K} = 7,02 \text{ mg K/ L}$

El volumen anual de agua de riego se deduce de las necesidades totales de agua de riego (Nt), calculadas en el apartado 1.3.1.2. Necesidades totales de riego, realizando el sumatorio de las necesidades totales mensuales y expresadas en $\text{m}^3/\text{ha}\cdot\text{año}$. A partir de este dato se calcula el aporte anual de potasio mediante el agua de riego:

$$K_{20_{\text{agua}}} = (Nt \cdot 7,02 \text{ mg K/L} \cdot 0,830)/1000$$

Se debe tener en cuenta, a la hora de realizar el balance de potasio, considerar el volumen de agua aportado durante los primeros años de la plantación, que se puede ver en el apartado 1.3.4. Resumen del diseño agronómico del riego.

En la Tabla 20 se muestra el volumen anual de agua de riego para cada año y el aporte anual de potasio por esta vía.

Tabla 20. Aportación de potasio con el agua de riego

Año	Agua de riego (m ³ /ha-año)	Aportación de potasio (kg/ha-año)
1	654	3,81
2	981	5,71
3	1308	7,62
4	1635	9,52
5	1962	11,43
6	2289	13,33
7	2616	15,24
8	2943	17,15
9	3270	19,05

Balance del potasio

Para su cálculo se presenta la siguiente tabla con todas las pérdidas y ganancias anuales. La diferencia entre ambas, serán las necesidades netas (Nn) que se tendrán que aportar mediante la fertilización mineral.

Tabla 21. Balance del potasio

Año	Exportaciones (kg K/ha)			Aportaciones (kg K/ha)		Nn (Kg K/ha)
	Crecimiento	Producción	Pérdidas	MO	Riego	
1	35	0	3	402	3,81	-368
2	35	0	3	282	5,71	-250
3	35	0	3	121	7,62	-91
4	35	25	3	0	9,52	53
5	35	50,4	3	0	11,43	77
6	35	75,6	3	0	13,33	100
7	35	100,8	3	0	15,24	123
8	35	117,6	3	0	17,15	138
9	35	126	3	0	19,05	145

Los valores de las necesidades netas de potasio se hallan redondeados a la unidad más próxima. Los tres primeros años de la plantación no es necesario aportar fósforo vía fertirrigación

1.4.3.1.2. Macronutrientes secundarios

Los nutrientes secundarios son los absorbidos por la planta en mayores cantidades que los micronutrientes, pero que no suele ser necesario aportar mediante la fertilización. Son nutrientes secundarios el azufre, el calcio y el magnesio.

Azufre

El azufre forma parte de muchas proteínas y de las enzimas. La mayoría de los suelos de la Península Ibérica poseen cantidades suficientes de azufre, por lo que no se suele aplicar, excepto en

caso de carencias manifiestas. Además, muchos de los fertilizantes y productos fitosanitarios lo contienen, e igualmente se aporta por la lluvia y los gases de la industria y de los automóviles.

Calcio

Tanto las hojas como las partes lignificadas entre las que se encuentran las cáscaras, contienen importantes cantidades de calcio. El calcio forma parte de la constitución de las membranas celulares.

Los suelos de las regiones orientales españolas, contienen grandes cantidades de caliza activa y a veces constituye más un problema por exceso que por defecto. Solamente puede haber problemas carenciales de calcio en suelos muy ácidos.

En consecuencia, no es necesario aplicar este elemento en la fertilización.

Magnesio

Forma parte de la molécula de clorofila. El magnesio es fundamental para varias funciones importantes en las plantas, como la síntesis de xantofilas y caroteno

Son extrañas las deficiencias en magnesio, puesto que los suelos tienen un contenido adecuado de sales magnésicas.

El magnesio se encuentra retenido por el complejo arcillo-húmico con menos fuerza que el potasio.

1.4.3.1.3. Micronutrientes

Se consideran micronutrientes a los elementos esenciales en la nutrición de las plantas cuya concentración en los tejidos vegetales es menor a 0,1 % en peso seco. Se consideran micronutrientes el hierro, zinc, cobre, manganeso, cloro, boro y molibdeno.

Hierro

Es esencial en la síntesis de clorofila, aunque no forma parte de su molécula. Además forma parte de diversas enzimas de oxidación.

Su solubilidad depende del Ph del suelo. Es mayor, mientras el pH es menor.

La presencia de caliza activa favorece la aparición de la clorosis férrica, también influyen otros factores como los excesos de fósforo, las elevadas temperaturas, la excesiva luminosidad, antagonismos con el magnesio y zinc e incluso suelos asfixiantes.

El almendro es una especie muy resistente a la clorosis férrica, especialmente cuando se cultiva sobre sus propias raíces. El cultivo se va a establecer sobre patrón Rootpac-40, que posee una resistencia a la clorosis notable, por lo que no se deberían producir problemas al respecto.

En caso de aparecer problemas de clorosis férrica, se debe aportar quelato de hierro.

Zinc

El zinc forma parte de diversas enzimas, auxinas de crecimiento y de la clorofila. Por ello, su falta provoca mermas de crecimiento de los entrenudos y hojas pequeñas agrupadas en rosetas. También interviene en el metabolismo de los glúcidos. Pueden aparecer carencias en suelos excesivamente abonados con fósforo, por antagonismo con este elemento. El zinc está presente en muchos fungicidas, por lo que no suele ser necesario aplicarlo en la fertilización.

Cobre

Forma parte de diversas enzimas de oxidación. Existe un antagonismo con el fósforo. Es poco móvil y menos absorbible cuanto mayor es el pH.

Multitud de fungicidas incluyen cobre en su formulación, por lo que no es necesario aportarlo en la fertilización.

Manganeso

El manganeso forma parte de algunas enzimas y juega un papel importante en la fotosíntesis. El ión manganeso es bastante asimilable por las plantas, pero a medida que el pH es mayor, se oxida y forma iones trivalentes o tetravalentes que son inasimilables por la planta.

Las carencias aparecen más frecuentemente en suelos ácidos, donde este elemento se puede haber lixiviado y en suelos alcalinos o muy calizos.

Este elemento está presente en algunos fungicidas.

Cloro

El almendro tiene unas necesidades muy pequeñas de cloro. No obstante, es un elemento esencial sin que se haya definido su papel concreto.

El cloro suele ser aportado por el agua de lluvia, y no suele haber problemas de carencias. Sin embargo, es más frecuente que aparezcan excesos de cloruros, debido a los aportes de los fertilizantes.

Boro

El boro interviene en el transporte de los azúcares y en la formación de las membranas celulares. Es un elemento poco móvil en el árbol, por lo que los síntomas de carencias aparecen frecuentemente muy localizados.

Las carencias de este elemento son más frecuentes en suelos muy ácidos o muy básicos. Tanto la sequía prolongada como la humedad excesiva favorecen las carencias de este elemento.

Molibdeno

El molibdeno es imprescindible para el metabolismo del nitrógeno. Se asimila bien en suelos de pH alto, de tal forma que en suelos básicos no suele haber problemas de carencias.

1.4.3.1.4. Programa de fertirrigación

La aplicación de los fertilizantes se va a realizar mediante fertirrigación, suministrando los abonos disueltos en el agua de riego. De esta manera, la planta recibe los elementos nutritivos directamente en la raíz, lo que permite un rápido aprovechamiento, sin la necesidad de que pase un tiempo para disolverse, como ocurre con los fertilizantes sólidos tradicionales. Para llevar a cabo la fertirrigación, se precisa de un sistema de riego que garantice una alta uniformidad en la distribución. Además, permite un ahorro de fertilizante, ya que únicamente se aplica en el bulbo húmedo, que es el volumen de tierra explorado por las raíces del árbol.

La fertirrigación permite un mayor fraccionamiento del fertilizante.

Para la confección de un programa de fertirrigación es necesario conocer las necesidades del árbol a lo largo del año, lo que permitirá ajustar la fertilización a las necesidades concretas del cultivo. Para ello hay que subdividir las necesidades nutritivas de los árboles por periodos, dependiendo de la fenología del cultivo, tal como se expone en la siguiente tabla:

Tabla 22. Porcentaje de necesidades nutritivas según la época del año

Período	Fecha inicio-fin	% N	%P	%K
Prefloración - floración	1-30 abril	20	40	35
Caída de pétalos-Llenado del fruto	1 mayo-30 junio	50	10	40
Llenado del fruto-Madurez	1 julio-30 septiembre	30	50	25

Se van a emplear íntegramente fertilizantes líquidos, debido a su facilidad de uso y sencilla automatización

Para realizar este programa de fertilización, conviene conocer, previamente, las necesidades de cada elemento nutritivo en cada período. Para su cálculo se muestra la siguiente tabla, que empieza en el tercer año, ya que como se ha demostrado en el balance, sólo es necesaria la fertilización a partir del tercer año.

Para la fertilización del cultivo se van a utilizar fertilizantes líquidos, debido a su facilidad de uso y sencilla automatización. El nitrógeno se va a aportar mediante una solución N32, con un contenido del 8% de nitrógeno nítrico, 8% de nitrógeno amoniacal y el 16% nitrógeno ureico, lo que permite un fraccionamiento en su aprovechamiento. El fósforo se va a aplicar con una solución de ácido fosfórico diluida al 75 %, con una riqueza del 52 % de P_2O_5 . El potasio se va a aportar mediante una solución de potasio, con una riqueza del 32 % de K_2O .

Tabla 23. Necesidades mensuales de nutrientes, expresadas en kg/ha

Año	Nutriente	Nec. anual	Preflora	Caída pétal. - Llenado fruto			Llenado fruto - Madurez		
			Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	
3	N	0	0	0	0	0	0	0	
	P2O5	18,5	7,4	0,92	0,92	3	3	3	
	K ₂ O	0	0	0	0	0	0	0	
4	N	77	15,4	17,2	17,2	7,7	7,7	7,7	
	P2O5	19,6	7,8	0,98	0,98	3,3	3,3	3,3	
	K ₂ O	53	18,5	10,6	10,6	4,4	4,4	4,4	
5	N	118	23,6	29,5	29,5	11,8	11,8	11,8	
	P2O5	23,2	9,3	1,1	1,1	3,9	3,9	3,9	
	K ₂ O	77	26,9	15,4	15,4	6,4	6,4	6,4	
6	N	160	32	40	40	16	16	16	
	P2O5	26,2	10,5	1,3	1,3	4,4	4,4	4,4	
	K ₂ O	100	35	20	20	8,3	8,3	8,3	
7	N	201	40,2	50,2	50,2	20,1	20,1	20,1	
	P2O5	30,4	12,2	1,5	1,5	5,1	5,1	5,1	
	K ₂ O	123	43	24,6	24,6	10,3	10,3	10,3	
8	N	227	45,4	56,8	56,8	22,7	22,7	22,7	
	P2O5	32,8	13,1	1,6	1,6	5,5	5,5	5,5	
	K ₂ O	138	48	27,6	27,6	11,5	11,5	11,5	
9	N	240	48	60	60	24	24	24	
	P2O5	34	13,6	1,7	1,7	5,7	5,7	5,7	
	K ₂ O	145	50,8	29	29	12,1	12,1	12,1	

Tabla 24. Aportaciones mensuales de fertilizantes, expresadas en kg/ha

Año	Nutriente	Preflora	Caída pétal. - Llenado fruto			Llenado fruto - Madurez		
		Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	
3	N-32	0	0	0	0	0	0	
	P-52	14,2	1,76	1,76	5,8	5,8	5,8	
	K-32	0	0	0	0	0	0	
4	N-32	48,13	53,75	53,75	24,1	24,1	24,1	
	P-52	15	1,9	1,9	6,3	6,3	6,3	
	K-32	57,81	33,1	33,1	13,7	13,7	13,7	
5	N-32	73,7	92,2	92,2	36,9	36,9	36,9	
	P-52	17,8	2,1	2,1	7,5	7,5	7,5	
	K-32	84	48,1	48,1	20	20	20	
6	N-32	100	125	125	50	50	50	
	P-52	20,1	2,5	2,5	8,4	8,4	8,4	
	K-32	109,4	62,5	62,5	25,9	25,9	25,9	
7	N-32	125,6	156,8	156,8	62,8	62,8	62,8	
	P-52	23,4	2,9	2,9	9,8	9,8	9,8	
	K-32	134,4	76,9	76,9	32,19	32,19	32,19	
8	N-32	141,9	177,5	177,5	70,9	70,9	70,9	
	P-52	25,1	3,1	3,1	10,6	10,6	10,6	
	K-32	150	86,2	86,2	35,9	35,9	35,9	
9	N-32	150	187,5	187,5	75	75	75	
	P-52	26,1	3,3	3,3	10,9	10,9	10,9	
	K-32	158,7	90,6	90,6	37,8	37,8	37,8	

Evidentemente, en la tabla anterior se han calculado las necesidades de fertilizante en kg/ha, pero al tratarse de productos líquidos, se deben hallar las necesidades de volumen de cada fertilizante. Para ello, conociendo la densidad de cada fertilizante: 1.320 kg/m³ N-32, 1.580 kg/m³ P₂O₅ y 1.150 kg/m³ K₂O se puede calcular la necesidad de caldo, expuesta en la siguiente tabla a continuación:

Tabla 25. Necesidades de caldo (l/ha) de cada fertilizante

Año	Nutriente	Preflora	Caída pétal. - Llenado fruto			Llenado fruto - Madurez		
		Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	
3	N-32	0	0	0	0	0	0	
	P-52	9	1,1	1,1	3,7	3,7	3,7	
	K-32	0	0	0	0	0	0	
4	N-32	36,4	40,7	40,7	18,2	18,2	18,2	
	P-52	9,5	1,20	1,20	4	4	4	
	K-32	50,2	28,8	28,8	11,9	11,9	11,9	
5	N-32	55,8	69,8	69,8	27,9	27,9	27,9	
	P-52	11,3	1,3	1,3	4,7	4,7	4,7	
	K-32	73	41,8	41,8	17,4	17,4	17,4	
6	N-32	75,7	94,7	94,7	37,9	37,9	37,9	
	P-52	12,7	1,6	1,6	5,3	5,3	5,3	
	K-32	95	54,3	54,3	22,5	22,5	22,5	
7	N-32	95,1	118,8	118,8	47,57	47,57	47,57	
	P-52	14,8	1,8	1,8	6,2	6,2	6,2	
	K-32	116,8	66,9	66,9	28	28	28	
8	N-32	107,5	134,5	134,5	53,7	53,7	53,7	
	P-52	15,9	1,9	1,9	6,7	6,7	6,7	
	K-32	130	75	75	31,2	31,2	31,2	
9	N-32	113,6	142	142	56,8	56,8	56,8	
	P-52	16,5	2,1	2,1	6,9	6,9	6,9	
	K-32	137,4	78,8	78,8	32,9	32,9	32,9	

1.4.4. Resumen de la fertilización

Previamente a la plantación se va a realizar una enmienda orgánica a base de estiércol de oveja bien hecho y a razón de 115 t/ha. Se aprovechará la labor de desfonde para su enterrado.

Además de la fertilización mineral se va a realizar una aplicación de ácidos húmicos y fúlvicos para mantener el nivel de materia orgánica del suelo. Se van a aplicar simultáneamente a los tratamientos fúngicos por medio del pulverizador hidroneumático.

En las Tablas 24 y 25 se muestran las necesidades de cada fertilizante en función de la época del año y de la edad de la plantación. Como bien se ha calculado por el método del balance durante el primer y segundo año, no va a ser necesaria la fertilización mineral. A partir del 3º año, se requiere la aportación de fertilizantes de manera creciente hasta estabilizarse cuando el cultivo alcance la máxima producción, que se estima sea en el quinto año.

1.5. Mantenimiento del suelo

El mantenimiento del suelo se va a llevar a cabo mediante un sistema mixto, que consiste en la aplicación de herbicidas en las líneas de cultivo y el mantenimiento de la cubierta vegetal espontánea en las calles. El control de la vegetación en las calles se realizará mediante siegas, con las que se triturará la vegetación y se esparcirán los restos.

Este sistema permite el paso de la maquinaria durante todo el año, mejora la estructura superficial del suelo y evita su erosión.

Se realizarán tres siegas a lo largo del año. La primera, a finales del invierno, durante el mes de marzo, corta la primera hierba del año y tritura los restos de poda. La segunda siega se realiza al inicio del verano, durante el mes de junio, y la tercera durante el mes de septiembre, antes de comenzar la recolección. La siega se realizará mediante una trituradora-desbrozadora acoplada al tractor.

Además, se realizan cuatro aplicaciones de herbicida a lo largo del año, durante los meses de marzo, mayo, junio y septiembre.

Para el calendario de operaciones se expone la siguiente tabla:

Tabla 26. Calendario de operaciones de mantenimiento del suelo

Fecha	Actividad	Equipo	Mano de obra
Siega	3-10 marzo	Trituradora-desbrozadora y tractor	1 tractorista
Herbicida	11-20 marzo	Equipo de tratamientos y tractor	1 tractorista
Herbicida	15-22 mayo	Equipo de tratamientos y tractor	1 tractorista
Siega	5-13 junio	Trituradora-desbrozadora y tractor	1 tractorista
Herbicida	15-22 junio	Equipo de tratamientos y tractor	1 tractorista
Siega	15-22 septiembre	Trituradora-desbrozadora y tractor	1 tractorista
Herbicida	22-30 septiembre	Equipo de tratamientos y tractor	1 tractorista

Evidentemente, las fechas son orientativas y están sujetas a cambios, ya que las necesidades de mantenimiento del suelo dependerán de los factores climáticos de cada año.

1.6. Polinización

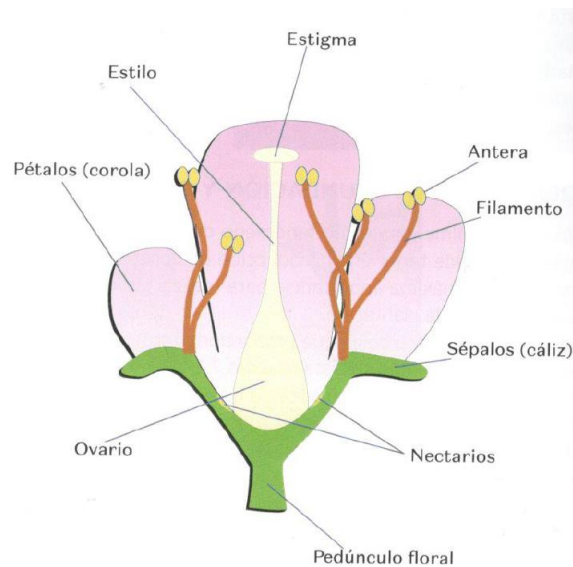
1.6.1. Introducción

La polinización es el proceso de transferencia del polen, desde los estambres hasta el estigma o parte femenina receptiva. El almendro es una planta entomófila, es decir el transporte del polen lo realizan los insectos, principalmente las abejas debido a que el polen del almendro se considera de gran densidad. Las variedades que se van a utilizar (Penta y Vialfás) son autofértiles, por lo que no es necesario disponer en la plantación de variedades secundarias que sirvan de polinizadoras de la principal. Sin embargo, la combinación de dos variedades favorece la polinización y el cuajado.

La polinización de los árboles que proporcionan frutos secos es muy diferente según la especie de la que se trate.

La flor del almendro es hermafrodita, lo que quiere decir, que en el mismo órgano floral se encuentran partes reproductoras masculina y femenina. La configuración sexual de la flor del almendro se muestra en el siguiente gráfico:

Figura 3 : Esquema floral del almendro



1.6.2. Factores que intervienen en la polinización

Como resultado del proceso de polinización y posterior fecundación de la flor, se forma la almendra, por lo que es importantísimo aumentar al máximo el número de flores polinizadas, con el fin de maximizar el cuajado y, en definitiva, la cosecha.

Para tener una buena cosecha es necesario favorecer una buena polinización, por lo que hay que tener en cuenta los siguientes factores:

El diseño de la plantación. Se debe establecer la plantación de manera que se facilite la polinización cruzada de los árboles. Por ello, siempre y cuando no se entorpezcan el resto de operaciones, se deben intercalar las variedades.

Colocación de colmenas. La abeja es el principal vector polinizador que va a poseer la plantación, por lo que cuanto más cerca se sitúen las colmenas de los árboles, más efectiva va a ser la polinización de los mismos. Por este motivo, al ser una plantación de grandes dimensiones, se van a repartir varios asentamientos dentro de la misma.

Variedades autofértiles. Estas variedades aseguran cosecha cuando las condiciones meteorológicas sean tan negativas que no permitan el vuelo de los insectos. En el caso de la plantación, ambas variedades son autofértiles.

Las abejas cuentan con una velloidad en la superficie de su cuerpo, que permite la adherencia del polen. De esta manera, cuando las abejas pecorean en busca de polen y néctar, al entrar en la flor, su cuerpo se impregna de polen, por lo que es transportado de una flor a otra, favoreciéndose la polinización cruzada.

Sin embargo, el trabajo de las abejas varía en función de las condiciones climáticas. Los valores óptimos de temperatura para que se lleve a cabo una buena polinización rondan los 20-28 °C y anulándose por debajo de los 10 °C. Además, cuando hay vientos fuertes, una escasa luminosidad o lluvia, la actividad de las abejas se reduce drásticamente.

En la época de floración hay que tener cuidado con los aportes hídricos, ya que un exceso de riego afecta al polen, disminuyendo su calidad y cantidad, lo que puede suponer que no sea atractivo para las abejas.

Además, si no se realiza una labor de escarda previa a la floración, puede originarse una competencia entre las flores del almendro y las de la vegetación espontánea, haciendo decrecer la polinización.

1.6.3. Instalación y cuidado de las colmenas

Las colmenas deben instalarse el primer año que el almendro entra en producción, es decir, a partir del segundo año. Para garantizar una polinización adecuada, se deben instalar con una cierta antelación a la apertura de las primeras flores, es decir, dos o tres días antes del inicio de la floración. La retirada se realizará una vez se haya producido la fecundación de todas la flores.

Las colmenas se instalarán de forma que las piqueras (lugar por donde salen las abejas) esté situado hacia las líneas que se pretende polinizar y preferentemente hacia el sur, debido a que tiene mejor insolación y estimula el vuelo de las abejas.

Se recomienda una densidad de entre tres y ocho colmenas por hectárea, en función de su fortaleza. Las distancias entre los grupos de colmenas para proporcionar la máxima polinización serán de 125 a 400 metros.

Las colmenas que se van a instalar serán del tipo Langstroth, a poder ser con alzas, lo que indicará que se trata de colmenas fuertes, lo que garantizará una cantidad importante de abejas para una adecuada polinización. Conviene colocarlas lo más cerca del suelo, pero sin entrar en contacto con éste para evitar problemas de humedad y que puedan entrar roedores a la colmena. Para ello se colocarán sobre una estructura metálica, cerámica o de pallets.

Durante la polinización, si fuera necesario, únicamente se realizarán tratamientos fitosanitarios que no sean tóxicos para las abejas. Una vez concluida, se podrán utilizar los productos químicos pertinentes que, en la medida de lo posible, sean lo más respetuosos con el medio ambiente.

Un apicultor, ajeno a la plantación, se encargará del cuidado de las abejas, garantizando un adecuado estado sanitario de las mismas, con el fin de conseguir la mejor polinización posible.

1.7. Tratamientos fitosanitarios

1.7.1. Introducción

El cultivo del almendro está estigmatizado aún por una imagen de cultivo tradicional, marginal y, por tanto, poco productivo para las explotaciones agrícolas. Sin embargo, en la actualidad, con la adecuación del riego y un correcto abonado, la intensificación del cultivo y la obtención de nuevas

variedades, más productivas y menos susceptibles de ser afectadas por las heladas primaverales, se está dando un empuje a la productividad del cultivo.

La defensa fitosanitaria de una plantación incluye todos los medios de lucha tanto preventiva como curativa, para evitar la invasión y proliferación de parásitos en una parcela de cultivo, y con ello, que lleguen a causar daños a las plantas cultivadas.

Los dos aspectos que se deben abordar para afrontar la sanidad fitosanitaria, son relativos a la identificación de los parásitos y a la elección del sistema de defensa, lo que a su vez incluye aspectos del momento de actuación y las medidas a tomar tanto desde el punto de preventivo como curativo.

Los parásitos que pueden afectar al almendro, dependen de diversos factores, como variedad, técnicas de cultivo, situación de la parcela, etc.

En los siguientes apartados se especifican las características de las principales plagas y enfermedades del almendro. Se muestran sólo las más importantes que puedan tener una mayor incidencia en el cultivo.

1.7.2. Principales plagas del almendro

1.7.2.1. Barrenillo

Clase: Insectos

Orden: Coleoptera

Familia: Scolitidae

Son varios los escolítidos barrenadores que pueden causar daños al almendro entre ellos destacan los siguientes principalmente:

Scolytus amygdali Guer

Scolytus rugulosus Ratz

Scolytus mali bech

Puede haber 3 generaciones anuales. Cada generación, supone como en todos los coleópteros pasar por los estados de huevo, larva, ninfa y adulto. Los 3 primeros estados se desarrollan en el interior del árbol, y solamente en estado adulto se desarrollan en el exterior. El insecto adulto vuela a otros árboles propagando así los daños.

Los daños se producen por las larvas que se desarrollan en el interior de los brotes y ramas donde perforan multitud de galerías que les sirven a la vez de alimento y refugio. Cada especie tiene un hábito o forma concreta de realizar estas galerías. La forma de las galerías puede servir para su identificación.

La perforación de las galerías provoca generalmente la muerte de los árboles o de las ramas invadidas.

Control

El control de esta plaga es difícil, debido a la protección que presenta el insecto.

No dejar en el campo restos de poda, puesto que son una fuente de infección para los árboles adyacentes. Retirar y quemar rápidamente el material de poda.

Realizar tratamientos químicos con Tau-Fluvalinato.

En la agricultura ecológica se empiezan a emplear feromonas para la captura masiva de insectos, pero no con buenos resultados.

1.7.2.2. Pulgones

Clase: Insectos

Orden: Homoptera

Familia: Aphidae

Son pequeños insectos, a los que también se les conoce en algunos lugares como piojillos. Pueden hospedar a gran número de plantas ya que se trata de un insecto muy polífago.

En el almendro pueden comenzar a provocar daños en las primeras fases de crecimiento. Los pulgones atacan a las partes más tierna. Al ser insectos chupadores se alimentan de la savia, lo que realizan clavando su pico en las hojas. Como consecuencia las hojas se arrugan o abarquillan, a la vez que amarillean. Los brotes atacados tienen un desarrollo reducido, e incluso pueden provocarse grandes defoliaciones.

Otro problema provocado por los pulgones, es que pueden ser vectores o elementos de transporte de virus.

Los mayores daños se producen en primavera, entre marzo y mayo. Después decrecen las poblaciones, debido a migraciones hacia otras plantas y a la aparición de insectos depredadores.

Control

Controlar el vigor del árbol, evitando desarrollos vegetativos excesivos.

Tratamientos químicos en estado C-D si en invierno se observan muchos huevos o si durante el año anterior hubo un ataque fuerte. Durante el período de floración se debe tratar simplemente con ver pulgones. Durante la vegetación, se debe tratar si se observan colonias establecidas. Para pulgón verde tratar al final de la floración, con poblaciones aún bajas (de hasta el 5% de brotes ocupados), o un poco más tarde para el pulgón harinoso. El criterio o umbral para el pulgón de la madera es su mera presencia. El tratamiento debe realizarse con productos autorizados, como Acetamiprid, Azadiractin, Cipermetrin, Deltametrin, Fenvalerato, Imidacloprid, Lambda Cihalotrin, Primicarb, Tau-Fluvalinato, Tiametoxam y Zeta-Cipermetrin

Tratamiento

ACETAMIPRID 20% [SG] P/P: Producto utilizado en el control de minadores y pulgones en frutales de hueso. La dosis recomendada es de 25 g/hl. Presenta un plazo de seguridad de 14 días. Aplicar en pulverización foliar al inicio de la infestación, realizando como máximo 2 tratamientos.

1.7.2.3. La chinche o tigre del almendro

Clase: Insectos

Orden: Homiptera

Suborden: heteroptera

Familia: Tingidae

Es un insecto chupador de color amarillento con pequeñas bandas transversales más oscuras, de pequeño tamaño, tan solo entre 2 y 2,4 milímetros, y por ello su morfología es difícil de apreciar. Sin embargo, si que son visibles los daños que produce, en forma de picaduras realizadas para alimentarse de la savia en la hoja. Estas picaduras producen una especie de mosaico amarillo blanquecino por el haz. Por el envés de la hoja, que es por donde pica el insecto, se pueden detectar manchas o puntos negros, que no son otra cosa que sus deyecciones, que contribuyen a dificultar la fotosíntesis en la hoja. Esto favorece también el amarilleamiento foliar en la parte del haz. Si el ataque continúa las hojas se vuelven totalmente amarillas y caen. Las zonas atacadas y limítrofes se vuelven pegajosas.

La caída provoca una falta de actividad vegetativa, que hace que la maduración de los frutos sea dificultosa.

Las altas temperaturas favorecen el desarrollo de la plaga.

Control

En caso de presencia desde el invierno (muestreo de cortezas), se hace necesario prever un tratamiento con Tau-Fluvalinato. En postfloración, tratar cuando haya una ocupación en el 10% de los brotes. Los controles más eficaces siempre se producen en la salida de larvas de la primera generación, en primavera. Es el estadio más sensible.

Tratamiento

TAU-FLUVALINATO 10% [EW] P/V: Producto insecticida autorizado en el almendro para el control del barrenillo, del tigre y del mosquito verde. Emplear dosis del 0,025 o 0,05 %. El plazo de seguridad es de 7 días. Presenta una acción complementaria contra ácaros tetraníquidos.

1.7.2.4. Orugueta del almendro

Clase: Insectos

Orden: Lepidóptera

Familia: Zygaenidae

La mariposa tiene un tamaño de unos 2 centímetros: tiene alas de color gris ceniciento a violáceo muy oscuro, con una banda estrecha de color rojo en la base. Su torác es negro con collar rojo y cuerpo algo peludo. Son de costumbres nocturnas y suelen aparecer en el mes de junio. Cada hembra puede poner unos 200 o 300 huevos, repartidos en grupos en la rugosidad de las ramas o bajo las cortezas.

Las orugas recién nacidas se alimentan durante unos días de las hojas y luego se refugian bajo las cortezas en un capullo sedoso, donde pasan el invierno. El ataque se produce normalmente en el envés de las hojas, formando unos rodales circulares. Las orugas son rechonchas y de escasa longitud.

Comienzan a alimentarse de las hojas, que pueden llegar a devorar en su totalidad. Si el ataque es muy intenso también alimentarse de los frutos en crecimiento. En Abril o mayo, las larvas pueden haber adquirido su tamaño completo y comienzan a crisalidar. Es una plaga de una sola generación anual.

Control

Tratamiento químico con productos autorizados al primer síntoma de defoliación. En la actualidad solamente existen dos productos autorizados para combatir la oruguetta del almendro: Bacillus thuringiensis kurstaki y Deltametrin.

Tratamiento

DELTAMETRIN 10% [EC] P/V: Insecticida empleado en almendro para controlar oruguetta y pulgones, con dosis que oscilan entre 0,075 y 0,125 L/ha. Efectuar como máximo 3 aplicaciones por campaña.

1.7.2.5. Gusano cabezudo

Clase: Insectos

Orden: Coleoptera

Familia: Buprestidae

El gusano es la larva de un coleóptero de color negro, de unos tres centímetros de largo. Recibe el nombre de "cabezudo" debido al gran tamaño que adquiere la supuesta cabeza en estado larvario. La larva puede llegar a medir siete centímetros de largo.

Este insecto constituye una plaga importante en los frutales de hueso de secano en España, pues es polígama. Al almendro le ataca en menor medida.

Las larvas viven entre la madera y la corteza del árbol, a la altura del cuello de la planta. Donde perforan galerías. Todo su desarrollo lo realizan en el interior del árbol, hasta formar un nuevo adulto. La permanencia en estado larvario es de 1 a 2 años. Durante este periodo realizan numerosas galerías en el interior de las raíces y a nivel del cuello del árbol, causando finalmente su muerte. La debilitación de la planta hace que esta sea más vulnerable a otro tipo de ataque.

Los adultos emergen y se alimentan de las hojas y de los brotes tiernos.

Control

La plaga es difícil de controlar en plantas vigorosas.

Aumentar la frecuencia de los riegos y la superficie mojada.

Colocar láminas de polietileno enterradas alrededor del árbol y atadas al cuello, antes de la oviposición.

Arranque y quema de árboles muy afectados.

Tratamientos químicos contra los adultos con Imidacloprid (único producto autorizado para el almendro). 2 o 3 tratamientos a primeros de septiembre y a mediados de octubre.

Tratamiento

IMIDACLOPRID 20% [SL] P/V: Formulación autorizada para su uso en almendro en el control de gusano cabezudo y pulgones. Efectuar una única aplicación en primavera, después de la caída de los pétalos, con un máximo de 0,5 l/Ha en pulverización normal. Peligroso para las abejas. Para proteger las abejas y otros insectos polinizadores, no aplicar durante la floración de los cultivos. No utilizar donde haya abejas en pecoreo activo. Para protección de las abejas, no tratar en áreas ni épocas de actividad de las mismas.

1.7.2.6. Minador de los brotes (*Anarsia lineatella* Zeller)

Clase: Insectos

Orden: Lepidóptera

Familia: Gelechiidae

Es una pequeña mariposa de un tamaño de 1,5 centímetros. Sus alas anteriores, son de color gris oscuro o pardo ligeramente gaspeadas, y las posteriores, son grises. Pasan el invierno en forma de oruga. En primavera pasan de su lugar de hibernación al interior de los brotes jóvenes, donde penetran por sus yemas, haciendo unas galerías.

Estos brotes se secan. También pueden alimentarse y penetrar en los frutos, que quedan completamente inutilizados.

Pueden tener de dos a cuatro generaciones anuales. La ninfosis se realiza en un pliegue de una hoja y puede durar unos diez días. Las hembras pueden poner los huevos en los brotes, los frutos o las hojas. Los huevos eclosionan en un breve tiempo, dando lugar a unas pequeñas larvas de cabeza negra y cuerpo de color chocolate, con una línea estrecha y blanca en el extremo de cada segmento, lo que le da una apariencia de tener anillos.

Ataca generalmente a las plantaciones jóvenes, o a los árboles reinjertados, siempre cuando hay madera tierna.

Control

Realizar el seguimiento de la plaga con feromona de monitoreo.

Cortar y eliminar los brotes afectados a los primeros síntomas.

El umbral para el tratamiento químico es de 15 capturas/trampa/semana o el 3% de brotes atacados. Se puede usar Deltametrín y Lambda-Cihalotrin.

Puede plantearse la técnica de confusión mediante feromona sexual en este cultivo en caso de ser necesario, puesto que puede ser muy efectiva y reducir drásticamente los tratamientos químicos.

Tratamiento

LAMBDA CIHALOTRIN 1,5% [CS] P/V: Insecticida empleado en almendro para el control de orugas, pulgones, anarsia, carpocapsa y orugas minadoras. Efectuar una aplicación por campaña, sin superar los 1,3 l/Ha. de producto.

5-DECEN-1-IL-ACETATO 7,92% + 5-DECEN-1-OL 1,65% [VP] P/P: Difusor de vapores para confusión sexual de anarsia. Aplicar en primavera en el momento en que se prevea o detecte la aparición de los primeros adultos de anarsia, colocando manualmente 500 difusores/ha en el tercio superior de la copa de los árboles.

1.7.2.7. Ácaros

Existen varias especies, siendo las más frecuentes *Panonychus ulmi Koch*, o araña roja, y *Tetranychus urticae Koch*, araña amarilla.

Son unos seres minúsculos, de unos 0,5 milímetros de longitud en hembras y algo menos en los machos.

Los mayores problemas los creará la araña roja. Sus ataques son conocidos y en cierta medida temidos. Las hojas se broncean por efecto de las múltiples picaduras producidas. Después la hoja cae. En el envés de las hojas, se puede apreciar la presencia masiva del arácnido.

Control

Realizar seguimientos frecuentes, con el fin de detectar la presencia de la plaga en la plantación y el estado de desarrollo en que se encuentra.

Tratamientos con aceites parafínicos justo antes de la eclosión de los huevos, poco antes del desborre. Al final de la eclosión de todos los huevos, en mayo, se pueden utilizar acaricidas autorizados, como Azadiractin y Hexitiazox.

Tratamiento

ACEITE DE PARAFINA (CAS 8042-47-5) 83% [EC] P/V: Producto empleado en el control de ácaros traníquidos Aplicar en pulverización foliar adaptando el volumen de caldo a la densidad del follaje con humedad suficiente en el suelo. No aplicar el producto durante la floración de las plantas o a

temperaturas superiores a 32 °C, ni 30 días antes ni después de la aplicación con compuestos de azufre, ni una semana antes ni después de la aplicación con productos que contengan Captan, Folpet o Ditianona.

AZADIRACTIN 3,2% [EC] P/V: Formulación empleada en el control de ácaros tetránquidos, ceratitis, cochinillas, ácaros eriófididos, minadores de hojas, mosquito verde, orugas, psila y pulgones en frutales de hueso. Aplicar en pulverización normal, diluido al 0,025-0,15% según cultivos y plagas, debiendo especificar en la etiqueta la dosificación correspondiente a cada caso, así como las indicaciones relativas a la adición de coadyuvantes o de correctores de pH. En aquellos casos en que se pueda aplicar a bajo volumen dosificar entre 0,75-1,5 L/ha. Efectuar las aplicaciones a primera hora de la mañana o a la caída de la tarde, desde los primeros estadios de desarrollo de la plaga, repitiendo en caso de necesidad a intervalos de 7 días.

1.7.2.8. Avispilla del almendro

Clase: Insectos

Orden: Himenóptera

Familia: Eurytomidae

Se detectó en el año 2010 en la provincia de Albacete por primera vez en España. En la actualidad ya se ha difundido por otras provincias. Es una plaga muy dañina, especialmente en plantaciones jóvenes y en variedades de cáscara muy blanda.

Se trata de una pequeña avispa de no más de 8 milímetros de longitud en las hembras y un máximo de 6 milímetros en los machos. Larvas con un máximo de un centímetro de longitud, cónicas en sus extremos y de color blanco harinoso que son las que provocan daños.

La plaga tiene una única generación anual. Pasa el invierno en estado de larva en el fruto momificado que se mantiene en el árbol. La salida puede producirse entre marzo y abril.

Control

Se deben eliminar y destruir por quema los frutos infectados, recogidos del árbol manualmente. Esto puede suponer un coste muy elevado y además será difícil de realizarse en su totalidad.

Por tanto será muy conveniente recurrir a la lucha química para combatir la plaga. Al tratarse de una plaga de nueva introducción, no existen productos autorizados al efecto. Excepcionalmente, en el año 2014 se autorizó por el MAGRAMA el uso de Lambda cihalotrin para su aplicación contra el parásito. Se recomienda hacer de dos a tres tratamientos a la salida de los adultos, repitiendo cada 15 días.

1.7.3. Principales enfermedades del almendro

1.7.3.1. Cribado o perdigonado

El principal hongo causal es *Stigmina carpophila*, clasificado como:

Grupo: Deuteromicetos

Orden: Melanconiales

Familia: Melanconiaceae

La enfermedad se caracteriza por la aparición de pequeñas perforaciones en la hoja, de unos 3 mm de diámetro, consecuencia de una necrosis que finaliza con la separación del tejido de las zonas infectadas por el hongo. También puede afectar a frutos y ramas. De esta forma la superficie foliar queda muy disminuida, y más aún si la enfermedad produce defoliaciones. Con ello la actividad vegetativa de la planta es mucho menor.

El parasito pasa el invierno en forma de chancros y yemas. En primavera se producen las esporas que se dispersan con la lluvia y el viento, penetrando por los estomas de las hojas, pero pudiendo afectar a otros órganos.

También puede atacar al fruto, en el que aparecen una serie de manchas dispersas, en ocasiones acompañada de gomosis.

Control

Los tratamientos deben ser fundamentalmente preventivos.

Emplear compuestos cúpricos como el sulfato de cobre o el oxiclورو de cobre, aplicado a la caída de las hojas.

Los productos autorizados para combatir la enfermedad son Dodina, Folpet, Metil Tiofanato y Ziram. Los tratamientos deben realizarse durante la primavera.

1.7.3.2. Moniliosis o momificado

Grupo: Deuteromicetos

Orden: Hifales

Familia: Mudinaceae

La provocan los hongos del genero Monilia, siendo el más activo Monilia laxa y actuando de forma secundaria Monilia fructigena.

Monilia provoca el desecado total de brotes, incluidas las flores y las yemas. Su desarrollo es basípeto. Es una enfermedad que se desarrolla en condiciones de mucha humedad (más del 75% de humedad relativa) y a unas temperaturas superiores a 10°C condiciones que se producen en muchas primaveras lluviosas.

Las flores atacadas se oscurecen rápidamente, se desecan y luego permanecen así unidas a la planta. Excepcionalmente algunas variedades producen una zona de abscisión que facilita la caída del órgano atacado, evitando así la difusión por los ramos.

Las conidias se dispersan por el aire, por el agua o por insectos. La infección se produce en las flores o a través de las heridas.

Control

Eliminar el reservorio de esporas durante el invierno, para evitar su propagación posterior.

Emplear compuestos cúpricos como el sulfato de cobre o el oxiclورو de cobre, aplicado a la caída de las hojas.

El tratamiento debe iniciarse a la vista de los primeros síntomas, protegiendo la plantación al comienzo de la primavera. Durante la vegetación, y en especial en la época de floración, se puede tratar con diversos fungicidas como Folpet, Iprodiona, Mancozeb, Metil Tiofanato, Miclobutanil y Tebuconazol.

Tratamiento

TEBUCONAZOL 25% [WG] P/P (ESP.): Fungicida autorizado en el almendro para combatir los ataques de moniliosis y oídio. Aplicar a una dosis de 0,5 kg/ha, respetando un plazo de seguridad de 7 días. No se muestra incompatible con la presencia de abejas en la explotación. Efectuar un máximo de 2 aplicaciones con un intervalo de 12-14 días en primavera o comienzos de verano con un volumen de caldo de 1000 L/ha.

1.7.3.2. Lepra o abolladura

La lepra, también denominada abolladura, es una enfermedad criptogámica producida por el hongo ascomiceto *Taphrina deformans* (Berk.) Tul.

Produce deformaciones (Enrollado y engrosamiento) en la hoja, que a su vez adquiere colores rojizos que finalmente pueden necrosar y caer. También ataca y de forma más importante al fruto. Los frutos dañados se deforman. En ocasiones puede atacar a brotes jóvenes. En almendro no suele producir daños considerables. El desarrollo de la enfermedad se detiene con baja humedad y alta radiación solar.

Si se han realizado tratamientos fungicidas para combatir otras afecciones, no se producirá esta enfermedad.

Control

Emplear compuestos cúpricos como el sulfato de cobre o el oxiclورو de cobre, aplicado a la caída de las hojas.

Durante la primavera, en caso de darse las condiciones climáticas adecuadas para el desarrollo de la enfermedad o cuando se detecten síntomas de la misma, se debe realizar un tratamiento con Ziram, único producto autorizado en la actualidad.

Tratamiento

ZIRAM 76% [WG] P/P: Formulación autorizada en el cultivo del almendro para tratar cribado, fusicocum, lepra y roya. La dosis que se debe emplear es del 0,25-0,35

%, respetando un plazo de seguridad de 28 días. Para protección de las abejas, tratar en las horas en que no estén presentes (atardecer y amanecer).

1.7.3.3. Antracosis (*Gloesporium amygdalinum* Brizi, *Glomerella cingulata* Spaul y Schrenk)

Ataca principalmente al fruto, donde provoca pequeñas gomosis. Los síntomas pueden surgir durante la fase de crecimiento del fruto, con la aparición de unas manchas anaranjadas, que forman unas depresiones en el fruto. Si la infección progresa produce gomosis. En caso de ataques severos, la infección puede extenderse a las ramas y a hojas. Los frutos infectados mueren pero se mantienen en el árbol. Las condiciones ideales para el desarrollo de la enfermedad son el tiempo caluroso y lluvioso.

Control

Empleo de variedades resistentes en climas cálidos.

Se recomienda la aplicación de dos o tres tratamientos con fungicidas, uno en el momento de la caída de los pétalos y el segundo unos 15-20 días después, pudiéndose realizar un tercer tratamiento otros diez días después. Uno de los productos eficaces es DODINA 40% P/V.

1.7.3.4. Verticilosis

Es un hongo polífago que se refugia en el suelo o en los restos vegetales infectados, donde puede permanecer varios años.

Entra en la planta por las raíces pequeñas y se transloca a través del xilema a todos los órganos vegetativos. La enfermedad se desarrolla en primaveras frescas con alta humedad en el suelo. Por el contrario las altas temperaturas de verano destruyen al hongo.

Los primeros síntomas pueden aparecer en las hojas de ramas aisladas completas al final de primavera. Las hojas se decoloran y luego mueren, aunque permaneciendo en el árbol en una primera fase. El xilema de las más y el tronco se oscurece. Los síntomas suelen aparecer solo en una parte del árbol, aunque en los casos más graves pueden afectar al árbol completo. Son más sensibles las plantaciones jóvenes.

También provoca un menor crecimiento del árbol y una productividad más baja.

Control

Evitar situaciones de alta humedad del suelo.

Realizar análisis del suelo.

1.7.3.5. Mancha ocre (*Polystigma ochraceum* Sacc.)

Grupo: Ascomycetes

Orden: Pireniales

Familia: Hipericaceae

El hongo produce manchas en las hojas, primero amarillas y luego rojizas con tonos ocres que finalmente pueden necrosar. Estas manchas disminuyen la capacidad de fotosíntesis de la planta. Es una enfermedad de zonas cálidas, donde se presenta frecuentemente, aunque como ocurre con casi todos los hongos, prolifera más si hay humedad. Raramente produce defoliaciones. No suele producir daños económicos importantes pero la disminución de la fotosíntesis produce un debilitamiento general de la planta.

Control

Evitar la plantación de almendros en zonas con elevada humedad ambiental y elegir variedades con buena tolerancia a esta enfermedad.

Reducir el inóculo presente en la plantación con aplicaciones de urea en el otoño mojando el suelo y los árboles para ayudar a la degradación del hongo en las hojas.

En caso de efectuar tratamientos se recomiendan las siguientes materias activas: Captan y Tiram.

1.7.3.6. Fusicocum o chancro

Grupo: Deuteromicetos

Orden: Esferopsidales

Familia: Esferopsidaceae

Los chancros son muy importantes y están muy extendidos en el almendro.

Este hongo afecta a ramos y ramas jóvenes y también a sus yemas penetrando por las heridas peciolares en la caída de hojas e incluso por la caída de pétalos florales. En las hojas, el patógeno induce grandes manchas pardas de contorno circular e irregular.

El centro de las lesiones aparece un punteado alrededor de una yema, lo que termina por provocar la caída del brote. El hongo se concentra en la mancha foliar durante el tiempo cálido, pero crece hacia los nervios cuando las hojas envejecen. Produce chancros y zonas de secado rápido en los ramilletes de mayo, afecta también a las yemas que llegan a desprenderse y a ramos mixtos del año.

Control

La poda cuidadosa y la destrucción de las ramas afectadas ayudan a erradicar las fuentes de inóculo.

Se recomiendan dos o tres tratamientos entre mayo y julio, realizando un tercer tratamiento unos días antes de la apertura de las flores. Resultan efectivas las siguientes materias activas: MANCOZEB 17,5% + OXICLORURO DE COBRE 22% [WP] P/P, METIL TIOFANATO 70% [WG] P/P y OXIDO CUPROSO 40% P/P

1.7.3.7. Podredumbre de la raíz

Grupo: Basidiomicetos

Orden: Himeniales

Familia: Agaricaceae

El hongo produce la podredumbre en los tejidos vivos lignificados de las raíces del huésped.

La destrucción de estos tejidos se manifiesta en la parte aérea con un decaimiento general del árbol: amarilleamiento y pérdida de la rigidez de las hojas, caída prematura de las mismas y retrasos en el desarrollo.

El hongo produce enzimas celulolíticas y lignolíticas, que provocan la pudrición de la raíz.

El hongo puede sobrevivir en el suelo muchos años. Los rizomorfos van extendiendo la enfermedad, infectando árboles adyacentes.

Control

Al ser un hongo del suelo es muy difícil de eliminar. Conviene, no obstante, arrancar los árboles infectados y quemarlos, para evitar la propagación de las esporas del hongo.

Puede ser interesante realizar la desinfección del suelo donde se encontraban los árboles infectados. Sin embargo, ésta es una tarea muy costosa y poco eficaz. Además, en la actualidad no existen productos autorizados para combatir la enfermedad.

1.7.3.8. Mancha bacteriana

Esta enfermedad es producida por una bacteria identificada como *Xanthomonas arboricola* pv. *Pruni*, que se encuentra considerada como un organismo de cuarentena en la Unión Europea.

Es una enfermedad bacteriana que aparece en España en el año 2002 en ciruelo japonés en Extremadura. Luego se extiende a otras regiones y cultivos del género *Prunus* entre ellas el almendro. Es una enfermedad de cuarentena en Europa, con objeto de prevenir o minimizar su diseminación. Esto obliga a los productores a comunicar su posible presencia a las autoridades sanitarias.

El patógeno pasa el invierno en las yemas y en las cicatrices de peciolo y chancros, así, como en las hojas secas. Para el desarrollo de la enfermedad se requiere una temperatura de 20 a 25°C y humedad ambiental, condiciones que se pueden producir al principio de primavera. Condiciones muy cálidas y muy secas no son favorables para el desarrollo de la enfermedad.

Las primeras infecciones se producen en las hojas jóvenes y luego sobre los frutos. Estas serían las infecciones primarias. Después se pueden producir otros brotes infecciosos durante todo el periodo vegetativo, también en las hojas y los frutos, que serían los llamados brotes secundarios.

Los daños que se producen pueden ser importantes, tanto en la parte vegetativa como en los frutos. En las hojas aparecen unas manchas y posteriormente un amarilleamiento progresivo.

Si el ataque es importante, puede acabar en defoliación. También se pueden producir chancros en los brotes. Esto provoca un debilitamiento general del árbol. En los frutos afectados aparecen unas

manchas y diferentes exudaciones gomosas, lo cual les deja inservibles para su consumo y comercialización.

Control

La primera fuente de inóculo a considerar son los chancros de la enfermedad en brotes, ramas y troncos. Se debe tener en cuenta que la bacteria puede sobrevivir más de un ciclo vegetativo por lo que la detección temprana de estos síntomas y su eliminación ayudarán al control de la enfermedad. En caso que se detectaran, también los chancros de verano deben retirarse de la parcela.

Las hojas infectadas que permanecen en el árbol o en el suelo pueden ayudar a dispersar la enfermedad, sobre todo con la aplicación de tratamientos fitosanitarios, que producen un goteo sobre las hojas. Conviene, por tanto, eliminar las hojas secas de los árboles afectados y evitar realizar tratamientos fitosanitarios que produzcan un goteo sobre las mismas.

La medida más eficaz de prevenir la infección de la mancha bacteriana es la adquisición de material vegetal certificado, exento del patógeno.

La lucha química resulta poco eficaz, siendo ésta meramente preventiva. En caso de riesgo de infección, conviene realizar tres tratamientos con compuestos cúpricos o de zinc, así como Mancozeb o Ziram. El primero de ellos, en prefloración, entre el desborre y la salida de las primeras hojas. El segundo de ellos, a la caída de hojas en otoño, para prevenir infecciones por las heridas que se producen. Y el tercer momento, en cualquier fase del ciclo vegetativo en la que se produzcan lluvias y temperaturas suaves, para prevenir la infección bacteriana.

Tratamiento

ZIRAM 76% [WG] P/P: Formulación autorizada en el cultivo del almendro para tratar cribado, fusicocum, lepra y roya. La dosis que se debe emplear es del 0,25-0,35

%, respetando un plazo de seguridad de 28 días. Para protección de las abejas, tratar en las horas en que no estén presentes (atardecer y amanecer).

MANCOZEB 75% [WG] P/P: Producto autorizado en el cultivo del almendro para controlar ataques de monilia y roya. La dosis que se debe aplicar es del 0,25-0,35 %, debiendo respetar un plazo de seguridad de 28 días. Para protección de las abejas, tapar las colmenas previamente al tratamiento y mantenerlas así durante 1 ó 2 horas más tarde.

1.7.3.9. Virus

El almendro es una especie bastante resistente a enfermedades causadas por virus.

Un virus es un agente infeccioso microscópico acelular que solo puede multiplicarse dentro de las células de otros organismos. Son patógenos obligados, no cultivables. No se dividen ni forman esporas, y se reproducen dirigiendo el metabolismo de la célula hospedante.

Los virus penetran por heridas o vectores. Presentan sintomatología variada siendo lo más habitual amarilleamientos y alteraciones del crecimiento.

Los virus más importantes del almendro son el Virus del Mosaico del Almendro, que provoca una disminución del crecimiento, con machas amarillas y disminución de la producción, el PSRV, que produce a necrosis de las yemas y reduce el crecimiento, y el PDV que produce enanismo en el árbol.

Control

Solo se pueden combatir indirectamente, mediante el uso de variedades resistentes y arrancando los árboles afectados.

No existen por el momento viricidas.

1.7.4. Cuadro resumen de tratamientos fitosanitarios

Tabla 27. Resumen de tratamientos fitosanitarios

Momento de aplicación	Plaga o enfermedad	Materia activa	Dosis
Estado A	Acaros	ACEITE DE PARAFINA	1 L/ha
Marzo	Cribado, oidio y monilia	Metil Tiofanato 50%	1 l/ha
Estado B-C	Pulgón, arnasia, carpocapsa y orugas minadoras	Lambda Cihalotrin 1,5 %	1,3 L/ha
Abril	Moniliosis y oidio	Tebuconazol 25%	0,5kg/ha
Mayo	Gusano cabezudo y pulgones	Imidacloprid 20 %	0,5 L/ha
Julio	Orugueta y pulgones	Deltametrin 10 %	0,9 L/ha
	Chancro y mancha ocre	Mancozeb 75 %	2 Kg/ha
Caída de hojas	Hongos y bacterias	Oxicloruro de cobre	0 ,4 kg/ha

1.8. Recolección

1.8.1. Introducción

Tradicionalmente, esta operación consiste en arrancar los frutos directamente de los árboles o bien en recogerlos del suelo, o de redes extendidas debajo de ellos si los frutos se han desprendido de los árboles por caída natural o inducida. En el primer caso la recolección se llama “en el árbol” y en el segundo “recogida”. Esta operación se basa en la capacidad del ser humano de seleccionar el producto en su adecuado estado de madurez y de manipularlo con la mayor suavidad garantizando de esta manera una mayor calidad y menor daño.

La recolección en el árbol, por el contrario, requiere una mayor puntualidad, estando estrechamente ligada a la evolución de la maduración de los frutos, por lo que la mayoría de las veces es inaplazable. Este hecho influye sobre la programación de la mano de obra que, por lo general, alcanza sus niveles más críticos justo en el momento de la recolección. En cualquier caso, la recolección en el árbol es una operación muy costosa laboral y económicamente.

1.8.2. Fecha de recolección estimada

Las variedades elegidas, Vialfás y Penta, presentan una madurez temprana y media, respectivamente, lo que va a facilitar el calendario de recolección. Además, una ventaja que presentan ambas variedades es que una vez estén maduras no se caen del árbol.

Por este motivo se va a iniciar la recolección en la primera semana del mes de octubre, comenzándose por la variedad Vialfás y acto seguido por la Penta. Para el comienzo de la recolección se debe comprobar que los frutos estén totalmente secos y que la piel externa se desprenda con facilidad, para simplificar las operaciones posteriores de limpieza.

1.8.3. Metodología de la recolección

La recolección se va a realizar mediante una cosechadora integral. Las principales ventajas de este sistema son su elevada capacidad de trabajo y bajo requerimiento de mano de obra. Son máquinas adecuadas para plantaciones grandes con elevadas densidades de plantación. Sin embargo, tienen un elevado coste de adquisición, por lo que resulta poco rentable su adquisición por parte del agricultor. Por tanto, la recolección se va a alquilar a una empresa de servicios.

La almendra va a ser cargada en camiones inmediatamente después de su cosecha, para transportarla a los almacenes de la cooperativa o empresa encargada de su comercialización.

1.9. Cuaderno de explotación

El Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios, en su artículo 16.1, establece que cada explotación agraria deberá mantener actualizado un registro de tratamientos fitosanitarios denominado "cuaderno de explotación" en el que se anotarán todos los tratamientos fitosanitarios realizados.

El Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente ha elaborado, de manera consensuada con las Comunidades Autónomas, un documento orientativo sobre los contenidos mínimos obligatorios que tiene que contener el cuaderno de explotación, tal y como establece el Real Decreto.

Las anotaciones pertinentes se podrán realizar de manera física o informática.

2. Implementación del proceso productivo

2.1. Maquinaria y equipos

2.1.1. Maquinaria necesaria en la explotación

2.1.1.1. Maquinaria alquilada

Debido a la utilización ocasional o al elevado coste de la maquinaria, muchas veces resulta más rentable alquilar ciertas labores a empresas de servicios ajenas a la explotación, ya que si se compraran todos los aperos que se van a necesitar, se requeriría de un coste de inversión muy elevado, que posiblemente, no se amortizase nunca.

Por este motivo, se decide encargar la realización de ciertas operaciones a una empresa de servicios agrícolas. La maquinaria que se va a alquilar es la siguiente:

Remolque esparcidor de estiércol

Se trata de un remolque que incorpora un esparcidor accionado por la toma de fuerza del tractor, y equipado con un sistema de arrastre de cadenas. Estas cadenas se encargan de arrastrar el estiércol hacia la parte trasera del remolque, donde unos cilindros verticales se encargan de distribuir el estiércol por la superficie del terreno. La capacidad de carga del remolque es de 5000 kg y su anchura de trabajo es de 2 m. Esta labor se va a contratar a una empresa de la zona porque sólo se va a realizar en la época de preparación del terreno, previa a la plantación.

Arado de desfonde

Se trata de un apero de uso muy ocasional. Para realizar la plantación únicamente se va a necesitar en el año previo a su establecimiento, por lo que no es necesario ni rentable adquirirlo.

Se decide alquilar un arado de desfonde reversible capaz de trabajar hasta 80 cm de profundidad para la preparación del terreno, con el objetivo de eliminar la posible suela de labor existente, a la vez que mejorar la aireación y futuro desarrollo de las raíces de los árboles.

Arado plantador

El arado plantador consta de una reja de vertedera que abre un surco según avanza la máquina. Dos operarios van sentados en dos sillas de que dispone la máquina, y van colocando los plantones respetando las distancias de separación entre los árboles. La máquina, mediante un sistema de guiado por cable, láser o GPS indica a los operarios el momento preciso de colocar el plantón.

La máquina, en la parte trasera, dispone de dos discos o rejas aporcadoras que cierran el surco una vez colocado el plantón. Además, es frecuente (y recomendable) la instalación de un depósito de agua en la parte superior del tractor, de tal manera que a la vez que se coloca el plantón deja caer un poco de agua, que mejora el enraizamiento. La labor de plantación se va a contratar a una empresa de servicios, por lo que no es necesaria la adquisición del equipo.

Cosechadora integral

Se va a alquilar una cosechadora integral para la realización de la recolección. Se tratará de una máquina de tamaño grande, con un túnel de recolección de 3,20 m y una capacidad de tolva de 3.000 l.

La empresa de servicios a la que se le va a alquilar, utiliza la vendimiadora para la recolección de uva, almendra y aceituna, por lo que cuenta con una adecuada experiencia para poner la máquina a punto y realizar las modificaciones pertinentes para la recolección de cada cultivo.

2.1.1.2. Maquinaria propia y adquirida

Tractor agrícola

Tractor agrícola de 100 CV (73 kW), de 2,4 m de anchura entre ejes con toma de fuerza frontal, para acoplar la podadora. La elección de un tractor de estas características está sujeta a los marcos de plantación y a las necesidades de potencia.

El promotor dispone del tractor previamente a la ejecución del proyecto.

Tractor

Tractor agrícola de 160 CV (117,64 kW) de potencia, necesario para hacer las labores de preparación del terreno.

El promotor dispone del tractor previamente a la ejecución del proyecto.

Remolque de 7000 kg de M.M.A

Remolque de 8000 kg de capacidad, que dispone de volquete y un eje. Se va a emplear para el transporte de materias primas y herramientas por la explotación, así como la carga de la cosecha al almacén, si fuese necesario, que posee el promotor, situado en el pueblo. El promotor dispone del remolque previamente a la ejecución del proyecto.

Abonadora centrífuga suspendida de 1200 L de tolva

Para la realización del abonado de fondo previo a la plantación y las tareas en las que se requiere, se va a emplear una abonadora centrífuga suspendida, propiedad del promotor, con una capacidad de tolva de 1200 L.

Dispone de un mecanismo en forma de disco accionado por la toma de fuerza del tractor, que lanza el abono granulado sobre el terreno de forma homogénea.

El promotor dispone de la abonadora previamente a la ejecución del proyecto.

Cultivador de 11 brazos

Cultivador ligero de 11 brazos repartidos en dos filas, equipado con rastra de púas que permitirá igualar el suelo. Cuenta con una anchura y profundidad de trabajo de 3 m y 15-25 cm, respectivamente. Se va a utilizar para la preparación del terreno previa a la plantación y para el mantenimiento del suelo durante el primer año.

El promotor va a necesitar adquirirlo, ya que no dispone de cultivador.

Atomizador centrifugo arrastrado de 2000 L de capacidad

Los atomizadores más empleados en el cultivo frutal son arrastrados. Este equipo incorpora un depósito de 2000 L de capacidad, de una bomba que impulsa el líquido y de un conjunto de boquillas que generan las gotas. El transporte de las gotas hasta las hojas de los árboles se realiza mediante una turbina que genera una fuerte corriente de aire. El promotor no dispone previamente del equipo, por lo que debe ser adquirido.

Pulverizador hidráulico suspendido

Pulverizador hidráulico de 800 l de capacidad para realizar el tratamiento herbicida de las líneas de cultivo. Consta de una barra telescópica, a cada lado del tractor, con unas boquillas pulverizadores en los extremos.

Trituradora – desbrozadora

Se trata de un apero que es capaz de triturar los restos de poda y segar la cubierta de una sola pasada, lo que permite un ahorro de operaciones. Es accionada por la t.d.f. y cuenta con una anchura de trabajo de 3 m. Dispone de un eje de martillos, que cortan y machacan los restos vegetales, para facilitar su incorporación al suelo como materia orgánica.

El promotor no cuenta con este apero, por lo que tendrá que comprarlo.

Compresor arrastrado y tijeras neumáticas

El equipo de poda estará formado por un compresor neumático arrastrado y unas tijeras de podar neumáticas, conectadas a él. Este equipo debido a su gran utilidad deberá ser adquirido.

2.1.2. Capacidad y tiempos de trabajo

Se elabora una tabla para determinar las características, capacidad y tiempo de trabajo de la maquinaria.

Tabla 28. Resumen características, capacidad y tiempo de trabajo de la maquinaria

Labor	Maquinaria	Anc	Vel	Efi	CTT	CTR	TTR	Sup	Tie
Cultiv	Tractor 90 CV + cultivador 11 brazos	3	7	75	2,1	1,6	0,63	46,3	74,1
Herb.	Tractor 90 CV + pulverizador	4	5	75	2,0	1,5	0,67	46,3	69,5
Fitos	Tractor 90 CV + atomizador	4	5	75	2,0	1,5	0,67	46,3	69,5
Trit	Tractor 90 CV + destriturador	3	4	75	1,2	0,9	1,11	46,3	41,7

2.1.3. Consumo de carburante

El consumo horario de carburante medio se calcula mediante la expresión siguiente:

$$\text{Consumo gasoil} = (1,34 \text{ L / kW} \cdot \text{h}) \cdot \text{Potencia de la labor}$$

La fórmula anterior está determinada para un tractor de 73 kW, que es el que posee el promotor.

El consumo total se calcula multiplicando la potencia nominal demandada por la labor por el número de horas necesario para realizarla y por el consumo específico horario del tractor. El resultado de esta operación se puede ver en la Tabla 29.

Tabla 29. Consumo de carburante

Labor	h/ha	Potencia (kW)	Consumo de gasoil (L/ha)
Pase de cultivador (pases cruzados)	0,63	65	54,9
Tratamientos herbicidas	0,67	30	26,9
Tratamientos fitosanitarios	0,67	30	26,9
Triturado-desbrozado	1,11	67	98,8

2.1.4. Consumo de lubricantes

Se entiende como lubricantes todo tipo de aceites utilizados en los motores y partes móviles del tractor. La norma ASAE D497.2 estima el consumo de aceite mediante la siguiente expresión:

$$\text{Consumo de aceite} = 0,00059 \cdot \text{Potencia (Kw)} + 0,02169$$

Se estima la potencia empleada en cada labor, al igual que en el cálculo del consumo de carburante, con lo que se obtiene la Tabla 26.

Tabla 30. Consumo de lubricantes

Labor	Potencia (kW)	Consumo de lubricantes (L/h)
Pase de cultivador (pases cruzados)	65	0,060
Tratamientos herbicidas	30	0,039
Tratamientos fitosanitarios	30	0,039
Triturado-desbrozado	67	0,061

2.2. Coste horario de utilización de la maquinaria

2.2.1. Costes de las labores alquiladas

Estercolado preplantación

El precio del estiércol, puesto en finca, es de 18 €/t, por lo que si se van a aplicar 115 t/ha, la enmienda orgánica supondrá un coste de 2070 €/ha.

En este coste se incluye todos los costes derivados del uso de la maquinaria, el estiércol y la mano de obra.

Desfonde

La labor de desfonde se va a contratar a una empresa de servicios, que aporta el tractor, el arado y la mano de obra. El coste de la operación asciende a 250 €/ha.

Plantación

La plantación incluye la operación de apertura del surco, colocación de los plantones y cierre del surco mediante máquina plantadora. La labor de plantación se va a contratar a una empresa de servicios especializada, que tiene establecido un precio de la labor de 0,66 € por plantón.

Recolección

La labor de recolección se va a contratar a una empresa de servicios que aportará la vendimiadora, mano de obra y gastos de mantenimiento de la maquinaria. El coste de la operación asciende a un total de 275 €/ha.

2.2.2. Costes de la maquinaria adquirida

En la Tabla 27 se muestra el cálculo de costes de la maquinaria propia y adquirida. Se considera un precio del gasóleo agrícola bonificado (Gasóleo B) de 0,6 €/L y del lubricante clase 10W40 de 2,29 €/L incluyendo IVA.

Tabla 31. Costes de la maquinaria propia y adquirida

	Máquina	Ud	Abo	Cult	Pulv	Ato	Tri	Remo
	Coste horario	€/h	45,07	76,20	35,10	36,70	74,20	30,26
	Coste total	€/año	940,37	6421,18	4020,27	7225,60	8900	3381,00
Costes variables	Mano de obra	€/h	8	8	8	8	8	8
	Lubricantes	€/h	0,80	0,14	0,09	0,09	0,14	0,80
	Combustibles	€/h	12	60	26	26	90	12
	Reparaciones	€/h	5	1	2	2	3	2
Costes fijos	Seguros	€/año	30	70	30	100	100	70
	Alojamiento	€/año	14	35	20	50	40	50
	Intereses	€/año	50	106	75	170	160	130
	Amortización	€/año	130	410	190	740	540	410
Datos de partida	Horas de trabajo	h/año	20	84	115	196	119	121
	Vida útil	años	15	15	15	10	15	15
	Valor residual	€	900	1000	1200	2500	2000	2500
	Precio de adquisición	€	3000	5000	4000	10000	10000	9000

Leyenda:

Abo= Abonadora

Cult = Cultivador

Pulv= Pulverizador

Ato= Atomizador

Tri = Trituradora-desbrozadora

Remo= Remolque

2.3. Mano de obra

2.3.1. Introducción

La mano de obra es fundamental para poder llevar a cabo las diferentes labores dentro de la plantación. Como consecuencia del incremento de la mecanización del cultivo, las necesidades de mano de obra han disminuido, con lo que se reduce una parte importante de los gastos.

Las necesidades de mano de obra son mayores en épocas concretas del año, fundamentalmente en la poda y en la recolección. Durante el resto del año la plantación puede ser conducida perfectamente por una persona.

2.3.2. Mano de obra fija-especialista

El promotor va a ser el único empleado fijo de la explotación, por lo que será el encargado de realizar todas y cada una de las labores de campo que sean necesarias, además de contratar la mano de obra eventual, cuando esta se precise en determinadas circunstancias. Manejará la maquinaria para la realización de las distantes labores y se encargará de todo lo relacionado con el riego y la fertirrigación, realizando la programación del mismo, y calculando la dosis oportuna en cada momento. Así mismo, establecerá las fechas oportunas para la aplicación de los productos fitosanitarios, y elegirá el momento óptimo para llevar a cabo la recolección.

2.3.3. Mano de obra eventual

La mano de obra eventual es el personal contratado en determinadas épocas del año para llevar a cabo labores que requieran unas mayores necesidades de mano de obra. Existen dos categorías:

Peón especializado: se trata de mano de obra contratada para unas labores específicas, requiriendo una cierta experiencia o conocimiento de las labores a realizar. Los peones especializados que será necesario contratar son tractoristas y podadores.

Peón no especializado: se empleará para realizar labores de carácter general dentro de la plantación. No requiere ningún tipo de cualificación especial. Se encarga de la cara y descarga de caminos, ayuda en la plantación de los árboles, limpieza de las ramas podadas y ayuda en la recolección.

2.4. Cuadros del proceso productivo

2.4.1. Definición de las necesidades

A continuación se muestran los cuadros de definición de las necesidades para cada uno de los años de explotación del cultivo. Cada cuadro incluye las actividades que se han de realizar cada año, el intervalo de tiempo disponible para realizarlas y las necesidades de materias primas para cada actividad.

Tabla 32. Definición de las necesidades del año 1

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (46,3 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
1	Enmienda orgánica	03/08/2020	10/08/2020	7	Estiércol bien hecho	Estiércol de ovino	t/ha	60	2778
2	Desfonde	11/08/2020	19/08/2020	8	profundidad mínima de 80 cm				
3	Pases de cultivador	01/12/2020	15/12/2020	15	2 pases cruzados de cultivador				
4	Replanteo y marcado	01/01/2021	15/12/2021	15	Replanteo y marcado de las líneas de cultivo, jalonamiento cada 30 m dentro de las líneas				
5	Recepción y preparación de la planta	23/01/2021	31/01/2021	8	Revisión de plántones y almacenamiento	Plantones Vialfas - Rootpac 40	Unidad	6700	6700
						Plantones Penta - Rootpac 40	Unidad	9440	9440

Tabla 32(cont). Definición de las necesidades del año 1

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (46,3 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
6	Plantación	01/02/2021	15/02/2021	15	Recorte de raíces y plantación mediante arado asurcador, distancia entre plantas de 5 m				
7	Instalación sistema de riego	16/01/2021	31/01/2021		Extensión de los ramales portagoteros, enrollados en las cabeceras de las líneas antes de la plantación				
8	Riego de plantación	15/02/2021	15/02/2021	1	Realización del riego de plantación,	Agua	m3/ha	1,47	68
9	Revisión general	16/02/2021	22/02/2021	6	Comprobar el estado de los plantones, colocar aquellos torcidos				
10	Poda de plantación	20/02/2021	28/02/2021	8	Rebajar los árboles a una altura de 1,10 m				
11	Tratamiento acaricida	15/03/2021	31/03/2021	15	Tratamiento acaricida con aceite de parafina	Aceite de parafina 83 %	L/ha	1	46,3
12	Tratamiento fungicida	15/03/2019	31/03/2021	15	Tratamiento contra cribado, lepra, fusicocum y roya	Metil-Tiofanato 50 %	L/ha	1	46,3

Tabla 32(cont). Definición de las necesidades del año 1

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (46,3 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coficiente técnico	
13	Colocación de protectores de troncos	29/03/2021	08/04/2021	8	Colocación de los protectores de troncos de polietileno	Protectores de troncos	Unidad	18520	18520
14	Entutorado	29/03/2021	08/04/2021	8	Colocación de los tutores y atado de los árboles	Tutores	Unidad	18520	18520
15	Riegos mes de abril	01/04/2021	30/04/2021	30	Riego diario de 5,30 L/árbol·día	Agua	m3/ha	5,41	250,97
16	Tratamiento insecticida	10/04/2021	20/04/2021	11	Tratamiento insecticida contra pulgones, anarsia, carpocapsa y orugas minadoras	Lambda Cihalotrin 1,5 %	L/ha	1,3	60,19
17	Tratamiento insecticida	10/04/2021	15/04/2021	6	Tratamiento insecticida contra barrenillo, tigre y mosquito tigre	Tau-Fluvalinato	L/ha	0,30	13,9
18	Tratamiento fungicida	10/04/2021	20/04/2021	11	Tratamiento contra moniliosis y oidio	Tebuconazol 25 %	kg/ha	0,50	23,1
19	Tratamiento insecticida	27/04/2021	31/04/2021	5	Tratamiento insecticida contra pulgones y orugas	Acetamiprid 20 %	kg/ha	0,25	11,58
20	Poda en verde	1/05/2021	31/05/2021	31	Elegir las 3 ramas principales, pinzar las demás				
21	Riegos mes de mayo	1/05/2021	31/05/2021	31	Riego diario de 8,6 L/árbol·día	Agua	m3/ha	8,7	402,8

Tabla 32(cont). Definición de las necesidades del año 1

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (46,3 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
22	Tratamiento insecticida	1/05/2021	31/05/2021	31	Tratamiento contra gusano cabezudo y pulgones	Imidacloprid 20 %	L/ha	0,5	23,1
23	Herbicida	1/05/2021	22/05/2021	7	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	185,2
24	Reposición de marras	15/05/2021	7/06/2021	23	Sustitución de los árboles no prendidos	Plantones Vialfas - Rootpac 40	Unidad	160	160
						Plantones Penta - Rootpac 40	Unidad	160	160
25	Siega	1/06/2021	7/06/2021	7	Siega de la cubierta vegetal				
26	Riegos mes de junio	1/06/2021	30/06/2021	30	Riego diario de 10.5 L/árbol-día	Agua	m3/ha	10,6	490,8
27	Herbicida	15/06/2021	22/06/2021	7	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	185,2
28	Riegos mes de julio	1/07/2021	31/07/2021	31	Riego diario de 11,5 L/árbol-día	Agua	m3/ha	11,6	537,1
29	Tratamiento insecticida	1/07/2021	14/07/2021	14	Tratamiento insecticida contra orugeta y pulgones	Deltametrin 10 %	L/ha	0.9	41,7
30	Tratamiento fungicida	1/07/2021	14/07/2021	14	Tratamiento fungicida contra chancro y mancha ocre	Mancozeb 75 %	kg/ha	2	92,6

Tabla 32(cont). Definición de las necesidades del año 1

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (46,3ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coficiente técnico	
31	Riegos mes de agosto	1/08/2021	31/08/2021	31	Riego diario de 10,6 L/árbol-día	Agua	m3/ha	10,7	490,8
32	Riegos mes de septiembre	1/09/2021	30/09/2021	30	Riego diario de 6,9 L/árbol-día	Agua	m3/ha	7,0	324,1
33	Siega	15/09/2021	22/09/2021	7	Siega de la cubierta vegetal				
34	Herbicida	22/09/2021	30/09/2021	9	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	185,2
35	Tratamiento fungicida	15/11/2021	30/11/2021	16	Tratamiento fungicida a caída de hojas	Oxicloruro de cobre	kg/ha	0,4	18,5
36	Poda de invierno	1/02/2021	28/02/2021	28	Eliminar todas las ramas excepto las 3 principales				

Tabla 33. Definición de las necesidades del año 2

Especificaciones técnicas						Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (46,3 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
1	Siega	1/03/2022	7/03/2022	7	Siega de la cubierta vegetal				
2	Herbicida	7/03/2022	15/03/2022	9	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	185,2
3	Tratamiento acaricida	1/03/2022	31/03/2022	31	Tratamiento acaricida con aceite de parafina	Aceite de parafina 83 %	L/ha	1	46,3
4	Tratamiento fungicida	1/03/2022	31/03/2022	31	Tratamiento contra cribado, lepra, fusicocum y roya	Metil-Tiofanato 50 %	kg/ha	1	46,3
5	Riegos mes de abril	1/04/2022	30/04/2022	30	Riego diario de 7,9 L/árbol-día	Agua	m3/ha	7,9	365,8
6	Tratamiento insecticida	4/04/2022	20/04/2022	11	Tratamiento insecticida contra pulgones, anarsia, carpocapsa y orugas minadoras	Lambda Cihalotrin 1,5 %	L/ha	1,3	60,19
7	Tratamiento insecticida	10/04/2022	15/04/2022	6	Tratamiento insecticida contra barrenillo, tigre y mosquito tigre	Tau-Fluvalinato	L/ha	0,30	13,9
8	Tratamiento fungicida	10/04/2022	20/04/2022	11	Tratamiento contra moniliosis y oidio	Tebuconazol 25 %	kg/ha	0,50	23,1
9	Tratamiento insecticida	27/04/2022	31/04/2022	5	Tratamiento insecticida contra pulgones y orugas	Acetamiprid 20 %	kg/ha	0,25	11,58

Tabla 33(cont). Definición de las necesidades del año 2

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (46,3 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
10	Poda en verde	1/05/2022	31/05/2022	31	Eliminar brotes mal posicionados, despuntar los que midan más de 50 cm				
11	Riegos mes de mayo	1/05/2022	31/05/2022	31	Riego diario de 12,9 L/árbol-día	Agua	m3/ha	13	601,9
12	Tratamiento insecticida	1/05/2022	31/05/2022	31	Tratamiento contra gusano cabezudo y pulgones	Imidacloprid 20 %	L/ha	0,5	23,1
13	Herbicida	1/05/2022	31/05/2022	7	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	185,2
14	Siega	1/06/2022	7/06/2021	7	Siega de la cubierta vegetal				
15	Riegos mes de junio	1/06/2022	31/06/2022	30	Riego diario de 15,7 L/árbol-día	Agua	m3/ha	15,8	731,5
16	Herbicida	15/06/2022	22/06/2022	7	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	185,2
17	Riegos mes de julio	1/07/2022	31/07/2021	31	Riego diario de 17,2 L/árbol-día	Agua	m3/ha	17,3	801
18	Tratamiento insecticida	1/07/2022	14/07/2022	14	Tratamiento insecticida contra orugueta y pulgones	Deltametrin 10 %	L/ha	0.9	41,7

Tabla 33(cont). Definición de las necesidades del año 2

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (46,3ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coficiente técnico	
19	Tratamiento fungicida	1/07/2022	14/07/2022	14	Tratamiento fungicida contra chancro y mancha ocre	Mancozeb 75 %	kg/ha	2	92,6
20	Riegos mes de agosto	1/08/2022	31/08/2022	31	Riego diario de 15,9L/árbol-día	Agua	m3/ha	16	740,8
21	Riegos mes de septiembre	1/09/2022	30/09/2022	30	Riego diario de 10,4 L/árbol-día	Agua	m3/ha	10,5	486,1
22	Siega	15/09/2022	22/09/2022	7	Siega de la cubierta vegetal				
23	Herbicida	22/09/2022	30/09/2022	9	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	185,2
24	Tratamiento fungicida	15/11/2022	30/11/2022	16	Tratamiento fungicida a caída de hojas	Oxicloruro de cobre	kg/ha	0,4	18,5
25	Poda de invierno	1-feb	28-feb	28	Formar el segundo piso. Dejar 2 ramas secundarias				

Tabla 34. Definición de las necesidades del año 3

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (46,3ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coficiente técnico	
1	Siega	1/03/2023	7/03/2023	7	Siega de la cubierta vegetal				
2	Herbicida	7/03/2023	15/03/2023	9	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	185,2
3	Tratamiento acaricida	1/03/2023	31/03/2023	31	Tratamiento acaricida con aceite de parafina	Aceite de parafina 83 %	L/ha	1,00	46,3
4	Tratamiento fungicida	1/03/2023	31/03/2023	31	Tratamiento contra cribado, lepra, fusicocum y roya	Metil-Tiofanato50%	kg/ha	1,00	46,3
5	Riegos mes de abril	1/04/2023	30/04/2023	30	Riego diario de 7,9L/árbol·día	Agua	m3/ha	8,00	370,4
6	Tratamiento insecticida	10/04/2023	20/04/2023	11	Tratamiento insecticida contra pulgones, anarsia, carpocapsa y orugas minadoras	Lambda Cihalotrin 1,5 %	L/ha	1,3	60,19
7	Tratamiento insecticida	10/04/2023	15/04/2023	6	Tratamiento insecticida contra barrenillo, tigre y mosquito tigre	Tau-Fluvalinato	L/ha	0,30	13,9
8	Tratamiento fungicida	10-abr	20/04/2023	11	Tratamiento contra moniliosis y oidio	Tebuconazol 25 %	kg/ha	0,50	23,1
9	Tratamiento insecticida	27-abr	10/04/2023	5	Tratamiento insecticida contra pulgones y orugas	Acetamiprid 20 %	kg/ha	0,25	11,58

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (46,3 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
10	Poda en verde	1/05/2023	31/05/2023	31	Eliminar brotes mal posicionados, despuntar los que midan más de 50 cm				
11	Riegos mes de mayo	1/05/2023	31/05/2023	31	Riego diario de 17,2L/árbol-día	Agua	m3/ha	17,3	801
12	Tratamiento insecticida	1/05/2023	31/05/2023	31	Tratamiento contra gusano cabezudo y pulgones	Imidacloprid 20 %	L/ha	0,5	23,1
13	Herbicida	15/05/2023	22/05/2023	7	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	185,2
14	Siega	1/06/2023	7/05/2023	7	Siega de la cubierta vegetal				
15	Riegos mes de junio	1/06/2023	30/06/2023	30	Riego diario de 21 L/árbol-día	Agua	m3/ha	21,1	972,3
16	Herbicida	15/06/2023	22/06/2023	7	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	185,2
17	Riegos mes de julio	1/07/2023	31/07/2023	31	Riego diario de 23 L/árbol-día	Agua	m3/ha	23,1	1069,5
18	Tratamiento insecticida	1/07/2023	14/07/2023	14	Tratamiento insecticida contra oruqueta y pulgones	Deltametrin 10 %	L/ha	0.9	41,7

Tabla 34(cont) Definición de las necesidades del año 3

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (46,3ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coficiente técnico	
19	Tratamiento fungicida	1/07/2023	14/07/2023	14	Tratamiento fungicida contra chancro y mancha ocre	Mancozeb 75 %	kg/ha	2	92,6
20	Riegos mes de agosto	1/08/2023	31/08/2023	31	Riego diario de 21,3L/árbol·día	Agua	m3/ha	21,4	990,8
21	Riegos mes de septiembre	1/09/2023	30/09/2023	30	Riego diario de 13,9 L/árbol·día	Agua	m3/ha	14	643,6
22	Siega	1/09/2023	22/09/2023	7	Siega de la cubierta vegetal				
23	Herbicida	22/09/2023	30/09/2023	9	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	185,2
24	Tratamiento fungicida	15/11/2023	30/11/2023	16	Tratamiento fungicida a caída de hojas	Oxicloruro de cobre	kg/ha	0,4	18,5
25	Poda de invierno	1-feb	28-feb	28	Formar el tercer piso. Dejar 2 ramas terciarias				

Tabla 35. Definición de las necesidades del año 4

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (46,3 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
1	Siega	1-mar	7-mar	7	Siega de la cubierta vegetal				
2	Herbicida	7-mar	15-mar	9	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	185,2
3	Tratamiento acaricida	1-mar	31-mar	31	Tratamiento acaricida con aceite de parafina	Aceite de parafina 83 %	L/ha	1,00	46,30
4	Tratamiento fungicida	1-mar	31-mar	31	Tratamiento contra cribado, lepra, fusicocum y roya	Metil-Tiofanato50%	kg/ha	1,00	46,30
5	Riegos mes de abril	1-abr	30-abr	30	Riego diario de 13,3 L/árbol-día	Agua	m3/ha	13,4	620,4
6	Fertilización mes de abril	1-abr	30-abr	30	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	48,1	2227
						P-52	kg/ha	15	694,5
						K-32	kg/ha	57,8	2676,1
7	Tratamiento insecticida	10-abr	20-abr	11	Tratamiento insecticida contra pulgones, anarsia, carpocapsa y orugas minadoras	Lambda Cihalotrin 1,5 %	L/ha	1,3	60,19
8	Tratamiento insecticida	10-abr	15-abr	6	Tratamiento insecticida contra barrenillo, tigre y mosquito tigre	Tau-Fluvalinato	L/ha	0,30	13,9
9	Tratamiento fungicida	10-abr	20-abr	11	Tratamiento contra moniliosis y oidio	Tebuconazol 25 %	kg/ha	0,50	23,1

Tabla 35 (Cont). Definición de las necesidades del año 4

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (46,3ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
10	Tratamiento insecticida	27-abr	31-04	5	Tratamiento insecticida contra pulgones y orugas	Acetamiprid 20 %	kg/ha	0,25	11,58
11	Poda en verde	1/05/2024	31/05/2024	31	Eliminar brotes mal posicionados, despuntar los que midan más de 50 cm				
12	Riegos mes de mayo	1/05/2024	31/05/2024	31	Riego diario de 21,5L/árbol-día	Agua	m3/ha	21,6	1000,1
13	Fertilización mes de mayo	1/05/2024	31/05/2024	31	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	53,7	2486,3
						P-52	kg/ha	2	92,6
						K-32	kg/ha	33,1	1532,5
14	Tratamiento insecticida	1/05/2024	31/05/2024	31	Tratamiento contra gusano cabezudo y pulgones	Imidacloprid 20 %	L/ha	0,5	23,1
15	Herbicida	15/05/2024	22/05/2024	7	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	185,2
16	Siega	1/06/2024	7/06/2024	7	Siega de la cubierta vegetal				
17	Riegos mes de junio	1/06/2024	30/06/2024	30	Riego diario de 26,2L/árbol-día	Agua	m3/ha	26,3	1217,7
18	Fertilización mes de junio	1/06/2024	30/06/2024	30	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	53,7	2486,3
						P-52	kg/ha	2	92,6
						K-32	kg/ha	33,1	1532,5

Tabla 35 (Cont). Definición de las necesidades del año 4

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (46,3 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coficiente técnico	
19	Herbicida	15-jun	22/06/2024	7	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	185,2
20	Riegos mes de julio	1-jul	31/07/2024	31	Riego diario de 28,7L/árbol-día	Agua	m3/ha	28,8	1333,4
21	Fertilización mes de julio	1-jul	31/07/2024	31	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	24,1	1115,8
						P-52	kg/ha	6,3	291,7
						K-32	kg/ha	13,7	634,3
22	Tratamiento insecticida	1-jul	14/07/2024	14	Tratamiento insecticida contra orugeta y pulgones	Deltametrin 10 %	L/ha	0,9	41,7
23	Tratamiento fungicida	1-jul	14/07/2024	14	Tratamiento fungicida contra chancro y mancha ocre	Mancozeb 75 %	kg/ha	2	92,6
24	Riegos mes de agosto	1-ago	31/08/2024	31	Riego diario de 26,6L/árbol-día	Agua	m3/ha	26,7	1236,2
25	Fertilización mes de agosto	1-ago	31/08/2024	31	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	24,1	1115,8
						P-52	kg/ha	6,3	291,7
						K-32	kg/ha	13,7	634,3
26	Riegos mes de septiembre	1-sept	30-sept	30	Riego diario de 17,3 L/árbol-día	Agua	m3/ha	17,4	805,6
27	Fertilización mes de septiembre	1-sept	30-sept	30	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	24,1	1115,8
						P-52	kg/ha	6,3	291,7
						K-32	kg/ha	13,7	634,3

Tabla 35 (Cont). Definición de las necesidades del año 4

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (46,3 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
28	Siega	15-sept	22-sept	7	Siega de la cubierta vegetal				
29	Herbicida	22-sept	30-sept	9	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	185,2
30	Cosecha	1-oct	7-oct	7	Cosecha de variedad Vialfas				
		8-oct	14-oct	7	Cosecha de variedad Penta				
31	Tratamiento fungicida	15/11/2024	30/11/2023	16	Tratamiento fungicida a caída de hojas	Oxicloruro de cobre	kg/ha	0,4	18,5
32	Poda de invierno	1-feb	28-feb	28	Formar el último piso. Eliminar ramos mal posicionados				

Tabla 36. Definición de las necesidades del año 5

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (46,3 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
1	Siega	1-mar	7-mar	7	Siega de la cubierta vegetal				
2	Herbicida	7-mar	15-mar	9	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	185,2
3	Tratamiento acaricida	1-mar	31-mar	31	Tratamiento acaricida con aceite de parafina	Aceite de parafina 83 %	L/ha	1,00	46,3
4	Tratamiento fungicida	1-mar	31-mar	31	Tratamiento contra cribado, lepra, fusicocum y roya	Metil-Tiofanato50%	kg/ha	1,00	46,3
5	Riegos mes de abril	1-abr	30-abr	30	Riego diario de 15,9L/árbol-día	Agua	m3/ha	16	736,2
6	Fertilización mes de abril	1-abr	30-abr	30	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	73,7	3412,3
						P-52	kg/ha	17,8	824,1
						K-32	kg/ha	84	3889,2
7	Tratamiento insecticida	10-abr	20-abr	11	Tratamiento insecticida contra pulgones, anarsia, carpocapsa y orugas minadoras	Lambda Cihalotrin 1,5 %	L/ha	1,3	60,2
8	Tratamiento insecticida	10-abr	15-abr	6	Tratamiento insecticida contra barrenillo, tigre y mosquito tigre	Tau-Fluvalinato	L/ha	0,30	13,9
9	Tratamiento fungicida	10-abr	20-abr	11	Tratamiento contra moniliosis y oidio	Tebuconazol 25 %	kg/ha	0,50	23,1

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (46,3 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
10	Tratamiento insecticida	27-abr	31-04	5	Tratamiento insecticida contra pulgones y orugas	Acetamiprid 20 %	kg/ha	0,25	11,6
11	Poda en verde	1-may	31-may	31	Eliminar brotes mal posicionados, despuntar los que midan más de 50 cm				
12	Riegos mes de mayo	1-may	31-may	31	Riego diario de 25,8L/árbol-día	Agua	m3/ha	25,9	1199,2
13	Fertilización mes de mayo	1-may	31-may	31	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	92,2	4269,9
						P-52	kg/ha	2,1	97,2
						K-32	kg/ha	48,1	2227
14	Tratamiento insecticida	1-may	31-may	31	Tratamiento contra gusano cabezudo y pulgones	Imidacloprid 20 %	L/ha	0,5	23,1
15	Herbicida	15-may	22-may	7	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	185,2
16	Siega	1-jun	7-jun	7	Siega de la cubierta vegetal				
17	Riegos mes de junio	1-jun	30-jun	30	Riego diario de 31,5L/árbol-día	Agua	m3/ha	31,6	1463,1
18	Fertilización mes de junio	1-jun	30-jun	30	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	92,2	4269,9
						P-52	kg/ha	2,1	97,2
						K-32	kg/ha	48,1	2227

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (46,3 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
19	Herbicida	15-jun	22-jun	7	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	185,2
20	Riegos mes de julio	1-jul	31-jul	31	Riego diario de 34,5 L/árbol-día	Agua	m3/ha	34,6	1602
21	Fertilización mes de julio	1-jul	31-jul	31	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	36,9	1708,5
						P-52	kg/ha	7,5	347,2
						K-32	kg/ha	20	926
22	Tratamiento insecticida	1-jul	14-jul	14	Tratamiento insecticida contra orugeta y pulgones	Deltametrin 10 %	L/ha	0,9	41,7
23	Tratamiento fungicida	1-jul	14-jul	14	Tratamiento fungicida contra chancro y mancha ocre	Mancozeb 75 %	kg/ha	2	92,6
24	Riegos mes de agosto	1-ago	31-ago	31	Riego diario de 31,9 L/árbol-día	Agua	m3/ha	32	1481,6
25	Fertilización mes de agosto	1-ago	31-ago	31	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	36,9	1708,5
						P-52	kg/ha	7,5	347,2
						K-32	kg/ha	20	926
26	Riegos mes de septiembre	1-sept	30-sept	30	Riego diario de 20,8 L/árbol-día	Agua	m3/ha	20,9	963
27	Fertilización mes de septiembre	1-sept	30-sept	30	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	36,9	1708,5
						P-52	kg/ha	7,5	347,2
						K-32	kg/ha	20	926

Tabla 36(cont). Definición de las necesidades del año 5

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (46,3 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coficiente técnico	
28	Siega	15-sept	22-sept	7	Siega de la cubierta vegetal				
29	Herbicida	22-sept	30-sept	9	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	185,2
30	Cosecha	1-oct	7-oct	7	Cosecha de variedad Vialfas				
		8-oct	14-oct	7	Cosecha de variedad Penta				
31	Tratamiento fungicida	15/11/2024	30/11/2024	16	Tratamiento fungicida a caída de hojas	Oxicloruro de cobre	kg/ha	0,4	18,5

Tabla 37. Definición de las necesidades del año 6

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (46,3 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
1	Siega	1-mar	7-mar	7	Siega de la cubierta vegetal				
2	Herbicida	7-mar	15-mar	9	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	185,2
3	Tratamiento acaricida	1-mar	31-mar	31	Tratamiento acaricida con aceite de parafina	Aceite de parafina 83 %	L/ha	1,00	46,30
4	Tratamiento fungicida	1-mar	31-mar	31	Tratamiento contra cribado, lepra, fusicocum y roya	Metil-Tiofanato50%	kg/ha	1,00	46,3
5	Riegos mes de abril	1-abr	30-abr	30	Riego diario de 18,5L/árbol-día	Agua	m3/ha	18,6	861,2
6	Fertilización mes de abril	1-abr	30-abr	30	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	100	4630
						P-52	kg/ha	20,1	930,6
						K-32	kg/ha	109,4	5065,2
7	Tratamiento insecticida	10-abr	20-abr	11	Tratamiento insecticida contra pulgones, anarsia, carpocapsa y orugas minadoras	Lambda Cihalotrin 1,5 %	L/ha	1,3	60,2
8	Tratamiento insecticida	10-abr	15-abr	6	Tratamiento insecticida contra barrenillo, tigre y mosquito tigre	Tau-Fluvalinato	L/ha	0,30	13,9
9	Tratamiento fungicida	10-abr	20-abr	11	Tratamiento contra moniliosis y oidio	Tebuconazol 25 %	kg/ha	0,50	23,1

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (46,3ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
10	Tratamiento insecticida	27-abr	31-04	5	Tratamiento insecticida contra pulgones y orugas	Acetamiprid 20 %	kg/ha	0,25	11,6
11	Poda en verde	1-may	31-may	31	Eliminar brotes mal posicionados, despuntar los que midan más de 50 cm				
12	Riegos mes de mayo	1-may	31-may	31	Riego diario de 30,1L/árbol-día	Agua	m3/ha	30,2	1398,3
13	Fertilización mes de mayo	1-may	31-may	31	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	125	5787,5
						P-52	kg/ha	2,5	115,7
						K-32	kg/ha	62,5	2893,7
14	Tratamiento insecticida	1-may	31-may	31	Tratamiento contra gusano cabezudo y pulgones	Imidacloprid 20 %	L/ha	0,5	23,1
15	Herbicida	15-may	22-may	7	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	185,2
16	Siega	1-jun	7-jun	7	Siega de la cubierta vegetal				
17	Riegos mes de junio	1-jun	30-jun	30	Riego diario de 36,7 L/árbol-día	Agua	m3/ha	36,8	1703,8
18	Fertilización mes de junio	1-jun	30-jun	30	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	125	5787,5
						P-52	kg/ha	2,5	115,7
						K-32	kg/ha	62,5	2893,7

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (46,3 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
19	Herbicida	15-jun	22-jun	7	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	185,2
20	Riegos mes de julio	1-jul	31-jul	31	Riego diario de 40,3 L/árbol-día	Agua	m3/ha	40,4	1870,5
21	Fertilización mes de julio	1-jul	31-jul	31	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	50	2315
						P-52	kg/ha	8,4	388,9
						K-32	kg/ha	25,9	1199,1
22	Tratamiento insecticida	1-jul	14-jul	14	Tratamiento insecticida contra orugeta y pulgones	Deltametrin 10 %	L/ha	0,9	41,7
23	Tratamiento fungicida	1-jul	14-jul	14	Tratamiento fungicida contra chancro y mancha ocre	Mancozeb 75 %	kg/ha	2	92,6
24	Riegos mes de agosto	1-ago	31-ago	31	Riego diario de 37,2L/árbol-día	Agua	m3/ha	37,3	1727
25	Fertilización mes de agosto	1-ago	31-ago	31	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	50	2315
						P-52	kg/ha	8,4	388,9
						K-32	kg/ha	25,9	1199,1
26	Riegos mes de septiembre	1-sept	30-sept	30	Riego diario de 24,3 L/árbol-día	Agua	m3/ha	24,4	1129,7
27	Fertilización mes de septiembre	1-sept	30-sept	30	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	50	2315
						P-52	kg/ha	8,4	388,9
						K-32	kg/ha	25,9	1199,1

Tabla 37(cont). Definición de las necesidades del año 6

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (46,3 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
28	Siega	15-sept	22-sept	7	Siega de la cubierta vegetal				
29	Herbicida	22-sept	30-sept	9	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	185,2
30	Cosecha	1-oct	7-oct	7	Cosecha de variedad Mardía				
		8-oct	14-oct	7	Cosecha de variedad Penta				
31	Tratamiento fungicida	15/11/2025	30/11/2025	16	Tratamiento fungicida a caída de hojas	Oxicloruro de cobre	kg/ha	0,4	18,5
32	Poda de invierno	1-feb	28-feb	28	Eliminar ramos mal posicionados				

Tabla 38. Definición de las necesidades del año 7

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (46,3 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
1	Siega	1-mar	7-mar	7	Siega de la cubierta vegetal				
2	Herbicida	7-mar	15-mar	9	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	185,2
3	Tratamiento acaricida	1-mar	31-mar	31	Tratamiento acaricida con aceite de parafina	Aceite de parafina 83 %	L/ha	1,00	46,30
4	Tratamiento fungicida	1-mar	31-mar	31	Tratamiento contra cribado, lepra, fusicocum y roya	Metil-Tiofanato 50%	kg/ha	1,00	46,30
5	Riegos mes de abril	1-abr	30-abr	30	Riego diario de 21,2L/árbol-día	Agua	m ³ /ha	21,3	986,2
6	Fertilización mes de abril	1-abr	30-abr	30	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	125,6	5815,3
						P-52	kg/ha	23,4	1083,4
						K-32	kg/ha	134,4	6222,7
7	Tratamiento insecticida	10-abr	20-abr	11	Tratamiento insecticida contra pulgones, anarsia, carpocapsa y orugas minadoras	Lambda Cihalotrin 1,5 %	L/ha	1,3	60,2
8	Tratamiento insecticida	10-abr	15-abr	6	Tratamiento insecticida contra barrenillo, tigre y mosquito tigre	Tau-Fluvalinato	L/ha	0,30	13,9
9	Tratamiento fungicida	10-abr	20-abr	11	Tratamiento contra moniliosis y oidio	Tebuconazol 25 %	kg/ha	0,50	23,1

Tabla 38(cont) . Definición de las necesidades del año 7

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (46,3 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
10	Tratamiento insecticida	27-abr	31-04	5	Tratamiento insecticida contra pulgones y orugas	Acetamiprid 20 %	kg/ha	0,25	11,6
11	Poda en verde	1-may	31-may	31	Eliminar brotes mal posicionados, despuntar los que midan más de 50 cm				
12	Riegos mes de mayo	1-may	31-may	31	Riego diario de 34,4 L/árbol·día	Agua	m3/ha		
13	Fertilización mes de mayo	1-may	31-may	31	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	156,8	7259,8
						P-52	kg/ha	2,9	134,3
						K-32	kg/ha	76,9	3560,4
14	Tratamiento insecticida	1-may	31-may	31	Tratamiento contra gusano cabezudo y pulgones	Imidacloprid 20 %	L/ha	0,5	23,1
15	Herbicida	15-may	22-may	7	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	185,2
16	Siega	1-jun	7-jun	7	Siega de la cubierta vegetal				
17	Riegos mes de junio	1-jun	30-jun	30	Riego diario de 42 L/árbol·día	Agua	m3/ha	42,1	1949,2
18	Fertilización mes de junio	1-jun	30-jun	30	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	156,8	7259,8
						P-52	kg/ha	2,9	134,3
						K-32	kg/ha	76,9	3560,4

Tabla 38(cont) . Definición de las necesidades del año 7

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (46,3 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
19	Herbicida	15-jun	22-jun	7	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	185,2
20	Riegos mes de julio	1-jul	31-jul	31	Riego diario de 46 L/árbol-día	Agua	m3/ha	46,1	2123,4
21	Fertilización mes de julio	1-jul	31-jul	31	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	62,8	2907,6
						P-52	kg/ha	9,8	453,7
						K-32	kg/ha	32,2	1490,8
22	Tratamiento insecticida	1-jul	14-jul	14	Tratamiento insecticida contra orugeta y pulgones	Deltametrin 10 %	L/ha	0,9	41,7
23	Tratamiento fungicida	1-jul	14-jul	14	Tratamiento fungicida contra chancro y mancha ocre	Mancozeb 75 %	kg/ha	2	92,6
24	Riegos mes de agosto	1-ago	31-ago	31	Riego diario de 42,6L/árbol-día	Agua	m3/ha	42,7	1972,4
25	Fertilización mes de agosto	1-ago	31-ago	31	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	62,8	2907,6
						P-52	kg/ha	9,8	453,7
						K-32	kg/ha	32,2	1490,8
26	Riegos mes de septiembre	1-sept	30-sept	30	Riego diario de 27,8 L/árbol-día	Agua	m3/ha	27,9	1291,8
27	Fertilización mes de septiembre	1-sept	30-sept	30	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	62,8	2907,6
						P-52	kg/ha	9,8	453,7
						K-32	kg/ha	32,2	1490,8

Tabla 38(cont) . Definición de las necesidades del año 7

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (46,3ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
28	Siega	15-sept	22-sept	7	Siega de la cubierta vegetal				
29	Herbicida	22-sept	30-sept	9	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	185,2
30	Cosecha	1-oct	7-oct	7	Cosecha de variedad Mardía				
		8-oct	14-oct	7	Cosecha de variedad Penta				
31	Tratamiento fungicida	15/11/2026	30/11/2026	16	Tratamiento fungicida a caída de hojas	Oxicloruro de cobre	kg/ha	0,4	18,5

Tabla 39. Definición de las necesidades del año 8

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (46,3 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
1	Siega	1-mar	7-mar	7	Siega de la cubierta vegetal				
2	Herbicida	7-mar	15-mar	9	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	185,2
3	Tratamiento acaricida	1-mar	31-mar	31	Tratamiento acaricida con aceite de parafina	Aceite de parafina 83 %	L/ha	1,00	46,30
4	Tratamiento fungicida	1-mar	31-mar	31	Tratamiento contra cribado, lepra, fusicocum y roya	Metil-Tiofanato50%	kg/ha	1,00	46,30
5	Riegos mes de abril	1-abr	30-abr	30	Riego diario de 23,8L/árbol-día	Agua	m3/ha	23,9	1106,6
6	Fertilización mes de abril	1-abr	30-abr	30	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	141,9	6569,9
						P-52	kg/ha	25,1	1162,1
						K-32	kg/ha	150	6945
7	Tratamiento insecticida	10-abr	20-abr	11	Tratamiento insecticida contra pulgones, anarsia, carpocapsa y orugas minadoras	Lambda Cihalotrin 1,5 %	L/ha	1,3	60,2
8	Tratamiento insecticida	10-abr	15-abr	6	Tratamiento insecticida contra barrenillo, tigre y mosquito tigre	Tau-Fluvalinato	L/ha	0,30	13,9
9	Tratamiento fungicida	10-abr	20-abr	11	Tratamiento contra moniliosis y oidio	Tebuconazol 25 %	kg/ha	0,50	23,1

Tabla 39(cont). Definición de las necesidades del año 8

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (46,3 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
10	Tratamiento insecticida	27-abr	31-04	5	Tratamiento insecticida contra pulgones y orugas	Acetamiprid 20 %	kg/ha	0,25	11,6
11	Poda en verde	1-may	31-may	31	Eliminar brotes mal posicionados, despuntar los que midan más de 50 cm				
12	Riegos mes de mayo	1-may	31-may	31	Riego diario de 38,7 L/árbol-día	Agua	m3/ha	38,8	1688
13	Fertilización mes de mayo	1-may	31-may	31	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	177,5	8218,2
						P-52	kg/ha	3,1	143,5
						K-32	kg/ha	86,2	3991
14	Tratamiento insecticida	1-may	31-may	31	Tratamiento contra gusano cabezudo y pulgones	Imidacloprid 20 %	L/ha	0,5	23,1
15	Herbicida	15-may	22-may	7	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	185,2
16	Siega	1-jun	7-jun	7	Siega de la cubierta vegetal				
17	Riegos mes de junio	1-jun	30-jun	30	Riego diario de 47,3L/árbol-día	Agua	m3/ha	47,4	2066,6
18	Fertilización mes de junio	1-jun	30-jun	30	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	177,5	8218,2
						P-52	kg/ha	3,1	143,5
						K-32	kg/ha	86,2	3991

Tabla 39(cont). Definición de las necesidades del año 8

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (46,3ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
19	Herbicida	15-jun	22-jun	7	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	185,2
20	Riegos mes de julio	1-jul	31-jul	31	Riego diario de 51,8L/árbol·día	Agua	m3/ha	51,9	2262,8
21	Fertilización mes de julio	1-jul	31-jul	31	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	70,9	3282,7
						P-52	kg/ha	10,6	490,8
						K-32	kg/ha	35,9	1662
22	Tratamiento insecticida	1-jul	14-jul	14	Tratamiento insecticida contra orugeta y pulgones	Deltametrin 10 %	L/ha	0.9	41,7
23	Tratamiento fungicida	1-jul	14-jul	14	Tratamiento fungicida contra chancro y mancha ocre	Mancozeb 75 %	kg/ha	2	92,6
24	Riegos mes de agosto	1-ago	31-ago	31	Riego diario de 47,9L/árbol·día	Agua	m3/ha	48	2222,4
25	Fertilización mes de agosto	1-ago	31-ago	31	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	70,9	3282,7
						P-52	kg/ha	10,6	490,8
						K-32	kg/ha	35,9	1662
26	Riegos mes de septiembre	1-sept	30-sept	30	Riego diario de 31,2 L/árbol·día	Agua	m3/ha	31,3	1364,7
27	Fertilización mes de septiembre	1-sept	30-sept	30	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	70,9	3282,7
						P-52	kg/ha	10,6	490,8
						K-32	kg/ha	35,9	1662

Tabla 39(cont). Definición de las necesidades del año 8

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (46,3ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
28	Siega	15-sept	22-sept	7	Siega de la cubierta vegetal				
29	Herbicida	22-sept	30-sept	9	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	185,2
30	Cosecha	1-oct	7-oct	7	Cosecha de variedad Vialfas				
		8-oct	14-oct	7	Cosecha de variedad Penta				
31	Tratamiento fungicida	15/11/2027	30/11/2027	16	Tratamiento fungicida a caída de hojas	Oxicloruro de cobre	kg/ha	0,4	18,5
32	Poda de invierno	1-feb	28-feb	28	Eliminar ramos mal posicionados				

Tabla 40. Satisfacción de las necesidades del año 9 y siguientes

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (46,3 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coficiente técnico	
1	Siega	1-mar	7-mar	7	Siega de la cubierta vegetal				
2	Herbicida	7-mar	15-mar	9	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	185,2
3	Tratamiento acaricida	1-mar	31-mar	31	Tratamiento acaricida con aceite de parafina	Aceite de parafina 83 %	L/ha	1,00	46,30
4	Tratamiento fungicida	1-mar	31-mar	31	Tratamiento contra cribado, lepra, fusicocum y roya	Metil-Tiofanato50%	kg/ha	1,00	46,30
5	Riegos mes de abril	1-abr	30-abr	30	Riego diario de 26,5 L/árbol-día	Agua	m3/ha	26,6	1159,8
6	Fertilización mes de abril	1-abr	30-abr	30	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	150	6945
						P-52	kg/ha	26,1	1208,4
						K-32	kg/ha	158,7	7347,8
7	Tratamiento insecticida	10-abr	20-abr	11	Tratamiento insecticida contra pulgones, anarsia, carpocapsa y orugas minadoras	Lambda Cihalotrin 1,5 %	L/ha	1,3	60,2
8	Tratamiento insecticida	10-abr	15-abr	6	Tratamiento insecticida contra barrenillo, tigre y mosquito tigre	Tau-Fluvalinato	L/ha	0,30	13,9
9	Tratamiento fungicida	10-abr	20-abr	11	Tratamiento contra moniliosis y oidio	Tebuconazol 25 %	kg/ha	0,50	23,1

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (46,3ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
10	Tratamiento insecticida	27-abr	31-04	5	Tratamiento insecticida contra pulgones y orugas	Acetamiprid 20 %	kg/ha	0,25	11,6
11	Poda en verde	1-may	31-may	31	Eliminar brotes mal posicionados, despuntar los que midan más de 50 cm				
12	Riegos mes de mayo	1-may	31-may	31	Riego diario de 43 L/árbol-día	Agua	m3/ha	43,1	1879,2
13	Fertilización mes de mayo	1-may	31-may	31	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	187,5	8681,2
						P-52	kg/ha	3,3	152,8
						K-32	kg/ha	90,6	4194,8
14	Tratamiento insecticida	1-may	31-may	31	Tratamiento contra gusano cabezudo y pulgones	Imidacloprid 20 %	L/ha	0,5	23,1
15	Herbicida	15-may	22-may	7	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	185,2
16	Siega	1-jun	7-jun	7	Siega de la cubierta vegetal				
17	Riegos mes de junio	1-jun	30-jun	30	Riego diario de 52,5L/árbol-día	Agua	m3/ha	52,6	2293,4
18	Fertilización mes de junio	1-jun	30-jun	30	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	187,5	8681,2
						P-52	kg/ha	3,3	152,8
						K-32	kg/ha	90,6	4194,8

Tabla 40(cont). Satisfacción de las necesidades del año 9 y siguientes.

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (46,3 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
19	Herbicida	15-jun	22-jun	7	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	185,2
20	Riegos mes de julio	1-jul	31-jul	31	Riego diario de 57,5 L/árbol-día	Agua	m3/ha	57,6	2511,4
21	Fertilización mes de julio	1-jul	31-jul	31	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	75	3472,5
						P-52	kg/ha	10,9	504,7
						K-32	kg/ha	37,8	1750, 1
22	Tratamiento insecticida	1-jul	14-jul	14	Tratamiento insecticida contra orugeta y pulgones	Deltametrin 10 %	L/ha	0.9	41,7
23	Tratamiento fungicida	1-jul	14-jul	14	Tratamiento fungicida contra chancro y mancha ocre	Mancozeb 75 %	kg/ha	2	92,6
24	Riegos mes de agosto	1-ago	31-ago	31	Riego diario de 53,2 L/árbol-día	Agua	m3/ha	53,2	2319,5
25	Fertilización mes de agosto	1-ago	31-ago	31	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	75	3472,5
						P-52	kg/ha	10,9	504,7
						K-32	kg/ha	37,8	1750, 1
26	Riegos mes de septiembre	1-sept	30-sept	30	Riego diario de 34,7 L/árbol-día	Agua	m3/ha	34,8	1513
27	Fertilización mes de septiembre	1-sept	30-sept	30	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	75	3472,5
						P-52	kg/ha	10,9	504,7
						K-32	kg/ha	37,8	1750, 1

Tabla 40(cont). Satisfacción de las necesidades del año 9 y siguientes

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (46,3ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coeficiente técnico	
28	Siega	15-sept	22-sept	7	Siega de la cubierta vegetal				
29	Herbicida	22-sept	30-sept	9	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	185,2
30	Cosecha	1-oct	7-oct	7	Cosecha de variedad Vialfas				
		8-oct	14-oct	7	Cosecha de variedad Penta				
31	Tratamiento fungicida	15/11/2028	30/11/2028	16	Tratamiento fungicida a caída de hojas	Oxicloruro de cobre	kg/ha	0,4	18,5

ANEJO V: FICHA URBANÍSTICA

Proyecto de plantación de 46,39 ha de almendros en regadío en el término municipal Villalar de los Comuneros (Valladolid).

Anejo V: Ficha urbanística

TÍTULO DEL PROYECTO: Proyecto de plantación de 46,39 ha de almendros en regadío en el término municipal Villalar de los Comuneros (Valladolid).

MUNICIPIO: Villalar de los Comuneros (Valladolid).

EMPLAZAMIENTO: Polígono 13, parcelas 37 y 39.

PROMOTOR: Alfonso Gómez Nieto

AUTOR DEL PROYECTO: Alfonso Gómez Nieto

NORMATIVA URBANÍSTICA APLICABLE:

Decreto 22/2004, de 29 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Urbanismo de Castilla y León.

Normas urbanísticas Municipales de Villalar de los Comuneros Expte: 237/09, aprobadas por la Comisión Territorial de Urbanismo de Valladolid y publicado en el BOCYL del 8 de Agosto de 2012.

Modificación puntual Nº 1 de las Normas Urbanísticas Municipales referido a la altura máxima permitida en la ordenanza de suelo rústico común, acordadas el 25/06/2014 y publicadas publicado en el BOCYL del 08/05/2015.

En concreto se ha tenido en cuenta el título VII. Normativa para el suelo rústico.

Art 22. Concepto y categorías del suelo Rústico.

Art 23. Ordenanza de suelo rústico común (SRC).

CALIFICACIÓN DEL SUELO QUE SE VA A OCUPAR:

Clase: Rústico

Uso: Agrícola

Descripción	En planeamiento	En proyecto	Cumplimiento
Uso del suelo	Rústico	Rústico	Sí
Uso compatible	Rústico	Rústico	Sí
Coefficiente ocupación (%)	20 %	0,015%	Sí
Nº plantas sobre rasante	2	1	Sí
Altura máxima (cumbre)	7 m	3,5m	Sí
Pendiente máxima de la cubierta	30 °	20 °	Sí
Vuelo máximo	50 cm	20cm	Sí
Retranqueo	7 m	7 m	Sí

Proyecto de plantación de 46,39 ha de almendros en regadío en el término municipal Villalar de los Comuneros (Valladolid).

Anejo V: Ficha urbanística

El ingeniero autor del proyecto que suscribe, declara bajo su responsabilidad que las circunstancias que concurren y las Normativas Urbanísticas de aplicación en el proyecto, son las arriba indicadas.

En Palencia, Junio 2020

Fdo.: Alfonso Gómez Nieto

Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

ANEJO VI: ESTUDIO GEOTÉCNICO

Índice Anejo VI: Estudio geotécnico

1. GENERALIDADES	3
2. ANTECEDENTES.....	3
3. MARCO GEOLÓGICO	3
3.1. GEOLOGÍA DE LA ZONA	3
3.2. SISMICIDAD.....	3
4. RECONOCIMIENTO DEL TERRENO.....	4
5. PROSPECCIÓN	5
5.1.1. CALICATAS DE RECONOCIMIENTO	6
5.1.2. SONDEO MECÁNICO.....	7
5.1.3. ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR	7
5.2. ENSAYOS DE LABORATORIO	8
5.2.1. PROPIEDADES FÍSICAS.....	8
5.2.2. PROPIEDADES QUÍMICAS.....	9
6. CARGA ADMISIBLE	9
7. PARÁMETROS PARA LA CIMENTACIÓN	9
8. PROPUESTA DE CIMENTACIÓN	9
9. CONCLUSIONES	9
10. COMPROBACIONES A REALIZAR SOBRE EL TERRENO	10

Índice de tablas

TABLA 1. TIPO DE CONSTRUCCIÓN	4
TABLA 2. GRUPO DE TERRENO	5
TABLA 3. DISTANCIAS MÁXIMAS ENTRE PUNTOS DE RECONOCIMIENTO	5
TABLA 4. RESULTADOS DE LA CALICATA C-01	6
TABLA 5. RESULTADOS DE LA CALICATA C-02.....	6
TABLA 6. INTERPRETACIÓN DE LA COMPACIDAD DE LAS ARENAS.....	7
TABLA 7. RESULTADOS DEL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR.....	8
TABLA 8. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS	9

Índice de figuras

FIGURA 1. MAPA SÍSMICO DE LA NORMA SISMORRESISTENTE NCSE-02	4
---	---

1. Generalidades

El estudio geotécnico recoge información cuantificada sobre las características del terreno de apoyo de la edificación prevista y el entorno donde se ubica, necesaria para determinar la solución sobre el tipo de cimentación y su dimensionado.

El edificio previsto es una caseta de riego, que va a contener las bombas, el cabezal de riego y los depósitos para fertirrigación, de una sola planta

2. Antecedentes

El entorno de la parcela donde se va a situar la construcción comprende fincas rústicas y edificaciones agrícolas.

Se ha recabado información histórica de la parcela y de sus alrededores, con el fin de conocer sus usos previos y posibles problemas de inestabilidad. No se han puesto de manifiesto circunstancias adversas o problemáticas, tales como hornos, huertos, vertederos, obstáculos enterrados, rellenos antrópicos hundimientos, deslizamientos, etc.

3. Marco geológico

Las parcelas en las que se va a localizar el proyecto están ubicadas en la hoja 371 del Mapa Geológico de España.

El Cuaternario y formaciones superficiales constituyen un recubrimiento generalizado sobre el substrato mioceno. En la zona de la Cuenca del Duero donde se sitúa la finca objeto del proyecto, se entiende como formaciones superficiales aquellos materiales no coherentes que han sufrido o no una consolidación posterior, ligados directamente con la evolución del relieve observable actualmente y que tienen generalmente poco espesor (de unos decímetros a unas pocas decenas de metros). Nunca han sido recubiertas por gruesas acumulaciones de sedimentos, salvo en el caso de exhumaciones de antiguas formaciones superficiales.

3.1. Geología de la zona

Aunque en el subsuelo de Villalar se pueden encontrar rocas paleozoicas y mesozoicas, los materiales que aparecen en la superficie pertenecen a la era Cenozoica, y dentro de esta la mayor parte corresponden al Neógeno y al cuaternario.

3.2. Sismicidad

Los requerimientos para el diseño sísmico dados en la Norma Sismorresistente NCSR-02, y son de obligado cumplimiento en todas las obras del territorio nacional que ofrezcan valores de aceleración sísmica de cálculo superiores a 0,04g.

La peligrosidad sísmica del territorio español se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica, que se puede observar en la Figura 2. Este mapa suministra la aceleración sísmica básica (a_b) y el coeficiente de contribución (K) que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terrenos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto.



Figura 1. Mapa sísmico de la norma sismorresistente NCSE-02

La ubicación del proyecto se corresponde a una zona del territorio nacional en la que la aceleración sísmica es inferior a 0,04g, por lo que no es necesario el cumplimiento de la Norma Sismorresistente NCSE-02.

4. Reconocimiento del terreno

Para llevar a cabo la correcta programación del reconocimiento del terreno se siguen las indicaciones del CTE, Documento Básico SE-C Seguridad Estructural Cimientos, aplicando el tipo de construcción y de terreno de las tablas siguientes:

Tabla 1. Tipo de construcción

Tipo de construcción	Descripción
C-0	Construcciones de menos de 4 plantas y superficie construida inferior a 300 m ²
C-1	Otras construcciones de menos de 4 plantas
C-2	Construcciones entre 4 y 10 plantas
C-3	Construcciones entre 11 y 20 plantas
C-4	Conjuntos monumentales o singulares, o de más de 20 plantas

La edificación proyectada corresponde al tipo C-0 “Construcciones de menos de 4 plantas y superficie construida inferior a 300 m²”.

En cuanto al tipo de terreno, se toma en consideración la Tabla 2, que describe los diferentes tipos de terrenos según su variabilidad y dificultad para el establecimiento de cimentaciones sencillas.

Tabla 2. Grupo de terreno

Grupo terreno	Descripción
T-1	Terrenos favorables: Poca variabilidad. Es habitual la cimentación directa
T-2	Terrenos intermedios: Variabilidad. Varios tipos de cimientos
T-3	Terrenos desfavorables. Suelos expansivos, blandos, desniveles, marismas,..

El terreno del proyecto corresponde al T-1 “Terrenos favorables”. Son aquellos que presentan poca variabilidad, y en los que la práctica habitual en la zona es de cimentación directa mediante elementos aislados.

Con carácter general se investigan como mínimo tres puntos de reconocimiento, manteniendo las distancias mínimas y la profundidad recomendada, según lo establecido en la Tabla 3.

Tabla 3. Distancias máximas entre puntos de reconocimiento

Tipo de construcción	Grupo de terreno			
	T-1		T-2	
	d máx (m)	P (m)	D máx (m)	P (m)
C-0, C-1	35	6	30	18
C-2	30	12	25	25
C-3	25	14	20	30
C-4	20	16	17	35

El proyecto requiere la prospección de, al menos, tres puntos, con distancia máxima de separación de 35 m. La profundidad de los puntos de reconocimiento debe alcanzar una cota en el terreno por debajo de la cual no se van a desarrollar asientos significativos bajo las cargas transmitidas por la edificación.

Como regla general la profundidad de reconocimiento debe alcanzar una profundidad de al menos 2 m, más 0,3 m adicionales por cada planta prevista.

5. Prospección

La prospección del terreno puede realizarse mediante calicatas, sondeos mecánicos, pruebas de penetración o métodos geofísicos. En los tipos de construcción C-0 y grupo de terreno T-1, las pruebas de penetración deben complementarse siempre con calicatas u otras técnicas de reconocimiento.

5.1.1. Calicatas de reconocimiento

Se han realizado dos calicatas de reconocimiento del terreno mediante una máquina retroexcavadora provista de un brazo articulado y un cazo de excavación.

Tabla 4. Resultados de la calicata C-01

Cota inicial (m)	Cota final (m)	Descripción	Porcentaje de gruesos (%)	Porcentaje de finos (%)	Tipo de suelo
0,00	0,40	Suelo vegetal de color oscuro	7,9	92,1	Suelo vegetal
0,40	1	Mezcla de arenas y arcillas, de color marrón con tonalidades grises	20,3	79,7	Arenas con arcillas
1	2	Gravas, arenas y arcillas, de coloraciones marrones y grises	22,5	77,5	Arenas con gravas y algo de arcillas

Tabla 5. Resultados de la calicata C-02

Cota inicial (m)	Cota final (m)	Descripción	Porcentaje de gruesos (%)	Porcentaje de finos (%)	Tipo de suelo
0,00	0,25	Suelo vegetal de color oscuro	8,1	91,9	Suelo vegetal
0,25	0,9	Mezcla de arenas y arcillas, de color marrón con tonalidades grises	19,3	81,7	Arenas con arcillas
0,9	2	Gravas, arenas y arcillas, de coloraciones marrones y grises	23,5	76,5	Arenas con gravas y algo de arcillas

5.1.2. Sondeo mecánico

Se ha realizado un sondeo mecánico a rotación mediante batería simple y extracción de testigo continuo para toma de muestras y ensayos de laboratorio. La profundidad alcanzada con el sondeo ha sido de 9 m. A distintas profundidades se han extraído testigos de muestra del suelo y de agua.

Se ha detectado que el nivel freático se sitúa entre los 6 y los 7 m de profundidad

5.1.3. Ensayo de penetración estándar

Se realizan ensayos de penetración estándar (SPT) para determinar la resistencia. Consiste en contar el número de golpes (NSPT) necesarios para hincar 30 centímetros de un cilindro hueco de dimensiones normalizadas mediante el golpeo con una maza de 63,50 kilogramos cayendo desde una altura de 76 centímetros.

Con este ensayo se determinan la compacidad, la densidad relativa y el ángulo de rozamiento interno de suelos granulares. En suelos arcillosos es útil para determinar la resistencia de arcillas por encima del nivel freático.

El ensayo de penetración estándar se ha realizado empleando una máquina penetrómetro TECOINSA, modelo PDP-2000-P, provisto de una puntaza de 5 centímetros de diámetro, una maza de 63,5 kilogramos, altura de caída de 76 centímetros y sección de varillaje de 3,2 centímetros

Los resultados del ensayo se muestran en la tabla 7.

Tabla 6. Interpretación de la compacidad de las arenas

Número de golpes	Densidad relativa
0-4	Muy suelta
4-10	Suelta
10-30	Mediana
30-50	Densa
Mayor de 50	Muy densa

Tabla 7. Resultados del ensayo de penetración estándar

Profundidad	Índice N _{spt}	Clasificación
0,5	45	Densa
1,0	47	Densa
1,5	48	Densa
2,0	48	Densa
2,5	50	Densa
3,0	70	Muy densa
4,0	72	Muy densa
4,5	84	Muy densa
5,0	Rechazo	Muy densa
5,5	Rechazo	Muy densa
6,0	Rechazo	Muy densa
6,5	Rechazo	Muy densa
7,0	Rechazo	Muy densa

El ensayo de penetración estándar ha determinado un elevado grado de compacidad de las arenas

5.2. Ensayos de laboratorio

Para la realización de los ensayos de laboratorio se toman muestras de suelo, rocas y agua en calicatas y sondeos. Además se hace una descripción detallada de los aspectos que no son objeto de los ensayos, como el color, la litología o la presencia de materiales artificiales o escombros. Una vez descritas se procede a su protección para el envío al laboratorio donde se realizan los ensayos correspondientes.

En función de los ensayos que se deben realizar se clasifican las muestras en tres categorías (A, B y C), en función de si mantienen o no inalteradas sus propiedades físicas:

Categoría A. Mantienen su estructura, densidad, humedad, granulometría, plasticidad y componentes químicos estables.

Categoría B. Mantienen inalteradas su humedad, granulometría, plasticidad y componentes químicos estables.

Categoría C. Aquellas muestras que no cumplen con las especificaciones de la Categoría B.

El número de determinaciones que se deben realizar para realizar la correcta investigación de una unidad geotécnica debe ser suficiente para conseguir fiabilidad en los resultados

Sobre las muestras obtenidas en las dos calicatas y en el sondeo se han efectuado los correspondientes ensayos de laboratorio para conocer las propiedades físicas y químicas del suelo.

5.2.1. Propiedades físicas

La densidad aparente aumenta a medida que descendemos metros de suelo y pero se sitúa entorno a valores 1,6 g/ cm³

5.2.2. Propiedades químicas

Se considera que el suelo no es agresivo.

6. Carga admisible

Teniendo en cuenta las limitaciones de carga por hundimiento y por asientos se obtiene la carga admisible final. Con carácter general, puede adoptarse para zapatas de dimensiones habituales (con lado menor de 1,00 m y 3,00 m) una carga admisible de 1,96 kp/cm².

7. Parámetros para la cimentación

Para el diseño de los elementos de cimentación y de contención se deben considerar los parámetros que se expresan en la Tabla 8.

Tabla 8. Parámetros geotécnicos

Parámetro	Valor
Profundidad	0 – 2 m
Densidad aparente	$\delta = 1,90 - 2,00 \text{ t/m}^3$
Densidad sumergida	$\delta = 1,10 - 1,12 \text{ t/m}^3$
Ángulo de rozamiento interno	$\Phi = 33^\circ - 38^\circ$
Cohesión	NC
Presión admisible	1,96 – 2,00 kp/cm ²
Asiento máximo admisible	2,5 mm
Asiento diferencial máximo	1,5 mm
Coefficiente de balasto	10 ⁴ t/m ³

8. Propuesta de cimentación

A la vista de los resultados de la información geotécnica, se propone como solución la cimentación mediante zapatas aisladas para soportes, y zapata corrida para muro de contención, a una cota entre 0,6 m y 1,0 m de profundidad, con una tensión admisible máxima de 1,96 kp/cm².

Si la cimentación se apoya a una cota inferior a 1,50 m, la tensión de cálculo puede elevarse a 2,20 kp/cm².

Si la edificación fuese de pequeñas dimensiones, se puede emplear una losa de cimentación de, al menos, 20 cm de grosor, con una tensión máxima de 1,96 kp/cm²

9. Conclusiones

Los materiales encontrados en la parcela tienen poca plasticidad y alta capacidad de carga, son de buena calidad para el apoyo de la cimentación prevista, mejoran al profundizar y no presentan elementos agresivos para los hormigones de cimentación, por lo que no son necesarios componentes aditivos ni hormigones especiales.

10. Comprobaciones a realizar sobre el terreno

Antes de proceder con la ejecución de la cimentación se debe realizar la confirmación del estudio geotécnico. Se debe comprobar visualmente, o mediante las pruebas que se juzguen oportunas, que el terreno de apoyo se corresponde con las previsiones del proyecto.

En Palencia, Diciembre 2019

Fdo.: Alfonso Gómez Nieto

Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Proyecto de plantación de 46,39 ha de almendros en regadío en el término municipal Villalar de los Comuneros (Valladolid).

Anejo VII: Gestión de los residuos de la construcción

ANEJO VII: GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN

Índice Anejo VII: Gestión de los residuos de la construcción

1. Objeto	3
2. Descripción de la obra	3
3. Agentes	3
4. Clasificación de los residuos a generar	3
5. Estimación de los residuos a generar	4
6. Medidas para la prevención de residuos	4
7. Gestión de residuos	5
7.1. Tierras	6
7.2. Residuos de nivel II	6
7.3. Envases de residuos peligrosos	7
8. Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición de la obra	7

Índice de tablas

Tabla 1. Tipos de residuos	4
Tabla 2. Cantidades de residuos a generar	4
Tabla 3. Características de las operaciones de gestión	6
Tabla 4. Cantidades máximas a partir de las cuales se exige separación	6

1. Objeto

El objeto del presente anexo es establecer la gestión de los residuos de construcción del proyecto que se desea implantar, con el fin de reducir, reutilizar, reciclar y valorar los residuos, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción. Las actuaciones mencionadas vienen reguladas por el Real Decreto 105/2008, (BOE nº 38, 13/02/2008), por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, y en la Orden MAM/304/2002, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos (BOE nº 43, 19/02/2002). A nivel autonómico, está regulado por Decreto 11/2014, de 20 de Marzo, por el que se aprueba el Plan Regional de Ámbito Sectorial denominado "Plan Integral de Residuos de Castilla y León.

2. Descripción de la obra

Se proyecta la construcción de una caseta de riego de 40 m² (8 x 5 m), con cerramiento formados por muros de carga de bloque de hormigón.

3. Agentes

Los agentes implicados en la gestión de los residuos son:

- **El promotor.**
- **Generador o productor de residuos:** titular de la licencia o del bien inmueble objeto de las obras.
- **Poseedor de los residuos:** quien ejecuta la obra y tiene el control físico de los residuos generados.
- **Técnico redactor** del estudio de gestión de residuos, el mismo que el proyectista.

4. Clasificación de los residuos a generar

Derivado del apartado Ingeniería de las Obras, los residuos que se obtendrán en la construcción de la caseta de riego y la instalación de riego proyectada será de los tipos RCDs de Nivel I y RCDs de Nivel II recogidos en la Lista Europea y traspuesta en la ORDEM MAM/304/2002.

- **RCDs de Nivel I:** Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación, de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de la excavación.

• **RCDs de Nivel II:** Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios.

RCDs de Nivel III: Residuos peligrosos generados durante la construcción, demolición o implantación de residuos.

Tabla 1. Tipos de residuos.

Residuos	Código	Descripción
RCDs Nivel I	17 05 04	Tierras y piedras sin sustancias peligrosas.
RCDs Nivel II	17 01 01	Hormigón
	17 04 05	Hierro y acero
	17 05 03	Plástico
	17 05 01	Madera
	20 01 01	Papel y cartón
RCDs Nivel III	15 01 10	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas

5. Estimación de los residuos a generar

La estimación según establece el Real Decreto 105/2008, es la siguiente:

Tabla 2. Cantidades de residuos a generar.

TIPO		Código	Peso(kg)	Densidad(kg/m ³)	Volumen(m ³)
RCDs Nivel I	Tierras y petreos	17 05 04	10200t	1500	6800
RCDs de Nivel II:	Hormigón	17 01 01	2500	2400	1,04
	Hierro y acero	17 04 05	520	3800	0,14
	Plástico	17 05 03	4800	1450	3,31
	Madera	17 05 01	400	1800	0,22
	Cartón	20 01 01	390	900	0,43
RCDs Nivel III	Envases	15 01 10	21,5	450	0,05

6. Medidas para la prevención de residuos.

Para una correcta gestión de los residuos, se establecen las siguientes pautas orientadas a una clara estrategia por parte del poseedor de los residuos.

- La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad a las mediciones reales de obra, ajustando al máximo las mismas para evitar la aparición de excedentes de material al final de la obra.
- Los residuos originados han de ser gestionados de manera eficaz para su valoración.
- Fomentar la clasificación de los residuos.
- Se primará la adquisición de materiales reciclables frente a otros de mismas prestaciones pero de difícil o imposible reciclado.
- Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.
- Aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los pallets, se evitará su deterioro y se devolverán al proveedor.
- Evitar la eliminación de residuos en caso de poder reutilizarlos en otra obra o reciclarlos.
- Planificar la obra teniendo en cuenta las expectativas de generación de residuos y su minimización o reutilización.
- Se incluirá en los contratos de suministro una cláusula de penalización a los proveedores que generen en obra más residuos de los previstos y que se puedan imputar a una mala gestión.
- Disponer de un directorio de centros de reciclaje.
- Todo personal involucrado en la obra dispondrá de los conocimientos mínimos de prevención de residuos y correcta gestión de ellos.
- Los contenedores y transporte de los residuos deben estar etiquetados correctamente.

7. Gestión de residuos

Para los residuos que se van a generar en la obra, las operaciones encaminadas a la reutilización y reciclaje de los mismos, hacen necesaria las siguientes acciones:

Tabla 3. Características de las operaciones de gestión.

Identificación Residuos (Cód.)	Operaciones a realizar (orden MAM 304/2002)	
	Reutilización	Valoración (Cód.)
17 05 04	Si	Sin reciclado
17 01 01	No	R5
17 04 05	No	R4
17 05 03	No	R5
17 05 01	No	R7
20 01 01	No	R5
15 01 10	No	R7

7.1. Tierras

Las tierras procedentes del desbroce y limpieza del terreno serán reutilizadas por el promotor en fincas de su explotación. El resto de tierras, procedentes de la excavación de las zanjas para la instalación de las tuberías serán empleadas para el tapado de las mismas y los excedentes serán reutilizadas por el promotor.

7.2. Residuos de nivel II

Según establece el artículo 5.5 del RD 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

Tabla 4. Cantidades máximas a partir de las cuales se exige separación.

Residuo	Cantidad máxima para separación
Hormigón	80 t
Ladrillos, tejas, cerámicos	40 t
Metales	2 t
Madera	1 t
Vidrio	1 t
Plásticos	0,5 t
Papel y cartón	0,5 t

En esta obra no se superarán las cantidades fijadas en la tabla 3, por lo tanto, no será obligatorio gestionar de forma separada los residuos.

No obstante, se considera oportuno que durante la ejecución de la obra se realice una separación de residuos para facilitar su reciclado. Para ello se establece tres contenedores uno para plástico, otro para hormigón y restos pétreos procedentes de las zanjas y un tercero para hierro y acero, donde además se introducirán los restos de madera.

Los residuos de papel y cartón no son elevados por lo que se trasladarán hasta los contenedores dispuestos en la zona para el reciclaje doméstico.

7.3. Envases de residuos peligrosos

Los residuos peligrosos generados en la obra serán depositados en un pequeño contenedor, ya que las cantidades generadas de estos son minúsculas. Estos serán principalmente envases vacíos que han contenido pegamento, disolventes, pinturas u otras materias tóxicas.

8. Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición de la obra

El coste previsto para la gestión de los residuos de construcción y demolición de la obra descrita en el presente proyecto asciende a un coste de ejecución material de 300€ incluidos en la partida gastos generales.

ANEJO VII: INGENIERÍA DE LAS OBRAS

Índice del Anejo VII: Ingeniería de las obras

1. Caseta de riego.....	5
1.1. Necesidades	5
1.2. Diseño.....	5
1.3. Cálculo de la estructura.....	5
1.3.1. Acciones adoptadas en el cálculo	5
1.3.1.1. Acciones del viento	5
1.3.1.2. Acciones de nieve.....	6
1.4. Materiales	6
1.5. Datos de la obra	6
1.5.1.- Normas consideradas.....	6
1.5.2.- Estados límite.....	7
1.5.3. Estructura	8
1.5.3.1.- Geometría	8
1.5.3.1.1.- Nudos.....	8
1.5.3.1.2. Barras	9
1.5.3.1.2.1. Materiales utilizados	9
1.5.3.1.2.2. Descripción.....	10
1.5.3.1.2.3. Características mecánicas	11
1.5.3.1.2.4. Tabla de medición	11
1.5.3.1.2.5. Medición de superficies	12
1.6. Cargas.....	13
1.6.1. Barras	13
1.6.1. Comprobaciones E.L.U. (Completo)	20
1.6.2. Comprobaciones E.L.U. (Resumido).....	129
1.7. Uniones	130
1.7.1. Especificaciones	130
1.7.2.- Comprobaciones en placas de anclaje.....	132
1.7.3. Medición.....	133
1.8. Cimentación	134
1.8.1. Elementos de cimentación aislados	134
1.8.2. Descripción.....	134

1.8.2.1. Medición	134
1.8.2.2. Comprobación	134
2. Instalación de riego	138
2.1. Introducción	138
2.2. Materiales	138
2.3. Características del gotero.....	138
2.4. Dimensionamiento de la instalación de riego.....	139
2.4.1. Diseño de las subunidades de riego	139
2.4.2. Ramales portagoteros	139
2.4.3. Tuberías terciarias.....	148
2.4.4. Tubería principal	152
2.5. Diseño del cabezal de riego.....	154
2.5.1. Datos iniciales.....	154
2.5.2. Dispositivos de filtrado.....	154
2.5.2.1. Filtro de arena	154
2.5.2.2. Filtro de malla	155
2.5.3. Equipo de fertirrigación	156
2.5.4. Automatización del sistema de riego.....	157
2.6. Dimensionamiento de la instalación de bombeo	157
2.6.1. Cálculo de las necesidades de la bomba	157
2.6.1.1. Altura manométrica	157
2.6.2. Descripción de la bomba.....	158
2.7. Valvulería y accesorios	158
3. Instalación eléctrica.....	159
3.1. Legislación aplicable.....	159
3.2. Descripción general de la instalación.....	159
3.3. Necesidades de potencia	160
3.3.1. Alumbrado.....	160
3.3.2. Fuerza.....	160
3.3.3. Potencia total	160
3.4. Criterios de cálculo.....	161
3.5. Cálculo de la instalación	162
3.5.1. Cálculo del circuito de la bomba	162

3.5.2. Cálculo del circuito de fuerza	163
3.5.3. Cálculo del circuito de alumbrado	163
3.5.4. Cálculo de la derivación individual	164
3.5.5. Cálculo de la línea general de alimentación.....	165
3.5.6. Toma de tierra.....	166
3.5.7. Transformador	167
3.6. Mejora del factor de potencia.....	167
3.7. Intensidades de cortocircuito.....	168
3.7.1. Intensidad de cortocircuito en media tensión	168
3.7.2. Intensidad de cortocircuito en baja tensión	169
3.7.3. Intensidad de cortocircuito de la LGA.....	169
3.8. Caja de protección y medida (CPM).....	170
3.9. Cuadro general de mando y protección (CGPM)	170
3.10. Tarifación eléctrica	171

Índice de tablas

Tabla 1. Datos de viento.....	5
Tabla 2. Datos de nieve	6
Tabla 3. Características del emisor seleccionado.....	139
Tabla 4. Cálculo de los ramales de cada subunidad de riego.....	142
Tabla 5. Cálculo de las terciarias	151
Tabla 6. Períodos de discriminación horaria.....	171
Tabla 7. Precios de la energía.....	171

1. Caseta de riego

1.1. Necesidades

Se va a proceder a la construcción de una pequeña caseta de riego, con el objetivo de guardar y proteger frente a los agentes atmosféricos los elementos que constituyen el cabezal de riego, así como los depósitos necesarios para el sistema de fertirrigación.

La caseta debe contar con una adecuada iluminación y ventilación, para lo que se instalará una ventana. El acceso se hará mediante una puesta corredera de dos hojas, para permitir la entrada de personas, herramientas y equipos de trabajo.

1.2. Diseño

El diseño de la caseta de riego va a ser el siguiente:

Dimensiones exteriores: 8 m x 5 m

Dimensiones interiores: 7,5 m x 4,5 m

Cubierta a un agua con inclinación lateral del 15 %

Pendiente: 15%

Altura lateral superior: 3,05 m

Altura lateral inferior: 2,30 m

1.3. Cálculo de la estructura

1.3.1. Acciones adoptadas en el cálculo

Para el cálculo de la estructura de la caseta de riego, se van a tener en cuenta las acciones de viento y de nieve.

1.3.1.1. Acciones del viento

Los datos de viento que se van a tener en cuenta a la hora de realizar el cálculo estructural, según la normativa CTE DB SE-AE, se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Datos de viento

Parámetro	Valor
Zona eólica	B
Grado de aspereza	III. Zona rural accidentada o llana con obstáculos
Período de servicio	50 años
Profundidad nave industrial	8,00 metros
Huecos	Sin huecos
Hipótesis aplicadas	V (H1): Cubiertas aisladas V (H2): Cubiertas aisladas

1.3.1.2. Acciones de nieve

Los datos de nieve que se van a tener en cuenta a la hora de realizar el cálculo estructural, según la normativa CTE DB SE-AE, se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Datos de nieve

Parámetro	Valor
Zona de clima invernal	1
Altitud topográfica	750
Tipo de cubierta	Cubierta sin resaltos
Exposición al viento	Normal
Hipótesis aplicadas	N (EI): Nieve (estado inicial) N (R): redistribución

1.4. Materiales

La cimentación va a consistir en una losa de hormigón HA-25/P/20/I con 100 kg/m³ de acero B-500-S, con unas dimensiones de 9,00 x 6,00 x 0,20 m. Se construirá sobre un encachado de piedra caliza de 20 cm de grosor.

Los cerramientos van a estar formados por muros de carga de bloque de hormigón de 40 x 20 x 20 cm.

La cubierta será a un agua, con una inclinación de 15 °, y estará construida con panel sándwich aislante de acero de 30 mm de espesor, formado por doble cara metálica de chapa estándar de acero, acabado prelacado color tierra, y alma aislante de espuma de poliuretano de densidad media 40 kg/m³.

El panel irá colocado sobre correas de perfil hueco rectangular de 80/60x4,0 apoyado directamente sobre el muro.

El panel tendrá un vuelo de 10 cm en la fachada delantera.

La puerta va a ser corredera, de una sola hoja, de chapa plegada de acero galvanizado, con unas dimensiones de 1,90 x 1,50 m.

Así mismo se instalará una ventana corredera de aluminio de dos hojas, con unas dimensiones de 1,75 x 1,00 m, acabado anodizado natural, y vidrio simple pulido incoloro de 4 mm de espesor y reja de protección.

1.5. Datos de la obra

1.5.1.- Normas consideradas

Cimentación: EHE-98-CTE

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

1.5.2.- Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	CTE Control de la ejecución: Normal Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
E.L.U. de rotura. Acero laminado	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características

1.5.2.1.- Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- **Con coeficientes de combinación**

- **Sin coeficientes de combinación**

- Donde:

G_k Acción permanente

P_k Acción de pretensado

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-98-CTE

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_D)	Acompañamiento (ψ_A)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Tensiones sobre el terreno

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000

Desplazamientos

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000

1.5.3. Estructura

1.5.3.1.- Geometría

1.5.3.1.1.- Nudos

Referencias:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

U_x, U_y, U_z : Vector director de la recta o vector normal al plano de dependencia

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.
 -

Nudos														
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior									Vinculación interior	
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	Dependencias	U_x	U_y		U_z
N1	0.00 0	0.00 0	0.00 0	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	Empotrado

Nudos														
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior									Vinculación interior	
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	Dependencias	Ux	Uy		Uz
N2	0.00 0	0.00 0	2.30 0	X	-	-	X	X	X	Plano	1.00 0	0.00 0	0.00 0	Empotrado
N3	0.00 0	5.00 0	0.00 0	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	Empotrado
N4	0.00 0	5.00 0	3.05 0	X	-	-	X	X	X	Plano	1.00 0	0.00 0	0.00 0	Empotrado
N5	2.00 0	0.00 0	0.00 0	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	Empotrado
N6	2.00 0	0.00 0	2.30 0	X	-	-	X	X	X	Plano	1.00 0	0.00 0	0.00 0	Empotrado
N7	2.00 0	5.00 0	0.00 0	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	Empotrado
N8	2.00 0	5.00 0	3.05 0	X	-	-	X	X	X	Plano	1.00 0	0.00 0	0.00 0	Empotrado
N9	4.00 0	0.00 0	0.00 0	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	Empotrado
N10	4.00 0	0.00 0	2.30 0	X	-	-	X	X	X	Plano	1.00 0	0.00 0	0.00 0	Empotrado
N11	4.00 0	5.00 0	0.00 0	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	Empotrado
N12	4.00 0	5.00 0	3.05 0	X	-	-	X	X	X	Plano	1.00 0	0.00 0	0.00 0	Empotrado
N13	6.00 0	0.00 0	0.00 0	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	Empotrado
N14	6.00 0	0.00 0	2.30 0	X	-	-	X	X	X	Plano	1.00 0	0.00 0	0.00 0	Empotrado
N15	6.00 0	5.00 0	0.00 0	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	Empotrado
N16	6.00 0	5.00 0	3.05 0	X	-	-	X	X	X	Plano	1.00 0	0.00 0	0.00 0	Empotrado
N17	8.00 0	0.00 0	0.00 0	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	Empotrado
N18	8.00 0	0.00 0	2.30 0	X	-	-	X	X	X	Plano	1.00 0	0.00 0	0.00 0	Empotrado
N19	8.00 0	5.00 0	0.00 0	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	Empotrado
N20	8.00 0	5.00 0	3.05 0	X	-	-	X	X	X	Plano	1.00 0	0.00 0	0.00 0	Empotrado

1.5.3.1.2. Barras

1.5.3.1.2.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_v (MPa)	α_t (m/m°C)	γ (kN/m³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_v (MPa)	α_t (m/m°C)	γ (kN/m ³)
Tipo	Designación						
Notación: E: Módulo de elasticidad ν : Módulo de Poisson G: Módulo de cortadura f_v : Límite elástico α_t : Coeficiente de dilatación γ : Peso específico							

1.5.3.1.2.2. Descripción

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
Acero laminado	S275	N1/N2	N1/N2	IPE 140 (IPE)	-	2.239	0.061	0.0	1.3	2.30	-
		N3/N4	N3/N4	IPE 140 (IPE)	-	2.968	0.082	0.0	1.2	-	3.05
		N2/N4	N2/N4	IPN 140 (IPN)	0.071	4.914	0.071	0.3	0.7	1.70	5.05
		N5/N6	N5/N6	IPE 140 (IPE)	-	2.097	0.203	0.0	1.3	2.30	-
		N7/N8	N7/N8	IPE 140 (IPE)	-	2.836	0.214	0.0	1.2	-	3.05
		N6/N8	N6/N8	IPN 140 (IPN)	0.071	4.914	0.071	0.3	0.7	1.70	5.05
		N9/N10	N9/N10	IPE 140 (IPE)	-	2.097	0.203	0.0	1.3	2.30	-
		N11/N12	N11/N12	IPE 140 (IPE)	-	2.836	0.214	0.0	1.2	-	3.05
		N10/N12	N10/N12	IPN 140 (IPN)	0.071	4.914	0.071	0.3	0.7	1.70	5.05
		N13/N14	N13/N14	IPE 140 (IPE)	-	2.097	0.203	0.0	1.3	2.30	-
		N15/N16	N15/N16	IPE 140 (IPE)	-	2.836	0.214	0.0	1.2	-	3.05
		N14/N16	N14/N16	IPN 140 (IPN)	0.071	4.914	0.071	0.3	0.7	1.70	5.05
		N17/N18	N17/N18	IPE 140 (IPE)	-	2.239	0.061	0.0	1.3	2.30	-
		N19/N20	N19/N20	IPE 140 (IPE)	-	2.968	0.082	0.0	1.2	-	3.05
		N18/N20	N18/N20	IPN 140 (IPN)	0.071	4.914	0.071	0.3	0.7	1.70	5.05
		N6/N10	N6/N10	IPE 100 (IPE)	0.037	1.926	0.037	1.0	1.0	-	-
		N10/N14	N10/N14	IPE 100 (IPE)	0.037	1.926	0.037	1.0	1.0	-	-
		N14/N18	N14/N18	IPE 100 (IPE)	0.037	1.926	0.037	1.0	1.0	-	-
		N2/N6	N2/N6	IPE 100 (IPE)	0.037	1.926	0.037	1.0	1.0	-	-
		N4/N8	N4/N8	IPE 100 (IPE)	0.037	1.926	0.037	1.0	1.0	-	-
N8/N12	N8/N12	IPE 100 (IPE)	0.037	1.926	0.037	1.0	1.0	-	-		

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N12/N16	N12/N16	IPE 100 (IPE)	0.037	1.926	0.037	1.00	1.00	-	-
		N16/N20	N16/N20	IPE 100 (IPE)	0.037	1.926	0.037	1.00	1.00	-	-

Notación:
 Ni: Nudo inicial
 Nf: Nudo final
 β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
 β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
 Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior
 Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior

1.5.3.1.2.3. Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N1/N2, N3/N4, N5/N6, N7/N8, N9/N10, N11/N12, N13/N14, N15/N16, N17/N18 y N19/N20
2	N2/N4 y N18/N20
3	N6/N8, N10/N12 y N14/N16
4	N6/N10, N10/N14, N14/N18, N2/N6, N4/N8, N8/N12, N12/N16 y N16/N20

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	IPE 140, (IPE)	16.40	7.56	5.34	541.00	44.90	2.40
		2	IPN 140, (IPN)	18.20	8.51	6.30	573.00	35.20	4.32
		3	IPN 140, Simple con cartelas, (IPN) Cartela inicial inferior: 0.50 m. Cartela final inferior: 0.50 m.	18.20	8.51	6.30	573.00	35.20	4.32
		4	IPE 100, (IPE)	10.30	4.70	3.27	171.00	15.90	1.16

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

1.5.3.1.2.4. Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N1/N2	IPE 140 (IPE)	2.300	0.004	29.61
		N3/N4	IPE 140 (IPE)	3.050	0.005	39.27
		N2/N4	IPN 140 (IPN)	5.056	0.009	72.23
		N5/N6	IPE 140 (IPE)	2.300	0.004	29.61
		N7/N8	IPE 140 (IPE)	3.050	0.005	39.27

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N6/N8	IPN 140 (IPN)	5.056	0.016	79.43
		N9/N10	IPE 140 (IPE)	2.300	0.004	29.61
		N11/N12	IPE 140 (IPE)	3.050	0.005	39.27
		N10/N12	IPN 140 (IPN)	5.056	0.016	79.43
		N13/N14	IPE 140 (IPE)	2.300	0.004	29.61
		N15/N16	IPE 140 (IPE)	3.050	0.005	39.27
		N14/N16	IPN 140 (IPN)	5.056	0.016	79.43
		N17/N18	IPE 140 (IPE)	2.300	0.004	29.61
		N19/N20	IPE 140 (IPE)	3.050	0.005	39.27
		N18/N20	IPN 140 (IPN)	5.056	0.009	72.23
		N6/N10	IPE 100 (IPE)	2.000	0.002	16.17
		N10/N14	IPE 100 (IPE)	2.000	0.002	16.17
		N14/N18	IPE 100 (IPE)	2.000	0.002	16.17
		N2/N6	IPE 100 (IPE)	2.000	0.002	16.17
		N4/N8	IPE 100 (IPE)	2.000	0.002	16.17
		N8/N12	IPE 100 (IPE)	2.000	0.002	16.17
		N12/N16	IPE 100 (IPE)	2.000	0.002	16.17
		N16/N20	IPE 100 (IPE)	2.000	0.002	16.17

Notación:
 Ni: Nudo inicial
 Nf: Nudo final

1.5.3.1.2.5. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Materia l (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Materia l (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Materia l (kg)
Acero laminado	S275	IPE	IPE 140	26.750			0.044			344.38		
			IPE 100	16.000			0.016			129.37		
			IPN 140	10.112	42.750		0.018	0.060		144.47	473.75	
			IPN 140, Simple con cartelas	15.168			0.047			238.29		
			IPN		25.280			0.065			382.76	
						68.030		0.126			856.51	

1.5.3.1.2.5. Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m²/m)	Longitud (m)	Superficie (m²)
IPE	IPE 140	0.563	26.750	15.050
	IPE 100	0.412	16.000	6.589

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
IPN	IPN 140	0.533	10.112	5.386
	IPN 140, Simple con cartelas	0.585	15.168	8.877
Total				35.901

1.6. Cargas

1.6.1. Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: kN
- Momentos puntuales: kN·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: kN/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N1/N2	Peso propio	Uniforme	0.126	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N2	V(0°) H1	Uniforme	0.665	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N1/N2	V(0°) H1	Uniforme	0.215	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N1/N2	V(0°) H2	Uniforme	0.665	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N1/N2	V(0°) H2	Uniforme	0.215	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N1/N2	V(90°) H1	Uniforme	0.800	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N1/N2	V(90°) H1	Uniforme	0.178	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N1/N2	V(90°) H1	Uniforme	0.042	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N1/N2	V(180°) H1	Uniforme	0.352	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N1/N2	V(180°) H1	Uniforme	0.302	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N1/N2	V(270°) H1	Uniforme	0.444	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N1/N2	V(270°) H1	Uniforme	0.042	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N3/N4	Peso propio	Uniforme	0.126	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N4	V(0°) H1	Uniforme	0.352	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N3/N4	V(0°) H1	Uniforme	0.215	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N3/N4	V(0°) H2	Uniforme	0.352	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N3/N4	V(0°) H2	Uniforme	0.215	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N3/N4	V(90°) H1	Uniforme	0.800	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N3/N4	V(90°) H1	Uniforme	0.178	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N3/N4	V(90°) H1	Uniforme	0.042	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N3/N4	V(180°) H1	Uniforme	0.665	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N3/N4	V(180°) H1	Uniforme	0.302	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N3/N4	V(270°) H1	Uniforme	0.444	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N3/N4	V(270°) H1	Uniforme	0.042	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N2/N4	Peso propio	Uniforme	0.140	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N4	Peso propio	Uniforme	0.182	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N4	V H1	Faja	0.346	-	0.511	4.545	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N2/N4	V H1	Faja	0.484	-	0.000	0.511	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N2/N4	V H1	Uniforme	1.315	-	-	-	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N2/N4	V H1	Faja	0.484	-	4.545	5.056	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N2/N4	V H2	Faja	0.625	-	0.511	4.545	Globales	0.000	-0.148	0.989
N2/N4	V H2	Faja	1.412	-	0.511	4.545	Globales	0.000	-0.148	0.989
N2/N4	V H2	Faja	2.347	-	0.000	0.511	Globales	0.000	-0.148	0.989
N2/N4	V H2	Faja	2.347	-	4.545	5.056	Globales	0.000	-0.148	0.989
N2/N4	V(0°) H1	Uniforme	0.215	-	-	-	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N2/N4	V(0°) H1	Faja	0.439	-	0.617	5.056	Globales	0.000	-0.148	0.989
N2/N4	V(0°) H1	Faja	1.188	-	0.000	0.617	Globales	0.000	-0.148	0.989
N2/N4	V(0°) H1	Faja	0.053	-	0.000	0.617	Globales	0.000	-0.148	0.989
N2/N4	V(0°) H2	Uniforme	0.215	-	-	-	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N2/N4	V(0°) H2	Faja	0.063	-	0.617	5.056	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N2/N4	V(0°) H2	Faja	0.059	-	0.000	0.617	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N2/N4	V(0°) H2	Faja	0.004	-	0.000	0.617	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N2/N4	V(90°) H1	Uniforme	0.335	-	-	-	Globales	0.000	-0.148	0.989
N2/N4	V(90°) H1	Uniforme	0.042	-	-	-	Globales	0.000	-0.148	0.989
N2/N4	V(90°) H1	Faja	0.748	-	0.000	1.264	Globales	0.000	-0.148	0.989
N2/N4	V(90°) H1	Faja	0.713	-	1.264	3.792	Globales	-0.000	-0.148	0.989
N2/N4	V(90°) H1	Faja	0.857	-	3.792	5.056	Globales	0.000	-0.148	0.989
N2/N4	V(180°) H1	Uniforme	0.302	-	-	-	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N2/N4	V(180°) H1	Faja	0.742	-	0.000	4.439	Globales	0.000	-0.148	0.989
N2/N4	V(180°) H1	Faja	1.987	-	4.439	5.056	Globales	0.000	-0.148	0.989
N2/N4	V(180°) H1	Faja	0.065	-	4.439	5.056	Globales	0.000	-0.148	0.989
N2/N4	V(270°) H1	Uniforme	0.042	-	-	-	Globales	0.000	-0.148	0.989
N2/N4	V(270°) H1	Uniforme	0.507	-	-	-	Globales	0.000	-0.148	0.989
N2/N4	N(EI)	Uniforme	0.979	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N4	N(R)	Uniforme	0.490	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N6	Peso propio	Uniforme	0.126	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N5/N6	V(0°) H1	Uniforme	1.329	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N5/N6	V(0°) H1	Uniforme	0.430	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N5/N6	V(0°) H2	Uniforme	1.329	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N5/N6	V(0°) H2	Uniforme	0.430	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N5/N6	V(90°) H1	Uniforme	0.267	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N5/N6	V(90°) H1	Uniforme	1.244	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N5/N6	V(90°) H1	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N5/N6	V(180°) H1	Uniforme	0.704	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N5/N6	V(180°) H1	Uniforme	0.604	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N5/N6	V(270°) H1	Uniforme	0.178	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N5/N6	V(270°) H1	Uniforme	0.777	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N5/N6	V(270°) H1	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N7/N8	Peso propio	Uniforme	0.126	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N8	V(0°) H1	Uniforme	0.704	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N7/N8	V(0°) H1	Uniforme	0.430	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N7/N8	V(0°) H2	Uniforme	0.704	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N7/N8	V(0°) H2	Uniforme	0.430	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N7/N8	V(90°) H1	Uniforme	0.267	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N7/N8	V(90°) H1	Uniforme	1.244	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N7/N8	V(90°) H1	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N7/N8	V(180°) H1	Uniforme	1.329	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N7/N8	V(180°) H1	Uniforme	0.604	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N7/N8	V(270°) H1	Uniforme	0.178	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N7/N8	V(270°) H1	Uniforme	0.777	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N7/N8	V(270°) H1	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N6/N8	Peso propio	Trapezoidal	0.238	0.184	0.000	0.500	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N8	Peso propio	Faja	0.140	-	0.500	4.556	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N8	Peso propio	Trapezoidal	0.184	0.238	4.556	5.056	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N8	Peso propio	Uniforme	0.363	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N8	V H1	Faja	1.770	-	0.511	4.545	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N6/N8	V H1	Faja	2.472	-	0.000	0.511	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N6/N8	V H1	Uniforme	0.329	-	-	-	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N6/N8	V H1	Faja	2.472	-	4.545	5.056	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N6/N8	V H2	Faja	3.193	-	0.511	4.545	Globales	0.000	-0.148	0.989
N6/N8	V H2	Faja	0.353	-	0.511	4.545	Globales	0.000	-0.148	0.989
N6/N8	V H2	Faja	4.693	-	0.000	0.511	Globales	0.000	-0.148	0.989
N6/N8	V H2	Faja	4.693	-	4.545	5.056	Globales	0.000	-0.148	0.989
N6/N8	V(0°) H1	Uniforme	0.430	-	-	-	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N6/N8	V(0°) H1	Faja	0.878	-	0.617	5.056	Globales	0.000	-0.148	0.989
N6/N8	V(0°) H1	Faja	0.732	-	0.000	0.617	Globales	0.000	-0.148	0.989
N6/N8	V(0°) H1	Faja	1.334	-	0.000	0.617	Globales	0.000	-0.148	0.989
N6/N8	V(0°) H2	Uniforme	0.430	-	-	-	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N6/N8	V(0°) H2	Faja	0.125	-	0.617	5.056	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N6/N8	V(0°) H2	Faja	0.036	-	0.000	0.617	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N6/N8	V(0°) H2	Faja	0.089	-	0.000	0.617	Globales	-0.000	0.148	-0.989

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N6/N8	V(90°) H1	Uniforme	0.285	-	-	-	Globales	0.000	-0.148	0.989
N6/N8	V(90°) H1	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	0.000	-0.148	0.989
N6/N8	V(90°) H1	Faja	0.107	-	0.000	1.264	Globales	0.000	-0.148	0.989
N6/N8	V(90°) H1	Faja	0.102	-	1.264	3.792	Globales	-0.000	-0.148	0.989
N6/N8	V(90°) H1	Faja	0.122	-	3.792	5.056	Globales	0.000	-0.148	0.989
N6/N8	V(90°) H1	Uniforme	0.819	-	-	-	Globales	0.000	-0.148	0.989
N6/N8	V(180°) H1	Uniforme	0.604	-	-	-	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N6/N8	V(180°) H1	Faja	1.484	-	0.000	4.439	Globales	0.000	-0.148	0.989
N6/N8	V(180°) H1	Faja	1.225	-	4.439	5.056	Globales	0.000	-0.148	0.989
N6/N8	V(180°) H1	Faja	1.638	-	4.439	5.056	Globales	0.000	-0.148	0.989
N6/N8	V(270°) H1	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	0.000	-0.148	0.989
N6/N8	V(270°) H1	Uniforme	1.014	-	-	-	Globales	0.000	-0.148	0.989
N6/N8	N(EI)	Uniforme	1.958	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N8	N(R)	Uniforme	0.979	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N10	Peso propio	Uniforme	0.126	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N10	V(0°) H1	Uniforme	1.329	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N9/N10	V(0°) H1	Uniforme	0.430	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N9/N10	V(0°) H2	Uniforme	1.329	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N9/N10	V(0°) H2	Uniforme	0.430	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N9/N10	V(90°) H1	Uniforme	1.244	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N9/N10	V(90°) H1	Uniforme	0.111	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N9/N10	V(90°) H1	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N9/N10	V(180°) H1	Uniforme	0.704	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N9/N10	V(180°) H1	Uniforme	0.604	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N9/N10	V(270°) H1	Uniforme	1.244	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N9/N10	V(270°) H1	Uniforme	0.111	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N9/N10	V(270°) H1	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N11/N12	Peso propio	Uniforme	0.126	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N12	V(0°) H1	Uniforme	0.704	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N11/N12	V(0°) H1	Uniforme	0.430	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N11/N12	V(0°) H2	Uniforme	0.704	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N11/N12	V(0°) H2	Uniforme	0.430	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N11/N12	V(90°) H1	Uniforme	1.244	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N11/N12	V(90°) H1	Uniforme	0.111	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N11/N12	V(90°) H1	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N11/N12	V(180°) H1	Uniforme	1.329	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N11/N12	V(180°) H1	Uniforme	0.604	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N11/N12	V(270°) H1	Uniforme	1.244	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N11/N12	V(270°) H1	Uniforme	0.111	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N11/N12	V(270°) H1	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N10/N12	Peso propio	Trapezoidal	0.238	0.184	0.000	0.500	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N12	Peso propio	Faja	0.140	-	0.500	4.556	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N12	Peso propio	Trapezoidal	0.184	0.238	4.556	5.056	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N12	Peso propio	Uniforme	0.363	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N12	V H1	Faja	2.686	-	0.000	0.511	Globales	-0.000	0.148	-0.989

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N10/N12	V H1	Faja	1.923	-	0.511	4.545	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N10/N12	V H1	Faja	2.686	-	4.545	5.056	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N10/N12	V H2	Faja	3.471	-	0.511	4.545	Globales	0.000	-0.148	0.989
N10/N12	V H2	Faja	4.693	-	4.545	5.056	Globales	0.000	-0.148	0.989
N10/N12	V H2	Faja	4.693	-	0.000	0.511	Globales	0.000	-0.148	0.989
N10/N12	V(0°) H1	Faja	0.878	-	0.617	5.056	Globales	0.000	-0.148	0.989
N10/N12	V(0°) H1	Uniforme	0.430	-	-	-	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N10/N12	V(0°) H1	Faja	1.881	-	0.000	0.617	Globales	0.000	-0.148	0.989
N10/N12	V(0°) H2	Uniforme	0.430	-	-	-	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N10/N12	V(0°) H2	Faja	0.125	-	0.617	5.056	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N10/N12	V(0°) H2	Faja	0.125	-	0.000	0.617	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N10/N12	V(90°) H1	Uniforme	0.982	-	-	-	Globales	0.000	-0.148	0.989
N10/N12	V(90°) H1	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	0.000	-0.148	0.989
N10/N12	V(90°) H1	Uniforme	0.037	-	-	-	Globales	0.000	-0.148	0.989
N10/N12	V(180°) H1	Uniforme	0.604	-	-	-	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N10/N12	V(180°) H1	Faja	1.484	-	0.000	4.439	Globales	0.000	-0.148	0.989
N10/N12	V(180°) H1	Faja	2.310	-	4.439	5.056	Globales	0.000	-0.148	0.989
N10/N12	V(270°) H1	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	0.000	-0.148	0.989
N10/N12	V(270°) H1	Uniforme	0.982	-	-	-	Globales	0.000	-0.148	0.989
N10/N12	V(270°) H1	Uniforme	0.037	-	-	-	Globales	0.000	-0.148	0.989
N10/N12	N(EI)	Uniforme	1.958	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N12	N(R)	Uniforme	0.979	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N14	Peso propio	Uniforme	0.126	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N14	V(0°) H1	Uniforme	1.329	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N13/N14	V(0°) H1	Uniforme	0.430	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N13/N14	V(0°) H2	Uniforme	1.329	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N13/N14	V(0°) H2	Uniforme	0.430	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N13/N14	V(90°) H1	Uniforme	0.178	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N13/N14	V(90°) H1	Uniforme	0.777	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N13/N14	V(90°) H1	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N13/N14	V(180°) H1	Uniforme	0.704	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N13/N14	V(180°) H1	Uniforme	0.604	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N13/N14	V(270°) H1	Uniforme	0.267	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N13/N14	V(270°) H1	Uniforme	1.244	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N13/N14	V(270°) H1	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N15/N16	Peso propio	Uniforme	0.126	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N16	V(0°) H1	Uniforme	0.704	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N15/N16	V(0°) H1	Uniforme	0.430	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N15/N16	V(0°) H2	Uniforme	0.704	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N15/N16	V(0°) H2	Uniforme	0.430	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N15/N16	V(90°) H1	Uniforme	0.178	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N15/N16	V(90°) H1	Uniforme	0.777	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N15/N16	V(90°) H1	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N15/N16	V(180°) H1	Uniforme	1.329	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N15/N16	V(180°) H1	Uniforme	0.604	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N15/N16	V(270°) H1	Uniforme	0.267	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N15/N16	V(270°) H1	Uniforme	1.244	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N15/N16	V(270°) H1	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N14/N16	Peso propio	Trapezoidal	0.238	0.184	0.000	0.500	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N16	Peso propio	Faja	0.140	-	0.500	4.556	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N16	Peso propio	Trapezoidal	0.184	0.238	4.556	5.056	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N16	Peso propio	Uniforme	0.363	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N16	V H1	Faja	1.770	-	0.511	4.545	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N14/N16	V H1	Faja	2.472	-	0.000	0.511	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N14/N16	V H1	Uniforme	0.329	-	-	-	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N14/N16	V H1	Faja	2.472	-	4.545	5.056	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N14/N16	V H2	Faja	3.193	-	0.511	4.545	Globales	0.000	-0.148	0.989
N14/N16	V H2	Faja	0.353	-	0.511	4.545	Globales	0.000	-0.148	0.989
N14/N16	V H2	Faja	4.693	-	0.000	0.511	Globales	0.000	-0.148	0.989
N14/N16	V H2	Faja	4.693	-	4.545	5.056	Globales	0.000	-0.148	0.989
N14/N16	V(0°) H1	Uniforme	0.430	-	-	-	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N14/N16	V(0°) H1	Faja	0.878	-	0.617	5.056	Globales	0.000	-0.148	0.989
N14/N16	V(0°) H1	Faja	0.732	-	0.000	0.617	Globales	0.000	-0.148	0.989
N14/N16	V(0°) H1	Faja	1.334	-	0.000	0.617	Globales	0.000	-0.148	0.989
N14/N16	V(0°) H2	Uniforme	0.430	-	-	-	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N14/N16	V(0°) H2	Faja	0.125	-	0.617	5.056	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N14/N16	V(0°) H2	Faja	0.036	-	0.000	0.617	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N14/N16	V(0°) H2	Faja	0.089	-	0.000	0.617	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N14/N16	V(90°) H1	Uniforme	1.014	-	-	-	Globales	0.000	-0.148	0.989
N14/N16	V(90°) H1	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	0.000	-0.148	0.989
N14/N16	V(180°) H1	Faja	1.484	-	0.000	4.439	Globales	0.000	-0.148	0.989
N14/N16	V(180°) H1	Uniforme	0.604	-	-	-	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N14/N16	V(180°) H1	Faja	1.225	-	4.439	5.056	Globales	0.000	-0.148	0.989
N14/N16	V(180°) H1	Faja	1.638	-	4.439	5.056	Globales	0.000	-0.148	0.989
N14/N16	V(270°) H1	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	0.000	-0.148	0.989
N14/N16	V(270°) H1	Uniforme	0.285	-	-	-	Globales	0.000	-0.148	0.989
N14/N16	V(270°) H1	Faja	0.107	-	0.000	1.264	Globales	0.000	-0.148	0.989
N14/N16	V(270°) H1	Faja	0.102	-	1.264	3.792	Globales	-0.000	-0.148	0.989
N14/N16	V(270°) H1	Faja	0.122	-	3.792	5.056	Globales	0.000	-0.148	0.989
N14/N16	V(270°) H1	Uniforme	0.819	-	-	-	Globales	0.000	-0.148	0.989
N14/N16	N(EI)	Uniforme	1.958	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N16	N(R)	Uniforme	0.979	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N18	Peso propio	Uniforme	0.126	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N18	V(0°) H1	Uniforme	0.665	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N17/N18	V(0°) H1	Uniforme	0.215	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N17/N18	V(0°) H2	Uniforme	0.665	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N17/N18	V(0°) H2	Uniforme	0.215	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N17/N18	V(90°) H1	Uniforme	0.444	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N17/N18	V(90°) H1	Uniforme	0.042	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N17/N18	V(180°) H1	Uniforme	0.352	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000

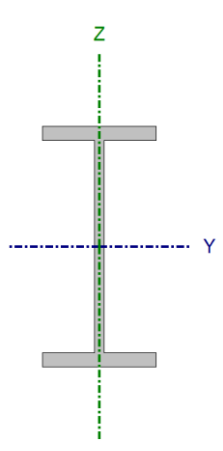
Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N17/N18	V(180°) H1	Uniforme	0.302	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N17/N18	V(270°) H1	Uniforme	0.800	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N17/N18	V(270°) H1	Uniforme	0.178	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N17/N18	V(270°) H1	Uniforme	0.042	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N19/N20	Peso propio	Uniforme	0.126	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N19/N20	V(0°) H1	Uniforme	0.352	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N19/N20	V(0°) H1	Uniforme	0.215	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N19/N20	V(0°) H2	Uniforme	0.352	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N19/N20	V(0°) H2	Uniforme	0.215	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N19/N20	V(90°) H1	Uniforme	0.444	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N19/N20	V(90°) H1	Uniforme	0.042	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N19/N20	V(180°) H1	Uniforme	0.665	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N19/N20	V(180°) H1	Uniforme	0.302	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N19/N20	V(270°) H1	Uniforme	0.800	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N19/N20	V(270°) H1	Uniforme	0.178	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N19/N20	V(270°) H1	Uniforme	0.042	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N18/N20	Peso propio	Uniforme	0.140	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N20	Peso propio	Uniforme	0.182	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N20	V H1	Faja	0.346	-	0.511	4.545	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N18/N20	V H1	Faja	0.484	-	0.000	0.511	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N18/N20	V H1	Uniforme	1.315	-	-	-	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N18/N20	V H1	Faja	0.484	-	4.545	5.056	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N18/N20	V H2	Faja	0.625	-	0.511	4.545	Globales	0.000	-0.148	0.989
N18/N20	V H2	Faja	1.412	-	0.511	4.545	Globales	0.000	-0.148	0.989
N18/N20	V H2	Faja	2.347	-	0.000	0.511	Globales	0.000	-0.148	0.989
N18/N20	V H2	Faja	2.347	-	4.545	5.056	Globales	0.000	-0.148	0.989
N18/N20	V(0°) H1	Uniforme	0.215	-	-	-	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N18/N20	V(0°) H1	Faja	0.439	-	0.617	5.056	Globales	0.000	-0.148	0.989
N18/N20	V(0°) H1	Faja	1.188	-	0.000	0.617	Globales	0.000	-0.148	0.989
N18/N20	V(0°) H1	Faja	0.053	-	0.000	0.617	Globales	0.000	-0.148	0.989
N18/N20	V(0°) H2	Uniforme	0.215	-	-	-	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N18/N20	V(0°) H2	Faja	0.063	-	0.617	5.056	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N18/N20	V(0°) H2	Faja	0.059	-	0.000	0.617	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N18/N20	V(0°) H2	Faja	0.004	-	0.000	0.617	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N18/N20	V(90°) H1	Uniforme	0.507	-	-	-	Globales	0.000	-0.148	0.989
N18/N20	V(90°) H1	Uniforme	0.042	-	-	-	Globales	0.000	-0.148	0.989
N18/N20	V(180°) H1	Uniforme	0.302	-	-	-	Globales	-0.000	0.148	-0.989
N18/N20	V(180°) H1	Faja	0.742	-	0.000	4.439	Globales	0.000	-0.148	0.989
N18/N20	V(180°) H1	Faja	1.987	-	4.439	5.056	Globales	0.000	-0.148	0.989
N18/N20	V(180°) H1	Faja	0.065	-	4.439	5.056	Globales	0.000	-0.148	0.989
N18/N20	V(270°) H1	Uniforme	0.042	-	-	-	Globales	0.000	-0.148	0.989
N18/N20	V(270°) H1	Uniforme	0.335	-	-	-	Globales	0.000	-0.148	0.989
N18/N20	V(270°) H1	Faja	0.748	-	0.000	1.264	Globales	0.000	-0.148	0.989
N18/N20	V(270°) H1	Faja	0.713	-	1.264	3.792	Globales	-0.000	-0.148	0.989
N18/N20	V(270°) H1	Faja	0.857	-	3.792	5.056	Globales	0.000	-0.148	0.989

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N18/N20	N(EI)	Uniforme	0.979	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N20	N(R)	Uniforme	0.490	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N10	Peso propio	Uniforme	0.079	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N14	Peso propio	Uniforme	0.079	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N18	Peso propio	Uniforme	0.079	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N6	Peso propio	Uniforme	0.079	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N8	Peso propio	Uniforme	0.079	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N12	Peso propio	Uniforme	0.079	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N16	Peso propio	Uniforme	0.079	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N16/N20	Peso propio	Uniforme	0.079	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

1.6.1. Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Nota: Se muestra el listado completo de comprobaciones realizadas para las 10 barras con mayor coeficiente de aprovechamiento.

Barra N18/N20

Perfil: IPN 140		Material: Acero (S275)					
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _v ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
	N18	N20	5.056	18.20	573.00	35.20	4.32
	Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral			
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	0.34	0.75	0.34	1.00			
L _K	1.700	3.773	1.700	5.056			
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000			
C ₁	-		1.000				
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: **1.41** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase :** 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 18.20 cm²

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_v :** 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr} :** 252.44 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **N_{cr,y} :** 834.18 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **N_{cr,z} :** 252.44 kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **N_{cr,T} :** 1084.48 kN

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y :** 573.00 cm⁴

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z :** 35.20 cm⁴

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t :** 4.32 cm⁴

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w :** 1540.00 cm⁶

E: Módulo de elasticidad. **E :** 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G :** 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky} :** 3.773 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz} :** 1.700 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt} :** 5.056 m

i₀: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i₀ :** 5.78 cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y :** 5.61 cm
i_z : 1.39 cm

y₀ , z₀: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y₀ :** 0.00 mm
z₀ : 0.00 mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$21.54 \leq 254.40 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

$$h_w : \underline{122.80} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{5.70} \text{ mm}$$

A_w : Área del alma.

$$A_w : \underline{7.00} \text{ cm}^2$$

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.

$$A_{fc,ef} : \underline{5.68} \text{ cm}^2$$

k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$$k : \underline{0.30}$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

f_{vf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$f_{vf} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.005} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.984 m del nudo N18, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(EI).

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{2.39} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{476.67} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{18.20} \text{ cm}^2$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.005} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.012} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.071 m del nudo N18, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{2.23} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{476.67} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{18.20} \text{ cm}^2$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{180.33} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{18.20} \text{ cm}^2$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_v : 275.00 MPa

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.05

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_v : 0.81

χ_z : 0.38

χ_T : 0.80

Siendo:

ϕ_v : 0.86

ϕ_z : 1.70

ϕ_T : 0.81

α : Coeficiente de imperfección elástica.

α_v : 0.21

α_z : 0.34

α_T : 0.34

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_v$: 0.77

$\bar{\lambda}_z$: 1.41

$\bar{\lambda}_T$: 0.68

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr} : 252.44 kN

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,y}$: 834.18 kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,z}$: 252.44 kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$N_{cr,T}$: 1084.48 kN

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.295 ✓

η : 0.962 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.071 m del nudo N18, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 5.68 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.071 m del nudo N18, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{7.36} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{24.99} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{95.40} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ : \underline{16.99} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd}^- : \underline{7.66} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{95.40} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT}^+ : \underline{0.68}$$

$$\chi_{LT}^- : \underline{0.31}$$

Siendo:

$$\phi_{LT}^+ : \underline{0.99}$$

$$\phi_{LT}^- : \underline{2.03}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.34}$$

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ : \underline{0.87}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- : \underline{1.60}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr}^+ : \underline{34.59} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{cr}^- : \underline{10.19} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV}^+ : \underline{29.72} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTV}^- : \underline{9.99} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW}^+ : \underline{17.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTW}^- : \underline{2.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,v} : \underline{81.86} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{35.20} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{4.32} \text{ cm}^4$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{1.700} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{5.056} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z}^+ : \underline{1.74} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{1.74} \text{ cm}$$

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.072} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.071 m del nudo N18, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{9.05} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{125.79} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{8.32} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{18.20} \text{ cm}^2$$

b : Ancho de la sección.

$$b : \underline{66.00} \text{ mm}$$

t_f : Espesor del ala.

$$t_f : \underline{8.60} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{5.70} \text{ mm}$$

r : Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \underline{5.70} \text{ mm}$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$19.54 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{19.54}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

ε : Factor de reducción.

ε : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 235.00 MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$9.05 \text{ kN} \leq 62.89 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 9.05 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 125.79 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.295} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.962} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.962} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.071 m del nudo N18, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	N_{c,Ed} : <u>0.05</u> kN
M_{y,Ed}, M_{z,Ed} : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{y,Ed}⁻ : <u>7.36</u> kN·m M_{z,Ed}⁺ : <u>0.00</u> kN·m
Clase : Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	Clase : <u>1</u>
N_{pl,Rd} : Resistencia a compresión de la sección bruta.	N_{pl,Rd} : <u>476.67</u> kN
M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z} : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{pl,Rd,y} : <u>24.99</u> kN·m M_{pl,Rd,z} : <u>4.69</u> kN·m
Resistencia a pandeo : (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)	
A : Área de la sección bruta.	A : <u>18.20</u> cm ²
W_{pl,y}, W_{pl,z} : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	W_{pl,y} : <u>95.40</u> cm ³ W_{pl,z} : <u>17.90</u> cm ³
f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{vd} : <u>261.90</u> MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_v : <u>275.00</u> MPa
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1} : <u>1.05</u>

k_v, k_z, k_{v,LT}: Coeficientes de interacción.

$$\underline{k_v : 1.00}$$

$$\underline{k_z : 1.00}$$

$$\underline{k_{v,LT} : 1.00}$$

C_{m,y}, C_{m,z}, C_{m,LT}: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$\underline{C_{m,y} : 1.00}$$

$$\underline{C_{m,z} : 1.00}$$

$$\underline{C_{m,LT} : 1.00}$$

χ_v, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los

$$\underline{\chi_v : 0.81}$$

ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_z : 0.38$$

χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : 0.31$$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : 0.77$$

$$\bar{\lambda}_z : 1.41$$

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : 0.60$$

$$\alpha_z : 0.60$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$9.05 \text{ kN} \leq 62.89 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : 9.05 \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : 125.79 \text{ kN}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N2/N4

Perfil: IPN 140 Material: Acero (S275)						
Nudos	Longitud (m)		Características mecánicas			
	Inicial	Final	Área (cm ²)	I _v ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N2	N4	5.056	18.20	573.00	35.20	4.32
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	0.34	0.75	0.34	1.00		
L _K	1.700	3.773	1.700	5.056		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda} : \underline{1.41} \checkmark$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 18.20 cm²

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 252.44 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 834.18 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 252.44 kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : 1084.48 kN

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y : <u>573.00</u> cm ⁴
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>35.20</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>4.32</u> cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w : <u>1540.00</u> cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : <u>3.773</u> m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>1.700</u> m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : <u>5.056</u> m
i₀ : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i₀ : <u>5.78</u> cm

Siendo:

i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y : <u>5.61</u> cm
	i_z : <u>1.39</u> cm
y₀ , z₀ : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y₀ : <u>0.00</u> mm
	z₀ : <u>0.00</u> mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$21.54 \leq 254.40 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>122.80</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>5.70</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>7.00</u> cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef} : <u>5.68</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : <u>275.00</u> MPa

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.005} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.984 m del nudo N2, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$\mathbf{N_{t,Ed}}: \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{N_{t,Ed}} : \underline{2.39} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $\mathbf{N_{t,Rd}}$ viene dada por:

$$\mathbf{N_{t,Rd}} : \underline{476.67} \text{ kN}$$

Donde:

$$\begin{aligned} \mathbf{A}: & \text{Área bruta de la sección transversal de la barra.} & \mathbf{A} : & \underline{18.20} \text{ cm}^2 \\ \mathbf{f_{vd}}: & \text{Resistencia de cálculo del acero.} & \mathbf{f_{vd}} : & \underline{261.90} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} \mathbf{f_y}: & \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & \mathbf{f_y} : & \underline{275.00} \text{ MPa} \\ \mathbf{\gamma_{M0}}: & \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & \mathbf{\gamma_{M0}} : & \underline{1.05} \end{aligned}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.005} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.012} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.071 m del nudo N2, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$\mathbf{N_{c,Ed}}: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{N_{c,Ed}} : \underline{2.23} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $\mathbf{N_{c,Rd}}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{476.67} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{18.20} \text{ cm}^2$$

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{180.33} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{18.20} \text{ cm}^2$$

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.81}$$

$$\chi_z : \underline{0.38}$$

$$\chi_T : \underline{0.80}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.86}$$

$$\phi_z : \underline{1.70}$$

$$\phi_T : \underline{0.81}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

$$\alpha_T : \underline{0.34}$$

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.77}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.41}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{0.68}$$

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{252.44} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	$N_{cr,y}$: <u>834.18</u> kN
$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	$N_{cr,z}$: <u>252.44</u> kN
$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	$N_{cr,T}$: <u>1084.48</u> kN

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.295} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.962} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.071 m del nudo N2, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot VH2$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M_{Ed}^+} : \underline{5.68} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.071 m del nudo N2, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M_{Ed}^-} : \underline{7.36} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} : \underline{24.99} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\mathbf{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$\mathbf{W_{pl,y}} : \underline{95.40} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{vd}} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\mathbf{f_y} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\mathbf{\gamma_{M0}} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ : \underline{16.99} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd}^- : \underline{7.66} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,v} : \underline{95.40} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT}^+ : \underline{0.68}$$

$$\chi_{LT}^- : \underline{0.31}$$

Siendo:

$$\phi_{LT}^+ : \underline{0.99}$$

$$\phi_{LT}^- : \underline{2.03}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.34}$$

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ : \underline{0.87}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- : \underline{1.60}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr}^+ : \underline{34.59} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{cr}^- : \underline{10.19} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV}^+ : \underline{29.72} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTV}^- : \underline{9.99} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW}^+ : \underline{17.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

	$M_{LT\bar{w}}^- : 2.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$
Siendo:	
$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.	$W_{el,v} : 81.86 \text{ cm}^3$
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	$I_z : 35.20 \text{ cm}^4$
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	$I_t : 4.32 \text{ cm}^4$
E : Módulo de elasticidad.	$E : 210000 \text{ MPa}$
G : Módulo de elasticidad transversal.	$G : 81000 \text{ MPa}$
L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	$L_c^+ : 1.700 \text{ m}$
L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	$L_c^- : 5.056 \text{ m}$
C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	$C_1 : 1.00$
$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.	$i_{f,z}^+ : 1.74 \text{ cm}$
	$i_{f,z}^- : 1.74 \text{ cm}$

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.072 \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.071 m del nudo N2, para la combinación de acciones $1.35\cdot PP + 1.5\cdot VH1 + 0.75\cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : 9.05 \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : 125.79 \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : 8.32 \text{ cm}^2$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.	A : <u>18.20</u> cm ²
b: Ancho de la sección.	b : <u>66.00</u> mm
t_f: Espesor del ala.	t_f : <u>8.60</u> mm
t_w: Espesor del alma.	t_w : <u>5.70</u> mm
r: Radio de acuerdo entre ala y alma.	r : <u>5.70</u> mm

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{vd} :** 261.90 MPa

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_v :** 275.00 MPa
γ_{Mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{Mo} :** 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$19.54 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w :** 19.54

λ_{máx}: Esbeltez máxima. **λ_{máx} :** 64.71

ε: Factor de reducción. **ε :** 0.92

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref} :** 235.00 MPa
f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_v :** 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **V_{c,Rd}**.

$$9.05 \text{ kN} \leq 62.89 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{9.05} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{125.79} \text{ kN}$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.295} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.962} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.962} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.071 m del nudo N2, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : \underline{0.05} \text{ kN}$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{v,Ed}^- : \underline{7.36} \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : $\underline{1}$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $N_{pl,Rd} : \underline{476.67} \text{ kN}$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,y} : \underline{24.99} \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{pl,Rd,z} : \underline{4.69} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.	A : <u>18.20</u> cm ²
W_{pl,y}, W_{pl,z}: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	W_{pl,v} : <u>95.40</u> cm ³ W_{pl,z} : <u>17.90</u> cm ³
f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{vd} : <u>261.90</u> MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>275.00</u> MPa
γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1} : <u>1.05</u>

k_y, k_z, k_{v,LT}: Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

$$k_{v,LT} : \underline{1.00}$$

C_{m,y}, C_{m,z}, C_{m,LT}: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,v} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.00}$$

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.81}$$

$$\chi_z : \underline{0.38}$$

χ_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : \underline{0.31}$$

λ̄_y, λ̄_z: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.77}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.41}$$

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

$$9.05 \text{ kN} \leq 62.89 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{Ed,z}$: $\frac{9.05}{}$ kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd,z}$: $\frac{125.79}{}$ kN

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N14/N16

Perfil: IPN 140, Simple con cartelas (Cartela inicial inferior: 0.50 m. Cartela final inferior: 0.50 m.)
Material: Acero (S275)

	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas ⁽¹⁾					
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _v ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽³⁾ (cm ⁴)	y _a ⁽⁴⁾ (mm)	z _a ⁽⁴⁾ (mm)
	N14	N16	5.056	29.91	2342.91	55.97	6.37	0.00	57.23

Notas:
⁽¹⁾ Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del perfil (N14)
⁽²⁾ Inercia respecto al eje indicado
⁽³⁾ Momento de inercia a torsión uniforme
⁽⁴⁾ Coordenadas del centro de gravedad

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.34	0.75	0.34	1.00
L _K	1.700	3.773	1.700	5.056
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000
C ₁	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C₁: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda} : \underline{1.45}$ ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 30.76 cm²

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 401.54 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 3899.50 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 401.54 kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : 653.34 kN

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y : <u>2678.59</u> cm ⁴
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>55.99</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>6.46</u> cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w : <u>7067.10</u> cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : <u>3.773</u> m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>1.700</u> m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : <u>5.056</u> m
i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_o : <u>9.43</u> cm

Siendo:

i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y : <u>9.33</u> cm
	i_z : <u>1.35</u> cm
y_o , z_o : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y_o : <u>0.00</u> mm
	z_o : <u>0.00</u> mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$44.23 \leq 364.50 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>252.09</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>5.70</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>14.37</u> cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef} : <u>5.68</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{vf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{vf} : <u>275.00</u> MPa

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.008} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.484 m del nudo N14, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{3.97} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{476.67} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{18.20} \text{ cm}^2$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.009} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.024} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.570 m del nudo N14, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$N_{c,Ed}: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{c,Ed} : \underline{4.37} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{476.67} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{18.20} \text{ cm}^2$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{180.33} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{18.20} \text{ cm}^2$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.81}$$

$$\chi_z : \underline{0.38}$$

$$\chi_T : \underline{0.80}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.86}$$

$$\phi_z : \underline{1.70}$$

$$\phi_T : \underline{0.81}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

$$\alpha_T : \underline{0.34}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.77}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.41}$$

	$\bar{\lambda}_T$: <u>0.68</u>
N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:	N_{cr} : <u>252.44</u> kN
N_{cr,y} : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	N_{cr,v} : <u>834.18</u> kN
N_{cr,z} : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	N_{cr,z} : <u>252.44</u> kN
N_{cr,T} : Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	N_{cr,T} : <u>1084.48</u> kN

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.195} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.959} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.985 m del nudo N14, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·VH2.

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M_{Ed}^+} : \underline{11.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.985 m del nudo N14, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·VH1+1.5·N(EI).

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M_{Ed}^-} : \underline{12.26} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo **M_{c,Rd}** viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} : \underline{62.76} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\mathbf{Clase} : \underline{1}$$

W_{pl,y}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$\mathbf{W_{pl,v}} : \underline{239.64} \text{ cm}^3$$

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{vd}} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\mathbf{f_v} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{MO}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\mathbf{\gamma_{MO}} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ : \underline{35.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd}^- : \underline{12.78} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{239.64} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT}^+ : \underline{0.56}$$

$$\chi_{LT}^- : \underline{0.20}$$

Siendo:

$$\phi_{LT}^+ : \underline{1.21}$$

$$\phi_{LT}^- : \underline{2.88}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.34}$$

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ : \underline{1.06}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- : \underline{2.03}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr}^+ : \underline{58.55} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{cr}^- : \underline{15.97} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV}^+ : \underline{45.85} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTV}^- : \underline{15.42} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW}^+ : \underline{36.40} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTW}^- : \underline{4.15} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y}^+ : \underline{198.21} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,y}^- : \underline{199.68} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{55.99} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{6.46} \text{ cm}^4$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{1.700} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{5.056} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z}^+ : \underline{1.60} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{1.60} \text{ cm}$$

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.086} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.486 m del nudo N14, para la combinación de acciones $1.35\cdot PP + 0.9\cdot VH1 + 1.5\cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{10.76} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{125.79} \text{ kN}$$

Donde:

$$A_v: \text{Área transversal a cortante.} \quad A_v : \underline{8.32} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$\begin{aligned} A: \text{Área bruta de la sección transversal de la barra.} & \quad A : \underline{18.20} \text{ cm}^2 \\ b: \text{Ancho de la sección.} & \quad b : \underline{66.00} \text{ mm} \\ t_f: \text{Espesor del ala.} & \quad t_f : \underline{8.60} \text{ mm} \\ t_w: \text{Espesor del alma.} & \quad t_w : \underline{5.70} \text{ mm} \\ r: \text{Radio de acuerdo entre ala y alma.} & \quad r : \underline{5.70} \text{ mm} \end{aligned}$$

$$f_{vd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & \quad f_y : \underline{275.00} \text{ MPa} \\ \gamma_{M0}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & \quad \gamma_{M0} : \underline{1.05} \end{aligned}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$19.54 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$$\lambda_w: \text{Esbeltez del alma.} \quad \lambda_w : \underline{19.54}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x}: \text{Esbeltez máxima.} \quad \lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\varepsilon: \text{Factor de reducción.} \quad \varepsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} f_{ref}: \text{Límite elástico de referencia.} & \quad f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa} \\ f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & \quad f_y : \underline{275.00} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$13.58 \text{ kN} \leq 116.05 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot VH1 + 1.5 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{13.58} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{232.10} \text{ kN}$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.197} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.957} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.961} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.071 m del nudo N14, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot VH1 + 1.5 \cdot N(EI)$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : \underline{2.45} \text{ kN}$
 $M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{v,Ed}^- : \underline{12.18} \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $M_{z,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$
Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : $\underline{1}$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.	$N_{pl,Rd} : \underline{805.49}$ kN
$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y} : \underline{62.76}$ kN·m
	$M_{pl,Rd,z} : \underline{6.67}$ kN·m
Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)	
A : Área de la sección bruta.	$A : \underline{30.76}$ cm ²
$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$W_{pl,y} : \underline{239.64}$ cm ³
	$W_{pl,z} : \underline{25.45}$ cm ³
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	$f_{yd} : \underline{261.90}$ MPa
Siendo:	
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	$f_y : \underline{275.00}$ MPa
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$
k_y , k_z , $k_{v,LT}$: Coeficientes de interacción.	
	$k_y : \underline{1.00}$
	$k_z : \underline{1.01}$
	$k_{v,LT} : \underline{1.00}$
$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.	
	$C_{m,y} : \underline{1.00}$
	$C_{m,z} : \underline{1.00}$
	$C_{m,LT} : \underline{1.00}$
χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	
	$\chi_y : \underline{0.93}$
	$\chi_z : \underline{0.36}$
χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.	
	$\chi_{LT} : \underline{0.20}$
$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\bar{\lambda}_y : \underline{0.47}$
	$\bar{\lambda}_z : \underline{1.45}$
α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.	$\alpha_y : \underline{0.60}$
	$\alpha_z : \underline{0.60}$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot VH1 + 1.5 \cdot N(EI)$.

$$13.58 \text{ kN} \leq 116.05 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$$\begin{array}{ll} \mathbf{V_{Ed,z}}: & \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo p\acute{e}simo.} & \mathbf{V_{Ed,z}} : & \frac{13.58}{\quad} \text{ kN} \\ \mathbf{V_{c,Rd,z}}: & \text{Esfuerzo cortante resistente de c\acute{a}lculo.} & \mathbf{V_{c,Rd,z}} : & \frac{232.10}{\quad} \text{ kN} \end{array}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

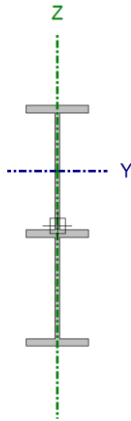
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N6/N8

Perfil: IPN 140, Simple con cartelas (Cartela inicial inferior: 0.50 m. Cartela final inferior: 0.50 m.) Material: Acero (S275)								
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas ⁽¹⁾					
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _v ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽³⁾ (cm ⁴)	y _a ⁽⁴⁾ (mm)	z _a ⁽⁴⁾ (mm)
N6	N8	5.056	29.91	2342.91	55.97	6.37	0.00	57.23
Notas: ⁽¹⁾ Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del perfil (N6) ⁽²⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽³⁾ Momento de inercia a torsión uniforme ⁽⁴⁾ Coordenadas del centro de gravedad								
		Pandeo		Pandeo lateral				
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.			
β		0.34	0.75	0.34	1.00			
L _K		1.700	3.773	1.700	5.056			
C _m		1.000	1.000	1.000	1.000			
C ₁		-		1.000				
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico								



Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} : \underline{1.45} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$\text{A} : \underline{30.76} \text{ cm}^2$$

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\text{f}_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

$$\text{N}_{cr} : \underline{401.54} \text{ kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$\text{N}_{cr,y} : \underline{3899.50} \text{ kN}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$\text{N}_{cr,z} : \underline{401.54} \text{ kN}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$\text{N}_{cr,T} : \underline{653.34} \text{ kN}$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y : <u>2678.59</u> cm ⁴
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>55.99</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>6.46</u> cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w : <u>7067.10</u> cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : <u>3.773</u> m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>1.700</u> m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : <u>5.056</u> m
i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_o : <u>9.43</u> cm

Siendo:

i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y : <u>9.33</u> cm
y_o , z_o : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	i_z : <u>1.35</u> cm
	y_o : <u>0.00</u> mm
	z_o : <u>0.00</u> mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$44.23 \leq 364.50 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>252.09</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>5.70</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>14.37</u> cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef} : <u>5.68</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{vf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{vf} : <u>275.00</u> MPa

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.008} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.484 m del nudo N6, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{3.97} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{476.67} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{18.20} \text{ cm}^2$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.009} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.024} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.570 m del nudo N6, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$N_{c,Ed}: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{c,Ed} : \underline{4.37} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{476.67} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{18.20} \text{ cm}^2$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{180.33} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{18.20} \text{ cm}^2$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.81}$$

$$\chi_z : \underline{0.38}$$

$$\chi_T : \underline{0.80}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.86}$$

$$\phi_z : \underline{1.70}$$

$$\phi_T : \underline{0.81}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

$$\alpha_T : \underline{0.34}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.77}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.41}$$

	$\bar{\lambda}_T$: <u>0.68</u>
N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:	N_{cr} : <u>252.44</u> kN
N_{cr,y} : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	N_{cr,v} : <u>834.18</u> kN
N_{cr,z} : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	N_{cr,z} : <u>252.44</u> kN
N_{cr,T} : Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	N_{cr,T} : <u>1084.48</u> kN

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.195} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.959} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.985 m del nudo N6, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·VH2.

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M_{Ed}^+} : \underline{11.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.985 m del nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·VH1+1.5·N(EI).

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M_{Ed}^-} : \underline{12.26} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo **M_{c,Rd}** viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} : \underline{62.76} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\mathbf{Clase} : \underline{1}$$

W_{pl,y}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$\mathbf{W_{pl,v}} : \underline{239.64} \text{ cm}^3$$

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{vd}} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\mathbf{f_v} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{MO}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\mathbf{\gamma_{MO}} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ : \underline{35.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd}^- : \underline{12.78} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{239.64} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT}^+ : \underline{0.56}$$

$$\chi_{LT}^- : \underline{0.20}$$

Siendo:

$$\phi_{LT}^+ : \underline{1.21}$$

$$\phi_{LT}^- : \underline{2.88}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.34}$$

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ : \underline{1.06}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- : \underline{2.03}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr}^+ : \underline{58.55} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{cr}^- : \underline{15.97} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV}^+ : \underline{45.85} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTV}^- : \underline{15.42} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW}^+ : \underline{36.40} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTW}^- : \underline{4.15} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y}^+ : \underline{198.21} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,y}^- : \underline{199.68} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{55.99} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{6.46} \text{ cm}^4$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{1.700} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{5.056} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z}^+ : \underline{1.60} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{1.60} \text{ cm}$$

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.086} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.486 m del nudo N6, para la combinación de acciones $1.35\cdot PP + 0.9\cdot VH1 + 1.5\cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{10.76} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{125.79} \text{ kN}$$

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : 8.32 cm²

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 18.20 cm²

b: Ancho de la sección. **b** : 66.00 mm

t_f: Espesor del ala. **t_f** : 8.60 mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : 5.70 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 5.70 mm

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{vd}** : 261.90 MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 275.00 MPa

γ_{MO}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{MO}** : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

19.54 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : 19.54

λ_{máx}: Esbeltez máxima. **λ_{máx}** : 64.71

ε: Factor de reducción. **ε** : 0.92

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$13.58 \text{ kN} \leq 116.05 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot VH1 + 1.5 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{13.58} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{232.10} \text{ kN}$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.197} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.957} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.961} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.071 m del nudo N6, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot VH1 + 1.5 \cdot N(EI)$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : \underline{2.45} \text{ kN}$
 $M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{v,Ed}^- : \underline{12.18} \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $M_{z,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$
Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : $\underline{1}$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.	$N_{pl,Rd} : \underline{805.49}$ kN
$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y} : \underline{62.76}$ kN·m
	$M_{pl,Rd,z} : \underline{6.67}$ kN·m
Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)	
A: Área de la sección bruta.	$A : \underline{30.76}$ cm ²
$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$W_{pl,y} : \underline{239.64}$ cm ³
	$W_{pl,z} : \underline{25.45}$ cm ³
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	$f_{yd} : \underline{261.90}$ MPa
Siendo:	
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	$f_y : \underline{275.00}$ MPa
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$
k_y , k_z , $k_{v,LT}$: Coeficientes de interacción.	
	$k_y : \underline{1.00}$
	$k_z : \underline{1.01}$
	$k_{v,LT} : \underline{1.00}$
$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.	
	$C_{m,y} : \underline{1.00}$
	$C_{m,z} : \underline{1.00}$
	$C_{m,LT} : \underline{1.00}$
χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	
	$\chi_y : \underline{0.93}$
	$\chi_z : \underline{0.36}$
χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.	
$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\chi_{LT} : \underline{0.20}$
	$\bar{\lambda}_y : \underline{0.47}$
	$\bar{\lambda}_z : \underline{1.45}$
α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.	$\alpha_y : \underline{0.60}$
	$\alpha_z : \underline{0.60}$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot VH1 + 1.5 \cdot N(EI)$.

$$13.58 \text{ kN} \leq 116.05 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z} : \frac{13.58}{\quad} \text{ kN}$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z} : \frac{232.10}{\quad} \text{ kN}$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

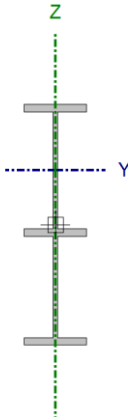
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N10/N12

Perfil: IPN 140, Simple con cartelas (Cartela inicial inferior: 0.50 m. Cartela final inferior: 0.50 m.)
Material: Acero (S275)

	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas ⁽¹⁾				
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _v ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽³⁾ (cm ⁴)	y _a ⁽⁴⁾ (mm)
	N10	N12	5.056	29.91	2342.91	55.97	6.37	0.00
Notas: ⁽¹⁾ Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del perfil (N10) ⁽²⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽³⁾ Momento de inercia a torsión uniforme ⁽⁴⁾ Coordenadas del centro de gravedad								
		Pandeo		Pandeo lateral				
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.			
β		0.34	0.75	0.34	1.00			
L _K		1.700	3.773	1.700	5.056			
C _m		1.000	1.000	1.000	1.000			
C ₁		-		1.000				
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico								

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda} : \underline{1.45}$ ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 30.76 cm²

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 401.54 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 3899.50 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 401.54 kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : 653.34 kN

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y : <u>2678.59</u> cm ⁴
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>55.99</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>6.46</u> cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w : <u>7067.10</u> cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : <u>3.773</u> m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>1.700</u> m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : <u>5.056</u> m
i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_o : <u>9.43</u> cm

Siendo:

i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y : <u>9.33</u> cm
	i_z : <u>1.35</u> cm
y_o , z_o : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y_o : <u>0.00</u> mm
	z_o : <u>0.00</u> mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$44.23 \leq 364.50 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>252.09</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>5.70</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>14.37</u> cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef} : <u>5.68</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{vf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{vf} : <u>275.00</u> MPa

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.008} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.484 m del nudo N10, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{3.65} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{476.67} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{18.20} \text{ cm}^2$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.009} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.024} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.570 m del nudo N10, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$N_{c,Ed}: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{c,Ed} : \underline{4.34} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{476.67} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{18.20} \text{ cm}^2$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{180.33} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{18.20} \text{ cm}^2$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.81}$$

$$\chi_z : \underline{0.38}$$

$$\chi_T : \underline{0.80}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.86}$$

$$\phi_z : \underline{1.70}$$

$$\phi_T : \underline{0.81}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

$$\alpha_T : \underline{0.34}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.77}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.41}$$

	$\bar{\lambda}_T$: <u>0.68</u>
N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:	N_{cr} : <u>252.44</u> kN
N_{cr,y} : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	N_{cr,y} : <u>834.18</u> kN
N_{cr,z} : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	N_{cr,z} : <u>252.44</u> kN
N_{cr,T} : Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	N_{cr,T} : <u>1084.48</u> kN

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.190} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.932} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.985 m del nudo N10, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·VH2.

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M_{Ed}^+} : \underline{10.87} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.985 m del nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·VH1+1.5·N(EI).

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M_{Ed}^-} : \underline{11.92} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo **M_{c,Rd}** viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} : \underline{62.76} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\mathbf{Clase} : \underline{1}$$

W_{pl,y}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$\mathbf{W_{pl,y}} : \underline{239.64} \text{ cm}^3$$

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{vd}} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\mathbf{f_v} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{MO}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\mathbf{\gamma_{MO}} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ : \underline{35.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd}^- : \underline{12.78} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{239.64} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT}^+ : \underline{0.56}$$

$$\chi_{LT}^- : \underline{0.20}$$

Siendo:

$$\phi_{LT}^+ : \underline{1.21}$$

$$\phi_{LT}^- : \underline{2.88}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.34}$$

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ : \underline{1.06}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- : \underline{2.03}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr}^+ : \underline{58.55} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{cr}^- : \underline{15.97} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV}^+ : \underline{45.85} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTV}^- : \underline{15.42} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW}^+ : \underline{36.40} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTW}^- : \underline{4.15} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y}^+ : \underline{198.21} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,y}^- : \underline{199.68} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{55.99} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{6.46} \text{ cm}^4$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{1.700} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{5.056} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z}^+ : \underline{1.60} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{1.60} \text{ cm}$$

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.083} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.486 m del nudo N10, para la combinación de acciones $1.35\cdot PP + 0.9\cdot VH1 + 1.5\cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{10.45} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{125.79} \text{ kN}$$

Donde:

$$A_v: \text{Área transversal a cortante.} \quad A_v : \underline{8.32} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$\begin{aligned} A: \text{Área bruta de la sección transversal de la barra.} & \quad A : \underline{18.20} \text{ cm}^2 \\ b: \text{Ancho de la sección.} & \quad b : \underline{66.00} \text{ mm} \\ t_f: \text{Espesor del ala.} & \quad t_f : \underline{8.60} \text{ mm} \\ t_w: \text{Espesor del alma.} & \quad t_w : \underline{5.70} \text{ mm} \\ r: \text{Radio de acuerdo entre ala y alma.} & \quad r : \underline{5.70} \text{ mm} \end{aligned}$$

$$f_{vd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & \quad f_y : \underline{275.00} \text{ MPa} \\ \gamma_{MO}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & \quad \gamma_{MO} : \underline{1.05} \end{aligned}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$19.54 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$$\lambda_w: \text{Esbeltez del alma.} \quad \lambda_w : \underline{19.54}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x}: \text{Esbeltez máxima.} \quad \lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\varepsilon: \text{Factor de reducción.} \quad \varepsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} f_{ref}: \text{Límite elástico de referencia.} & \quad f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa} \\ f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & \quad f_y : \underline{275.00} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$13.22 \text{ kN} \leq 116.05 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot VH1 + 1.5 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{13.22} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{232.10} \text{ kN}$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.192} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.930} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.933} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.071 m del nudo N10, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot VH1 + 1.5 \cdot N(EI)$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : \underline{2.43} \text{ kN}$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{v,Ed}^- : \underline{11.83} \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : $\underline{1}$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.	$N_{pl,Rd} : \underline{805.49}$ kN
$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y} : \underline{62.76}$ kN·m
	$M_{pl,Rd,z} : \underline{6.67}$ kN·m
Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)	
A : Área de la sección bruta.	$A : \underline{30.76}$ cm ²
$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$W_{pl,y} : \underline{239.64}$ cm ³
	$W_{pl,z} : \underline{25.45}$ cm ³
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	$f_{yd} : \underline{261.90}$ MPa
Siendo:	
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	$f_y : \underline{275.00}$ MPa
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$
k_y , k_z , $k_{v,LT}$: Coeficientes de interacción.	
	$k_y : \underline{1.00}$
	$k_z : \underline{1.01}$
	$k_{v,LT} : \underline{1.00}$
$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.	
	$C_{m,y} : \underline{1.00}$
	$C_{m,z} : \underline{1.00}$
	$C_{m,LT} : \underline{1.00}$
χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	
	$\chi_y : \underline{0.93}$
	$\chi_z : \underline{0.36}$
χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.	
	$\chi_{LT} : \underline{0.20}$
$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\bar{\lambda}_y : \underline{0.47}$
	$\bar{\lambda}_z : \underline{1.45}$
α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.	$\alpha_y : \underline{0.60}$
	$\alpha_z : \underline{0.60}$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot VH1 + 1.5 \cdot N(EI)$.

$$13.22 \text{ kN} \leq 116.05 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$$\begin{array}{ll} \mathbf{V_{Ed,z}}: & \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo p\acute{e}simo.} & \mathbf{V_{Ed,z}} : & \frac{13.22}{\quad} \text{ kN} \\ \mathbf{V_{c,Rd,z}}: & \text{Esfuerzo cortante resistente de c\acute{a}lculo.} & \mathbf{V_{c,Rd,z}} : & \frac{232.10}{\quad} \text{ kN} \end{array}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N11/N12

Perfil: IPE 140 Material: Acero (S275)						
Nudos	Longitud (m)		Características mecánicas			
	Inicial	Final	Área (cm ²)	I _v ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N11	N12	3.050	16.40	541.00	44.90	2.40
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	0.00	1.24	0.00	1.00		
L _K	0.000	3.795	0.000	3.050		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: 0.82 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 16.40 cm²

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 667.63 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 778.65 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : ∞

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : 667.63 kN

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y : <u>541.00</u> cm ⁴
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>44.90</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>2.40</u> cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w : <u>1980.00</u> cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : <u>3.795</u> m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>0.000</u> m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : <u>3.050</u> m
i₀ : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i₀ : <u>5.98</u> cm

Siendo:

i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y : <u>5.74</u> cm
	i_z : <u>1.65</u> cm
y₀ , z₀ : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y₀ : <u>0.00</u> mm
	z₀ : <u>0.00</u> mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$26.85 \leq 248.60 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>126.20</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>4.70</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>5.93</u> cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef} : <u>5.04</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : <u>275.00</u> MPa

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.030} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.835 m del nudo N11, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·VH2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{12.86} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{429.52} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{16.40} \text{ cm}^2$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.034} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.048} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·VH1+1.5·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{14.62} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{429.52} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{16.40} \text{ cm}^2$$

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{305.32} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{16.40} \text{ cm}^2$$

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.82}$$

$$\chi_T : \underline{0.71}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.85}$$

$$\phi_T : \underline{0.94}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_T : \underline{0.34}$$

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.76}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{0.82}$$

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{667.63} \text{ kN}$$

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{778.65} \text{ kN}$$

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{\infty}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{667.63} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.194} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.393} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{2.23} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{4.49} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{23.13} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{88.30} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ : \underline{23.13} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd}^- : \underline{11.44} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,v}$: 88.30 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.05

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

χ_{LT}^+ : 1.00

χ_{LT}^- : 0.49

Siendo:

ϕ_{LT}^+ : 0.00

ϕ_{LT}^- : 1.40

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica. α_{LT} : 0.21

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_{LT}^+$: 0.00

$\bar{\lambda}_{LT}^-$: 1.26

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral. M_{cr}^+ : ∞

M_{cr}^- : 15.34 kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

M_{LTV}^+ : ∞

M_{LTV}^- : 13.95 kN·m

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

M_{LTW}^+ : ∞

M_{LTW}^- : 6.40 kN·m

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida. $W_{el,v}$: 77.29 cm³

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>44.90</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>2.40</u> cm ⁴
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_c⁺ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	L_c⁺ : <u>0.000</u> m
L_c⁻ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	L_c⁻ : <u>3.050</u> m
C₁ : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C₁ : <u>1.00</u>
i_{f,z}⁺ : Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.	i_{f,z}⁺ : <u>1.93</u> cm
	i_{f,z}⁻ : <u>1.93</u> cm

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.051} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{5.91} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} : \underline{115.17} \text{ kN}$$

Donde:

$$\mathbf{A_v}: \text{Área transversal a cortante.} \quad \mathbf{A_v} : \underline{7.62} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.	A : <u>16.40</u> cm ²
b : Ancho de la sección.	b : <u>73.00</u> mm
t_f : Espesor del ala.	t_f : <u>6.90</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>4.70</u> mm
r : Radio de acuerdo entre ala y alma.	r : <u>7.00</u> mm

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{vd} : \underline{261.90}$ MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00}$ MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$23.87 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. $\lambda_w : \underline{23.87}$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$

ε : Factor de reducción. $\varepsilon : \underline{0.92}$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia. $f_{ref} : \underline{235.00}$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00}$ MPa

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$5.91 \text{ kN} \leq 57.58 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 5.91 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 115.17 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.197} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.397} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.238} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N11, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 1.62 kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}$: 4.47 kN·m

$M_{z,Ed}^+$: 0.00 kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase**: 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $N_{pl,Rd}$: 429.52 kN

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,y}$: 23.13 kN·m

$M_{pl,Rd,z}$: 5.05 kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. **A**: 16.40 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y}$: 88.30 cm³

$W_{pl,z}$: 19.30 cm³

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.05

$k_y, k_z, k_{v,LT}$: Coeficientes de interacción.

k_y : 1.00

k_z : 1.00

$k_{v,LT}$: 0.60

$C_{m,y}, C_{m,z}, C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$C_{m,y}$: 1.00

$C_{m,z}$: 1.00

$C_{m,LT}$: 1.00

χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

χ_y : 0.82

χ_z : 1.00

χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

χ_{LT} : 0.49

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$: 0.76

$\bar{\lambda}_z$: 0.00

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

α_y : 0.60

α_z : 0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

5.91 kN ≤ 57.58 kN ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: 5.91 kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: 115.17 kN

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N15/N16

Perfil: IPE 140 Material: Acero (S275)						
Nudos	Longitud (m)		Características mecánicas			
	Inicial	Final	Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N15	N16	3.050	16.40	541.00	44.90	2.40
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	0.00	1.24	0.00	1.00		
L _K	0.000	3.795	0.000	3.050		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: 0.82 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 16.40 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 667.63 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 778.65 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : ∞

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : 667.63 kN

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y : <u>541.00</u> cm ⁴
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>44.90</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>2.40</u> cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w : <u>1980.00</u> cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : <u>3.795</u> m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>0.000</u> m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : <u>3.050</u> m
i₀ : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i₀ : <u>5.98</u> cm

Siendo:

i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y : <u>5.74</u> cm
	i_z : <u>1.65</u> cm
y₀ , z₀ : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y₀ : <u>0.00</u> mm
	z₀ : <u>0.00</u> mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$26.85 \leq 248.60 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>126.20</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>4.70</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>5.93</u> cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef} : <u>5.04</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : <u>275.00</u> MPa

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.030} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.835 m del nudo N15, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot VH2$.

$$\mathbf{N_{t,Ed}}: \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{N_{t,Ed}} : \underline{13.06} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $\mathbf{N_{t,Rd}}$ viene dada por:

$$\mathbf{N_{t,Rd}} : \underline{429.52} \text{ kN}$$

Donde:

$$\begin{aligned} \mathbf{A}: & \text{Área bruta de la sección transversal de la barra.} & \mathbf{A} : & \underline{16.40} \text{ cm}^2 \\ \mathbf{f_{vd}}: & \text{Resistencia de cálculo del acero.} & \mathbf{f_{vd}} : & \underline{261.90} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} \mathbf{f_y}: & \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & \mathbf{f_y} : & \underline{275.00} \text{ MPa} \\ \mathbf{\gamma_{M0}}: & \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & \mathbf{\gamma_{M0}} : & \underline{1.05} \end{aligned}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.035} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.049} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot VH1 + 1.5 \cdot N(EI)$.

$$\mathbf{N_{c,Ed}}: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{N_{c,Ed}} : \underline{14.96} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $\mathbf{N_{c,Rd}}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{429.52 \text{ kN}}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{16.40 \text{ cm}^2}$$

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90 \text{ MPa}}$$

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00 \text{ MPa}}$$

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{305.32 \text{ kN}}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{16.40 \text{ cm}^2}$$

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90 \text{ MPa}}$$

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00 \text{ MPa}}$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.82}$$

$$\chi_T : \underline{0.71}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.85}$$

$$\phi_T : \underline{0.94}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_T : \underline{0.34}$$

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.76}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{0.82}$$

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{667.63 \text{ kN}}$$

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{778.65 \text{ kN}}$$

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{\infty}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$N_{cr,T}$: 667.63 kN

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.194 ✓

η : 0.391 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 2.19 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 4.48 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 23.13 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,v}$: 88.30 cm³

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$M_{b,Rd}^+$: 23.13 kN·m

$M_{b,Rd}^-$: 11.44 kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,v}$: 88.30 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.05

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

χ_{LT}^+ : 1.00

χ_{LT}^- : 0.49

Siendo:

ϕ_{LT}^+ : 0.00

ϕ_{LT}^- : 1.40

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica. α_{LT} : 0.21

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_{LT}^+$: 0.00

$\bar{\lambda}_{LT}^-$: 1.26

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral. M_{cr}^+ : ∞

M_{cr}^- : 15.34 kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

M_{LTV}^+ : ∞

M_{LTV}^- : 13.95 kN·m

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

M_{LTW}^+ : ∞

M_{LTW}^- : 6.40 kN·m

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida. $W_{el,v}$: 77.29 cm³

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>44.90</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>2.40</u> cm ⁴
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_c⁺ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	L_c⁺ : <u>0.000</u> m
L_c⁻ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	L_c⁻ : <u>3.050</u> m
C₁ : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C₁ : <u>1.00</u>
i_{f,z}⁺ : Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.	i_{f,z}⁺ : <u>1.93</u> cm
	i_{f,z}⁻ : <u>1.93</u> cm

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.051} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{5.90} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} : \underline{115.17} \text{ kN}$$

Donde:

$$\mathbf{A_v}: \text{Área transversal a cortante.} \quad \mathbf{A_v} : \underline{7.62} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.	A : <u>16.40</u> cm ²
b : Ancho de la sección.	b : <u>73.00</u> mm
t_f : Espesor del ala.	t_f : <u>6.90</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>4.70</u> mm
r : Radio de acuerdo entre ala y alma.	r : <u>7.00</u> mm

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{vd} : \underline{261.90}$ MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00}$ MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$23.87 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. $\lambda_w : \underline{23.87}$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$

ε : Factor de reducción. $\varepsilon : \underline{0.92}$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia. $f_{ref} : \underline{235.00}$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00}$ MPa

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$5.90 \text{ kN} \leq 57.58 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 5.90 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 115.17 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.195} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.393} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.236} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N15, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 1.12 kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}$: 4.45 kN·m

$M_{z,Ed}^+$: 0.00 kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $N_{pl,Rd}$: 429.52 kN

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,y}$: 23.13 kN·m

$M_{pl,Rd,z}$: 5.05 kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. **A** : 16.40 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y}$: 88.30 cm³

$W_{pl,z}$: 19.30 cm³

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_v : \underline{275.00}$ MPa

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M1} : \underline{1.05}$

$k_y, k_z, k_{v,LT}$: Coeficientes de interacción.

$k_y : \underline{1.00}$

$k_z : \underline{1.00}$

$k_{v,LT} : \underline{0.60}$

$C_{m,y}, C_{m,z}, C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$C_{m,y} : \underline{1.00}$

$C_{m,z} : \underline{1.00}$

$C_{m,LT} : \underline{1.00}$

χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\chi_y : \underline{0.82}$

$\chi_z : \underline{1.00}$

χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$\chi_{LT} : \underline{0.49}$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y : \underline{0.76}$

$\bar{\lambda}_z : \underline{0.00}$

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$\alpha_y : \underline{0.60}$

$\alpha_z : \underline{0.60}$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

5.90 kN \leq 57.58 kN ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z} : \underline{5.90}$ kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z} : \underline{115.17}$ kN

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N7/N8

Perfil: IPE 140 Material: Acero (S275)						
Nudos	Longitud (m)		Características mecánicas			
	Inicial	Final	Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N7	N8	3.050	16.40	541.00	44.90	2.40
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	0.00	1.24	0.00	1.00		
L _K	0.000	3.795	0.000	3.050		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} : \underline{0.82} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$\text{A} : \underline{16.40} \text{ cm}^2$$

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\text{f}_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

$$\text{N}_{cr} : \underline{667.63} \text{ kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$\text{N}_{cr,y} : \underline{778.65} \text{ kN}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$\text{N}_{cr,z} : \underline{\infty}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$\text{N}_{cr,T} : \underline{667.63} \text{ kN}$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y : <u>541.00</u> cm ⁴
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>44.90</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>2.40</u> cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w : <u>1980.00</u> cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : <u>3.795</u> m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>0.000</u> m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : <u>3.050</u> m
i₀ : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i₀ : <u>5.98</u> cm

Siendo:

i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y : <u>5.74</u> cm
	i_z : <u>1.65</u> cm
y₀ , z₀ : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y₀ : <u>0.00</u> mm
	z₀ : <u>0.00</u> mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$26.85 \leq 248.60 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>126.20</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>4.70</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>5.93</u> cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef} : <u>5.04</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : <u>275.00</u> MPa

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.030} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.835 m del nudo N7, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot VH2$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{13.06} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{429.52} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{16.40} \text{ cm}^2$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.035} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.049} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot VH1 + 1.5 \cdot N(EI)$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{14.96} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{429.52} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{16.40} \text{ cm}^2$$

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{305.32} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{16.40} \text{ cm}^2$$

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.82}$$

$$\chi_T : \underline{0.71}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.85}$$

$$\phi_T : \underline{0.94}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_T : \underline{0.34}$$

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.76}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{0.82}$$

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{667.63} \text{ kN}$$

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{778.65} \text{ kN}$$

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{\infty}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{667.63} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.194} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.391} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{2.19} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{4.48} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{23.13} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{88.30} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ : \underline{23.13} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd}^- : \underline{11.44} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,v}$: 88.30 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.05

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

χ_{LT}^+ : 1.00

χ_{LT}^- : 0.49

Siendo:

ϕ_{LT}^+ : 0.00

ϕ_{LT}^- : 1.40

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica. α_{LT} : 0.21

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_{LT}^+$: 0.00

$\bar{\lambda}_{LT}^-$: 1.26

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral. M_{cr}^+ : ∞

M_{cr}^- : 15.34 kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

M_{LTV}^+ : ∞

M_{LTV}^- : 13.95 kN·m

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

M_{LTW}^+ : ∞

M_{LTW}^- : 6.40 kN·m

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida. $W_{el,v}$: 77.29 cm³

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>44.90</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>2.40</u> cm ⁴
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_c⁺ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	L_c⁺ : <u>0.000</u> m
L_c⁻ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	L_c⁻ : <u>3.050</u> m
C₁ : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C₁ : <u>1.00</u>
i_{f,z}⁺ : Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.	i_{f,z}⁺ : <u>1.93</u> cm
	i_{f,z}⁻ : <u>1.93</u> cm

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.051} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{5.90} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} : \underline{115.17} \text{ kN}$$

Donde:

$$\mathbf{A_v}: \text{Área transversal a cortante.} \quad \mathbf{A_v} : \underline{7.62} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.	A : <u>16.40</u> cm ²
b : Ancho de la sección.	b : <u>73.00</u> mm
t_f : Espesor del ala.	t_f : <u>6.90</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>4.70</u> mm
r : Radio de acuerdo entre ala y alma.	r : <u>7.00</u> mm

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{vd} : \underline{261.90}$ MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00}$ MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$23.87 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. $\lambda_w : \underline{23.87}$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$

ε : Factor de reducción. $\varepsilon : \underline{0.92}$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia. $f_{ref} : \underline{235.00}$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00}$ MPa

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$5.90 \text{ kN} \leq 57.58 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 5.90 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 115.17 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.195} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.393} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.236} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N7, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 1.12 kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}$: 4.45 kN·m

$M_{z,Ed}^+$: 0.00 kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $N_{pl,Rd}$: 429.52 kN

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,y}$: 23.13 kN·m

$M_{pl,Rd,z}$: 5.05 kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. **A** : 16.40 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y}$: 88.30 cm³

$W_{pl,z}$: 19.30 cm³

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_v : 275.00 MPa

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.05

$k_y, k_z, k_{v,LT}$: Coeficientes de interacción.

k_y : 1.00

k_z : 1.00

$k_{v,LT}$: 0.60

$C_{m,y}, C_{m,z}, C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$C_{m,y}$: 1.00

$C_{m,z}$: 1.00

$C_{m,LT}$: 1.00

χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

χ_y : 0.82

χ_z : 1.00

χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

χ_{LT} : 0.49

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$: 0.76

$\bar{\lambda}_z$: 0.00

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

α_y : 0.60

α_z : 0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

5.90 kN ≤ 57.58 kN ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: 5.90 kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: 115.17 kN

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N9/N10

Perfil: IPE 140 Material: Acero (S275)						
Nudos	Longitud (m)	Características mecánicas				
		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
Inicial	Final					
N9	N10	2.300	16.40	541.00	44.90	2.40
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	0.00	1.30	1.00	0.00		
L _K	0.000	2.986	2.300	0.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda} : \underline{0.77} \checkmark$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 16.40 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 761.29 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 1257.30 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : ∞

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : 761.29 kN

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y : <u>541.00</u> cm ⁴
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>44.90</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>2.40</u> cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w : <u>1980.00</u> cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : <u>2.986</u> m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>0.000</u> m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : <u>2.300</u> m
i₀ : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i₀ : <u>5.98</u> cm

Siendo:

i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y : <u>5.74</u> cm
	i_z : <u>1.65</u> cm
y₀ , z₀ : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y₀ : <u>0.00</u> mm
	z₀ : <u>0.00</u> mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$26.85 \leq 248.60 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>126.20</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>4.70</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>5.93</u> cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef} : <u>5.04</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : <u>275.00</u> MPa

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.029} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.096 m del nudo N9, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot VH2$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{12.64} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{429.52} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{16.40} \text{ cm}^2$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.034} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.045} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot VH1 + 1.5 \cdot N(EI)$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{14.45} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{429.52} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{16.40} \text{ cm}^2$$

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{319.12} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{16.40} \text{ cm}^2$$

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_v : \underline{0.89}$$

$$\chi_T : \underline{0.74}$$

Siendo:

$$\phi_v : \underline{0.72}$$

$$\phi_T : \underline{0.89}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_v : \underline{0.21}$$

$$\alpha_T : \underline{0.34}$$

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_v : \underline{0.60}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{0.77}$$

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{761.29} \text{ kN}$$

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{1257.30} \text{ kN}$$

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{\infty}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$N_{cr,T}$: 761.29 kN

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.190 ✓

η : 0.304 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.097 m del nudo N9, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 4.39 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.097 m del nudo N9, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 2.42 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 23.13 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 88.30 cm³

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$M_{b,Rd}^+$: 14.44 kN·m

$$M_{b,Rd}^- : \underline{23.13} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{88.30} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT}^+ : \underline{0.62}$$

$$\chi_{LT}^- : \underline{1.00}$$

Siendo:

$$\phi_{LT}^+ : \underline{1.15}$$

$$\phi_{LT}^- : \underline{0.00}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.21}$$

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ : \underline{1.06}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- : \underline{0.00}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr}^+ : \underline{21.65} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{cr}^- : \underline{\infty}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV}^+ : \underline{18.49} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTV}^- : \underline{\infty}$$

M_{LTw} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTw}^+ : \underline{11.25} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTw}^- : \underline{\infty}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.	$W_{el,y}$: <u>77.29</u> cm ³
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>44.90</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>2.40</u> cm ⁴
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	L_c^+ : <u>2.300</u> m
L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	L_c^- : <u>0.000</u> m
C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_1 : <u>1.00</u>
$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.	$i_{f,z}^+$: <u>1.93</u> cm
	$i_{f,z}^-$: <u>1.93</u> cm

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.052} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H2.

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{5.99} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} : \underline{115.17} \text{ kN}$$

Donde:

$$\mathbf{A_v}: \text{Área transversal a cortante.} \quad \mathbf{A_v} : \underline{7.62} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$\mathbf{A}: \text{Área bruta de la sección transversal de la barra.} \quad \mathbf{A} : \underline{16.40} \text{ cm}^2$$

$$\mathbf{b}: \text{Ancho de la sección.} \quad \mathbf{b} : \underline{73.00} \text{ mm}$$

$$\mathbf{t_f}: \text{Espesor del ala.} \quad \mathbf{t_f} : \underline{6.90} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>4.70</u> mm
r : Radio de acuerdo entre ala y alma.	r : <u>7.00</u> mm

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>275.00</u> MPa
γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0} : <u>1.05</u>

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

23.87 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. λ_w : 23.87

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

ϵ : Factor de reducción. ϵ : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.	f_{ref} : <u>235.00</u> MPa
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>275.00</u> MPa

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

5.99 kN ≤ 57.58 kN ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{5.99} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{115.17} \text{ kN}$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.207} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.324} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.199} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N9, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : \underline{8.23} \text{ kN}$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}^+ : \underline{4.33} \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $N_{pl,Rd} : \underline{429.52} \text{ kN}$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,y} : \underline{23.13} \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{pl,Rd,z} : \underline{5.05} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. **A** : 16.40 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la **W_{pl,y}** : 88.30 cm³

fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,z} : \underline{19.30} \text{ cm}^3$
 f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M1} : \underline{1.05}$

$k_y, k_z, k_{v,LT}$: Coeficientes de interacción.

$k_y : \underline{1.01}$

$k_z : \underline{1.00}$

$k_{v,LT} : \underline{0.60}$

$C_{m,y}, C_{m,z}, C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$C_{m,y} : \underline{1.00}$

$C_{m,z} : \underline{1.00}$

$C_{m,LT} : \underline{1.00}$

χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\chi_y : \underline{0.89}$

$\chi_z : \underline{1.00}$

χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$\chi_{LT} : \underline{0.62}$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y : \underline{0.60}$

$\bar{\lambda}_z : \underline{0.00}$

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$\alpha_y : \underline{0.60}$

$\alpha_z : \underline{0.60}$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2$.

5.99 kN ≤ 57.58 kN ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z} : \underline{5.99} \text{ kN}$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z} : \underline{115.17} \text{ kN}$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N13/N14

Perfil: IPE 140 Material: Acero (S275)						
Nudos	Longitud (m)	Características mecánicas				
		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
Inicial	Final					
N13	N14	2.300	16.40	541.00	44.90	2.40
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β	0.00	1.30	1.00	0.00		
L _K	0.000	2.986	2.300	0.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda} : \underline{0.77} \checkmark$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 16.40 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 761.29 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 1257.30 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : ∞

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : 761.29 kN

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y : <u>541.00</u> cm ⁴
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>44.90</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>2.40</u> cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w : <u>1980.00</u> cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : <u>2.986</u> m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>0.000</u> m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : <u>2.300</u> m
i₀ : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i₀ : <u>5.98</u> cm

Siendo:

i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y : <u>5.74</u> cm
	i_z : <u>1.65</u> cm
y₀ , z₀ : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y₀ : <u>0.00</u> mm
	z₀ : <u>0.00</u> mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$26.85 \leq 248.60 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>126.20</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>4.70</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>5.93</u> cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef} : <u>5.04</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : <u>275.00</u> MPa

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.030} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.096 m del nudo N13, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·VH2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{12.84} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{429.52} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{16.40} \text{ cm}^2$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.034} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.046} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N13, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·VH1+1.5·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{14.79} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{429.52} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{16.40} \text{ cm}^2$$

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{319.12} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{16.40} \text{ cm}^2$$

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.89}$$

$$\chi_T : \underline{0.74}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.72}$$

$$\phi_T : \underline{0.89}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_T : \underline{0.34}$$

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.60}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{0.77}$$

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{761.29} \text{ kN}$$

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{1257.30} \text{ kN}$$

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{\infty}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$N_{cr,T}$: 761.29 kN

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.188 ✓

η : 0.302 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.097 m del nudo N13, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 4.35 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.097 m del nudo N13, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 2.35 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 23.13 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 88.30 cm³

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$M_{b,Rd}^+$: 14.44 kN·m

$$M_{b,Rd}^- : \underline{23.13} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{88.30} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT}^+ : \underline{0.62}$$

$$\chi_{LT}^- : \underline{1.00}$$

Siendo:

$$\phi_{LT}^+ : \underline{1.15}$$

$$\phi_{LT}^- : \underline{0.00}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.21}$$

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ : \underline{1.06}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- : \underline{0.00}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr}^+ : \underline{21.65} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{cr}^- : \underline{\infty}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV}^+ : \underline{18.49} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTV}^- : \underline{\infty}$$

M_{LTw} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTw}^+ : \underline{11.25} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTw}^- : \underline{\infty}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.	$W_{el,y}$: <u>77.29</u> cm ³
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>44.90</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>2.40</u> cm ⁴
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	L_c^+ : <u>2.300</u> m
L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	L_c^- : <u>0.000</u> m
C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_1 : <u>1.00</u>
$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.	$i_{f,z}^+$: <u>1.93</u> cm
	$i_{f,z}^-$: <u>1.93</u> cm

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.052} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N13, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H2.

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{5.93} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} : \underline{115.17} \text{ kN}$$

Donde:

$$\mathbf{A_v}: \text{Área transversal a cortante.} \quad \mathbf{A_v} : \underline{7.62} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$\mathbf{A}: \text{Área bruta de la sección transversal de la barra.} \quad \mathbf{A} : \underline{16.40} \text{ cm}^2$$

$$\mathbf{b}: \text{Ancho de la sección.} \quad \mathbf{b} : \underline{73.00} \text{ mm}$$

$$\mathbf{t_f}: \text{Espesor del ala.} \quad \mathbf{t_f} : \underline{6.90} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma. t_w : 4.70 mm
 r : Radio de acuerdo entre ala y alma. r : 7.00 mm

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa
 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$23.87 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. λ_w : 23.87

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

ϵ : Factor de reducción. ϵ : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa
 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$5.93 \text{ kN} \leq 57.58 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{5.93} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{115.17} \text{ kN}$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.204} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.320} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.197} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N13, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : \underline{8.23} \text{ kN}$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}^+ : \underline{4.27} \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $N_{pl,Rd} : \underline{429.52} \text{ kN}$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,y} : \underline{23.13} \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{pl,Rd,z} : \underline{5.05} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. **A** : 16.40 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la **W_{pl,y}** : 88.30 cm³

fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,z} : 19.30 \text{ cm}^3$
 f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{vd} : 261.90 \text{ MPa}$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 275.00 \text{ MPa}$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M1} : 1.05$

$k_y, k_z, k_{v,LT}$: Coeficientes de interacción.

$k_y : 1.01$

$k_z : 1.00$

$k_{v,LT} : 0.60$

$C_{m,y}, C_{m,z}, C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$C_{m,y} : 1.00$

$C_{m,z} : 1.00$

$C_{m,LT} : 1.00$

χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\chi_y : 0.89$

$\chi_z : 1.00$

χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$\chi_{LT} : 0.62$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y : 0.60$

$\bar{\lambda}_z : 0.00$

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$\alpha_y : 0.60$

$\alpha_z : 0.60$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2$.

5.93 kN ≤ 57.58 kN ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z} : 5.93 \text{ kN}$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z} : 115.17 \text{ kN}$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

1.6.2. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_V V_Z$	$M_2 V_Y$	$N_M M_Z$	$N_M M_2 V_V$ z	M_t	$M_V V_Z$	$M_V V_Y$	
N1/N2	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.238 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 3.1$	x: 2.239 m $\eta = 16.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 2.7$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 17.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPL E $\eta = 17.4$
N3/N4	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.967 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 3.3$	x: 0 m $\eta = 22.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 2.7$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 22.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPL E $\eta = 22.1$
N2/N4	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.984 m $\eta = 0.5$	x: 0.071 m $\eta = 1.2$	x: 0.071 m $\eta = 96.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0.071 m $\eta = 7.2$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.071 m $\eta = 96.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPL E $\eta = 96.2$
N5/N6	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.096 m $\eta = 3.0$	x: 0 m $\eta = 4.6$	x: 2.097 m $\eta = 30.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 5.2$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 32.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPL E $\eta = 32.0$
N7/N8	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.835 m $\eta = 3.0$	x: 0 m $\eta = 4.9$	x: 0 m $\eta = 39.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 5.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 39.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPL E $\eta = 39.3$
N6/N8	x: 0.071 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.071 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.484 m $\eta = 0.8$	x: 0.57 m $\eta = 2.4$	x: 4.985 m $\eta = 95.9$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 4.486 m $\eta = 8.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.071 m $\eta = 96.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPL E $\eta = 96.1$
N9/N10	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.096 m $\eta = 2.9$	x: 0 m $\eta = 4.5$	x: 2.097 m $\eta = 30.4$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 5.2$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 32.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPL E $\eta = 32.4$
N11/N12	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.835 m $\eta = 3.0$	x: 0 m $\eta = 4.8$	x: 0 m $\eta = 39.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 5.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 39.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPL E $\eta = 39.7$
N10/N12	x: 0.071 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.071 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.484 m $\eta = 0.8$	x: 0.57 m $\eta = 2.4$	x: 4.985 m $\eta = 93.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 4.486 m $\eta = 8.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.071 m $\eta = 93.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPL E $\eta = 93.3$
N13/N14	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.096 m $\eta = 3.0$	x: 0 m $\eta = 4.6$	x: 2.097 m $\eta = 30.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 5.2$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 32.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPL E $\eta = 32.0$
N15/N16	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.835 m $\eta = 3.0$	x: 0 m $\eta = 4.9$	x: 0 m $\eta = 39.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 5.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 39.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPL E $\eta = 39.3$
N14/N16	x: 0.071 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.071 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.484 m $\eta = 0.8$	x: 0.57 m $\eta = 2.4$	x: 4.985 m $\eta = 95.9$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 4.486 m $\eta = 8.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.071 m $\eta = 96.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPL E $\eta = 96.1$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado		
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$NM_Y M_Z$	$NM_Y M_Z V_Z$	M_t		$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$
N17/N18	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.238 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 3.1$	x: 2.239 m $\eta = 16.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 2.7$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 17.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 17.4$
N19/N20	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.967 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 3.3$	x: 0 m $\eta = 22.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 2.7$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 22.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 22.1$
N18/N20	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 4.984 m $\eta = 0.5$	x: 0.071 m $\eta = 1.2$	x: 0.071 m $\eta = 96.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0.071 m $\eta = 7.2$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.071 m $\eta = 96.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 96.2$
N6/N10	N.P. ⁽⁶⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	x: 0.037 m $\eta = 0.3$	x: 0.037 m $\eta = 0.2$	x: 0.037 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.037 m $\eta < 0.1$	x: 0.037 m $\eta = 0.5$	x: 0.037 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 0.5$
N10/N14	N.P. ⁽⁶⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	x: 1.963 m $\eta = 0.3$	x: 0.037 m $\eta = 0.2$	x: 1.963 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.037 m $\eta < 0.1$	x: 1.963 m $\eta = 0.5$	x: 0.037 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 0.5$
N14/N18	N.P. ⁽⁶⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	x: 1.963 m $\eta = 0.5$	x: 0.037 m $\eta = 2.5$	x: 1.963 m $\eta = 0.2$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.037 m $\eta < 0.1$	x: 1.963 m $\eta = 2.9$	x: 0.037 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 2.9$
N2/N6	N.P. ⁽⁶⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	x: 0.037 m $\eta = 0.5$	x: 0.037 m $\eta = 2.5$	x: 0.037 m $\eta = 0.2$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.037 m $\eta < 0.1$	x: 0.037 m $\eta = 2.9$	x: 0.037 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 2.9$
N4/N8	N.P. ⁽⁶⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	x: 0.037 m $\eta = 0.6$	x: 0.037 m $\eta = 2.6$	x: 0.037 m $\eta = 0.2$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.037 m $\eta < 0.1$	x: 1.963 m $\eta = 3.0$	x: 0.037 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 3.0$
N8/N12	N.P. ⁽⁶⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	x: 0.037 m $\eta = 0.4$	x: 0.037 m $\eta = 0.2$	x: 0.037 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.037 m $\eta < 0.1$	x: 0.037 m $\eta = 0.5$	x: 0.037 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 0.5$
N12/N16	N.P. ⁽⁶⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	x: 1.963 m $\eta = 0.4$	x: 0.037 m $\eta = 0.2$	x: 1.963 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.037 m $\eta < 0.1$	x: 1.963 m $\eta = 0.5$	x: 0.037 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 0.5$
N16/N20	N.P. ⁽⁶⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	x: 1.963 m $\eta = 0.6$	x: 0.037 m $\eta = 2.6$	x: 1.963 m $\eta = 0.2$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.037 m $\eta < 0.1$	x: 0.037 m $\eta = 3.0$	x: 0.037 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 3.0$

Notación:
 $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
 λ_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
 N_t : Resistencia a tracción
 N_c : Resistencia a compresión
 M_Y : Resistencia a flexión eje Y
 M_Z : Resistencia a flexión eje Z
 V_Z : Resistencia a corte Z
 V_Y : Resistencia a corte Y
 $M_Y V_Z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
 $M_Z V_Y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
 $NM_Y M_Z$: Resistencia a flexión y axil combinados
 $NM_Y M_Z V_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
 M_t : Resistencia a torsión
 $M_Y V_Z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
 $M_Z V_Y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
⁽³⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽⁵⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
⁽⁶⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.
⁽⁷⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
⁽⁸⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

1.7. Uniones

1.7.1. Especificaciones

Norma:

CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.6. Resistencia de los medios de unión. Uniones soldadas.

Materiales:

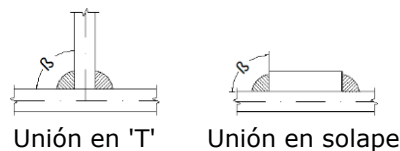
- Perfiles (Material base): S275.

- Material de aportación (soldaduras): Las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del material base. (4.4.1 CTE DB SE-A)

Disposiciones constructivas:

- 1) Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.
- 2) Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 3 mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.
- 3) Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 40 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.
- 4) En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 4 veces el espesor de garganta.
- 5) Las soldaduras en ángulo entre dos piezas que forman un ángulo β deberán cumplir con la condición de que dicho ángulo esté comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:

- Si se cumple que $\beta > 120$ (grados): se considerará que no transmiten esfuerzos.
- Si se cumple que $\beta < 60$ (grados): se considerarán como soldaduras a tope con penetración parcial.



Comprobaciones:

- a) Cordones de soldadura a tope con penetración total:
En este caso, no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de la unión será igual a la de la más débil de las piezas unidas.
- b) Cordones de soldadura a tope con penetración parcial y con preparación de bordes:
Se comprueban como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 2 mm (artículo 8.6.3.3b del CTE DB SE-A).
- c) Cordones de soldadura en ángulo:
Se realiza la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 8.6.2.3 CTE DB SE-A.
Se comprueban los siguientes tipos de tensión:

Tensión de Von Mises

Tensión normal

Donde $K = 1$.

Los valores que se muestran en las tablas de comprobación resultan de las combinaciones de esfuerzos que hacen máximo el aprovechamiento tensional para ambas comprobaciones, por lo que es posible que aparezcan dos valores distintos de la tensión normal si cada aprovechamiento máximo resulta en combinaciones distintas.

1.7.2.- Comprobaciones en placas de anclaje

En cada placa de anclaje se realizan las siguientes comprobaciones (asumiendo la hipótesis de placa rígida):

1. Hormigón sobre el que apoya la placa

Se comprueba que la tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón según la naturaleza de cada combinación.

2. Pernos de anclaje

a) *Resistencia del material de los pernos*: Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.

b) *Anclaje de los pernos*: Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).

c) *Aplastamiento*: Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

3. Placa de anclaje

a) *Tensiones globales*: En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.

b) *Flechas globales relativas*: Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que 1/250 del vuelo.

c) *Tensiones locales*: Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada una de las subplacas se obtienen a partir de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.

1.7.3. Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	2	600
			4	25059
			10	600
		A tope en bisel simple	9	66
		A tope en bisel doble	5	311
			6	70
	A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	4	402	
		5	603	
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	5066
		A tope en bisel simple	9	66

Chapas					
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)	
S275	Rigidizadores	2	126x30x8	0.48	
		2	126x109x8	1.73	
		6	126x30x9	1.60	
		6	126x84x9 (25+76+25x50+34x9)	3.96	
		12	126x84x10 (25+76+25x50+34x10)	8.80	
	Chapas	3	75x124x4.1	0.90	
		3	84x85x4.1	0.69	
		3	75x177x4.1	1.28	
		6	84x84x4.1	1.37	
		3	75x125x4.1	0.91	
		1	150x160x4.1	0.77	
		1	109x86x4.1	0.30	
	Total				22.79

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	4	150x250x9	10.60
		6	150x250x12	21.20
	Total			
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	16	$\varnothing 8 - L = 337$	2.13
		24	$\varnothing 8 - L = 340$	3.22
	Total			

1.8. Cimentación

1.8.1. Elementos de cimentación aislados

1.8.2. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
(N1 - N3 - N5 - N7 - N9 - N11 - N13 - N15 - N17 - N19)	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 132.5 cm Ancho inicial Y: 537.5 cm Ancho final X: 732.5 cm Ancho final Y: 37.5 cm Ancho zapata X: 865.0 cm Ancho zapata Y: 575.0 cm Canto: 120.0 cm	Sup X: 22Ø20c/26 Sup Y: 33Ø20c/26 Inf X: 22Ø20c/26 Inf Y: 33Ø20c/26

1.8.2.1. Medición

Referencia: (N1 - N3 - N5 - N7 - N9 - N11 - N13 - N15 - N17 - N19)	B 400 S, CN	Total
Nombre de armado	Ø20	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	22x8.93 22x22.02 196.46 484.50
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	33x6.03 33x14.87 198.99 490.74
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	22x8.97 22x22.12 197.34 486.67
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	33x6.07 33x14.97 200.31 494.00
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	793.10 1955.91 1955.9 1
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	872.41 2151.50 2151.5 0

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 400 S, CN (kg)	Hormigón (m³)	
	Ø20	HA-25, Control Estadístico	Limpieza
Referencia: (N1 - N3 - N5 - N7 - N9 - N11 - N13 - N15 - N17 - N19)	2151.50	59.68	4.97
Totales	2151.50	59.68	4.97

1.8.2.2. Comprobación

Referencia: (N1 - N3 - N5 - N7 - N9 - N11 - N13 - N15 - N17 - N19)		
Dimensiones: 865 x 575 x 120		
Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/26 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/26		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		

Referencia: (N1 - N3 - N5 - N7 - N9 - N11 - N13 - N15 - N17 - N19)		
Dimensiones: 865 x 575 x 120		
Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/26 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/26		
Comprobación	Valores	Estado
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1962 MPa Calculado: 0.0314901 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0305091 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0318825 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 28305.6 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 3436.8 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: -9.19 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -70.36 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 36.20 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 20.6 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:		
<i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 120 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N1:	Calculado: 111 cm	Cumple
- N3:	Calculado: 111 cm	Cumple
- N5:	Calculado: 111 cm	Cumple
- N7:	Calculado: 111 cm	Cumple
- N9:	Calculado: 111 cm	Cumple
- N11:	Calculado: 111 cm	Cumple
- N13:	Calculado: 111 cm	Cumple
- N15:	Calculado: 111 cm	Cumple
- N17:	Calculado: 111 cm	Cumple
- N19:	Calculado: 111 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- En dirección X:	Mínimo: 0.002 Calculado: 0.002	Cumple

Referencia: (N1 - N3 - N5 - N7 - N9 - N11 - N13 - N15 - N17 - N19)		
Dimensiones: 865 x 575 x 120		
Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/26 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/26		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:	Calculado: 0.002	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 0.0001	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 20 cm Calculado: 344 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm Calculado: 344 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm Calculado: 147 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 205 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 22 cm Calculado: 265 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 22 cm Calculado: 265 cm	Cumple

Referencia: (N1 - N3 - N5 - N7 - N9 - N11 - N13 - N15 - N17 - N19)		
Dimensiones: 865 x 575 x 120		
Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/26 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/26		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 22 cm Calculado: 184 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 22 cm Calculado: 207 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 20 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 22 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

2. Instalación de riego

2.1. Introducción

El sistema de riego elegido es el riego localizado por goteo, que, en la actualidad, es uno de los más utilizados en las plantaciones intensivas.

Consiste en la aplicación de agua a baja presión, en distribución casi continua, en cantidades muy reducidas y aportadas mediante goteros.

El agua de riego, se va a extraer del pozo existente en la finca, el cual dispone, según el último aforo realizado en la finca, de un caudal de 30 l/s a 70 m de profundidad y está totalmente legalizado por parte de la Confederación Hidrográfica del Duero. El manejo y mantenimiento de la instalación estarán totalmente automatizados. De esta forma se consigue una mayor eficacia y una disminución de la mano de obra, así como la posibilidad de efectuar riegos en horas nocturnas con tarifas eléctricas más reducidas.

La parcela presenta una topografía prácticamente llana. Debido a las dimensiones de la parcela y a su geometría, se van a disponer seis sectores de riego. La tubería principal seguirá la dirección del camino de servicio de la parcela.

Se instalarán los dispositivos de fertilización necesarios para realizar fertirrigación con la que cubrir las necesidades de los almendros durante toda su vida útil.

2.2. Materiales

Las tuberías serán de PVC. Esta elección se justifica con que para diámetros mayores de 63 mm, el PVC resulta más económico que el Polietileno. Por su parte, las tuberías laterales portaemisores serán de polietileno, mientras que la tubería de impulsión será de acero galvanizado.

Con el objetivo de proteger la red de distribución ante la posible degradación de la misma, y evitar que resulte un estorbo para el paso de la maquinaria por la plantación, tanto la tubería principal, como las secundarias y terciarias se enterrarán a 1 metro de profundidad. Además, se rellenará con arena el fondo (10 cm) de las zanjas sobre las que se enterrarán las tuberías, estas se recubrirán con tierra seleccionada de la propia excavación, hasta 15 cm por encima de la generatriz del tubo, y finalmente se rellenara la zanja con tierra de la excavación.

2.3. Características del gotero

En el Anejo IV. Ingeniería del proceso se concluye que se colocarán dos ramales portagoteros por cada fila de árboles, separados 1,00 m entre sí. Los goteros de cada ramal irán situados uno 0,50 m antes de cada árbol y otro 0,50 m después de cada árbol.

Se van a emplear goteros autocompensantes pinchados de 2,00 L/h. Las características de los emisores se pueden observar en la Tabla 1.

Tabla 3. Características del emisor seleccionado

Característica	Abreviatura	Valor
Caudal nominal	q	2,00 L/h
Rango de presiones de trabajo	p	10,00-50,00 m.c.a.
Curva caudal-presión	q	$q = 2,1228 \cdot h^{0,0275}$
Coefficiente de variación de fabricación	CV	0,035

2.4. Dimensionamiento de la instalación de riego

2.4.1. Diseño de las subunidades de riego

Se denomina subunidad de riego a la superficie dominada por un regulador de presión, constituida por una tubería terciaria y un conjunto de ramales portagoteros. Diseñar el riego con diferentes subunidades, permite reducir los caudales necesarios, por lo que se reducirá el coste de la instalación y se da más tiempo de recuperación al acuífero que abastece el pozo.

La parcela objeto del proyecto se va a dividir en 6 subunidades de riego, como se puede ver en el Plano 6. Distribución del sistema de riego. Cada subunidad de riego irá alimentada por una tubería terciaria, y éstas a su vez por la tubería principal que parte del cabezal de riego. En los siguientes apartados se calcula cada uno de los elementos de la instalación de riego por goteo.

2.4.2. Ramales portagoteros

El objetivo principal del cálculo de los ramales portagoteros es lograr que la aportación de agua por los emisores sea lo más uniforme posible, es decir, que todos emisores apliquen la misma cantidad de agua. Para alcanzar este objetivo son necesarias dos condiciones de diseño:

1. Que los emisores sean de buena calidad, para que no haya diferencias significativas en sus caudales debidas a una incorrecta fabricación.
2. Que la presión del agua en todos los emisores sea lo más parecida posible.

Los goteros autocompensantes no tienen una presión de trabajo definida, sino un rango de presiones entre los cuales el caudal es constante. Por tanto, para determinar la variación máxima de presión dH se va a considerar una presión de trabajo de 20 m.c.a. y una variación máxima de 6 m.c.a.

Otro criterio para el cálculo de la variación máxima de presiones es económico. Se conoce que el coste mínimo de la instalación se produce cuando el 55 % de las pérdidas de carga admisibles en la subunidad se producen en los ramales portagoteros, mientras que el 45 % restante se produce en la tubería terciaria. En base a esta condición, las pérdidas de carga admisibles en un ramal portagoteros horizontal se determinan mediante la siguiente fórmula:

$$h_{r \text{ admisible}} = 0,55 \cdot dH = 0,55 \cdot 6 \text{ m.c.a} = 3,30 \text{ m.c.a.}$$

Donde:

h_r admisible: pérdidas de carga máximas admisibles en el ramal portagotos.

dH: variación máxima de la presión, determinada anteriormente.

Las pérdidas de carga que se producen en el ramal portagotos deben ser, como máximo, iguales al valor antes calculado. Las pérdidas de carga se determinan mediante la siguiente fórmula:

$$h_r = J \cdot F \cdot L_e$$

Donde:

h_r : pérdidas de carga en el ramal portagotos, en m.c.a.

J: pérdidas de carga unitarias, en m.c.a./m.

F: factor de Christiansen.

L_e : longitud equivalente del ramal, en m.

A continuación se muestra el proceso de cálculo general aplicado al ramal portagotos más largo en la instalación de riego, con una longitud de 122,1 m.

El factor de Christiansen se halla tabulado: para $l_0 = 1$, $\beta = 1,75$ y $n = 49$, F toma el valor de 0,374.

La longitud ficticia (L_f) se calcula sumando la longitud real del ramal y la longitud equivalente de las pérdidas de carga singulares, que se suponen como el 10 % de la longitud real del ramal. Para el ramal más largo, de 122,1 m, la longitud ficticia es de 134,31 m.

Para los ramales portagotos se emplearán tuberías de polietileno de baja densidad de 16,00 mm de diámetro exterior y 13,60 mm de diámetro interior, que trabajarán a una presión de 18 m.c.a. Para el ramal más largo, de 122,1 m y 49 emisores, el caudal total es de 0,098 m³/h o, o que es lo mismo, $2,72 \cdot 10^{-5}$ m³/s.

Antes de proceder al cálculo de las pérdidas de carga (J), es necesario calcular la velocidad del agua dentro de la tubería. Para ello se emplea la siguiente fórmula:

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 2,72 \cdot 10^{-5}}{\pi \cdot 0,0136^2} = 0,19$$

Donde:

Q: caudal que circula por la tubería, en m³/s.

v: velocidad del agua en el interior de la tubería, en m/s.

A: área de la sección interna de la tubería, en m².

D: diámetro interior de la tubería, en m.

La velocidad del agua dentro de la tubería es de 0,19 m/s. Una vez calculado, se a determinar el número de Reynolds, mediante la siguiente fórmula:

$$Re = \frac{v \times D}{\nu} = \frac{0,19 \times 0,0136}{1,007 \times 10^{-6}} = 2566$$

Donde:

Re: número de Reynolds, adimensional.

v: velocidad del agua en el interior de la tubería, en m/s.

D: diámetro interior de la tubería, en m.

ν: coeficiente de viscosidad cinemática del agua a 20 °C ($1,007 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$).

Para números de Reynolds superiores a 2000 pero inferiores a 4000 se tiene que el fluido se encuentra en régimen de transición. En este régimen se puede emplear la fórmula de Blasius para la determinación de las pérdidas de carga unitarias (*J*), como se observa a continuación:

$$J = 0,473 \times \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} = 5,96 \times 10^{-3}$$

Donde:

J: pérdidas de carga unitarias, en m.c.a./m.

Q: caudal que circula por la tubería, en L/h.

D: diámetro interior de la tubería, en mm.

Una vez determinados los parámetros anteriores se calculan las pérdidas de carga totales:

$$h_r = J \cdot F \cdot L_e = 5,96 \times 10^{-3} \cdot 0,374 \cdot 134,31 = 0,30 \text{ m.c.a}$$

Se debe cumplir que $h_r \leq h_{r \text{ admisible}}$. Dado que 0,30 es menor que 3,30 se verifica la condición de economía de la instalación.

Tabla 4. Cálculo de los ramales de cada subunidad de riego

Sub-unidad	Ramal	Nº Iguales	Características de la tubería				Características del tramo				Pérdidas de carga		
			Material	Øext (mm)	Øint (mm)	P nom (m.c.a)	Caudal (l/h)	Longitud (m)	Nºemisores	F	V(m/s)	J(m.c.a/m)	Hr(m.c.a)
1	1	260	PEBD	16,0	13,6	18	98	122,1	49	0,374	0,19	0,00596	0,30
	2	2	PEBD	16,0	13,6	18	94	117,6	47	0,374	0,18	0,00554	0,27
	3	2	PEBD	16,0	13,6	18	84	105	42	0,376	0,16	0,00455	0,20
	4	2	PEBD	16,0	13,6	18	74	92	37	0,377	0,14	0,00364	0,14
	5	2	PEBD	16,0	13,6	18	64	79	32	0,380	0,12	0,00283	0,09
	6	2	PEBD	16,0	13,6	18	52	66	26	0,383	0,10	0,00196	0,05
	7	2	PEBD	16,0	13,6	18	32	40	16	0,395	0,06	0,000840	0,01
	8	2	PEBD	16,0	13,6	18	22	28	11	0,410	0,04	0,000436	0,0055
	9	2	PEBD	16,0	13,6	18	12	15	6	0,451	0,02	0,000151	0,0012

Tabla 4. Cálculo de los ramales de cada subunidad de riego

Sub-unidad	Ramal	N° Iguales	Características de la tubería				Características del tramo				Pérdidas de carga		
			Material	Øext (mm)	Øint (mm)	P nom (m.c.a)	Caudal (l/h)	Longitud (m)	N°emisores	F	V(m/s)	J(m.c.a/m)	Hr(m.c.a)
2	1	242	PEBD	16,0	13,6	18	98	122,1	49	0,374	0,19	0,00596	0,30
	2	2	PEBD	16,0	13,6	18	94	117,6	47	0,374	0,18	0,00554	0,27
	3	2	PEBD	16,0	13,6	18	84	105	42	0,376	0,16	0,00455	0,20
	4	2	PEBD	16,0	13,6	18	74	92	37	0,377	0,14	0,00364	0,14
	5	2	PEBD	16,0	13,6	18	64	79	32	0,380	0,12	0,00283	0,09
	6	2	PEBD	16,0	13,6	18	52	66	26	0,383	0,10	0,00196	0,05
	7	2	PEBD	16,0	13,6	18	32	40	16	0,395	0,06	0,000840	0,01
	8	2	PEBD	16,0	13,6	18	22	28	11	0,410	0,04	0,000436	0,0055
	9	2	PEBD	16,0	13,6	18	12	15	6	0,451	0,02	0,000151	0,0012

Sub-unidad	Ramal	N° Iguales	Características de la tubería				Características del tramo				Pérdidas de carga		
			Material	Øext (mm)	Øint (mm)	P nom (m.c.a)	Caudal (l/h)	Longitud (m)	N°emisores	F	V(m/s)	J(m.c.a/m)	Hr(m.c.a)
3	1	224	PEBD	16,0	13,6	18	98	122,1	49	0,374	0,19	0,00596	0,30
	2	2	PEBD	16,0	13,6	18	94	117,6	47	0,374	0,18	0,00554	0,27
	3	2	PEBD	16,0	13,6	18	84	105	42	0,376	0,16	0,00455	0,20
	4	2	PEBD	16,0	13,6	18	74	92	37	0,377	0,14	0,00364	0,14
	5	2	PEBD	16,0	13,6	18	64	79	32	0,380	0,12	0,00283	0,09
	6	2	PEBD	16,0	13,6	18	52	66	26	0,383	0,10	0,00196	0,05
	7	2	PEBD	16,0	13,6	18	32	40	16	0,395	0,06	0,000840	0,01
	8	2	PEBD	16,0	13,6	18	22	28	11	0,410	0,04	0,000436	0,0055
	9	2	PEBD	16,0	13,6	18	12	15	6	0,451	0,02	0,000151	0,0012

Tabla 4.Cálculo de los ramales de cada subunidad de riego

Sub-unidad	Ramal	Nº Iguales	Características de la tubería				Características del tramo				Pérdidas de carga		
			Material	Øext (mm)	Øint (mm)	P nom (m.c.a)	Caudal (l/h)	Longitud (m)	Nºemisores	F	V(m/s)	J(m.c.a/m)	Hr(m.c.a)
4	1	206	PEBD	16,0	13,6	18	98	122,1	49	0,374	0,19	0,00596	0,30
	2	2	PEBD	16,0	13,6	18	94	117,6	47	0,374	0,18	0,00554	0,27
	3	2	PEBD	16,0	13,6	18	84	105	42	0,376	0,16	0,00455	0,20
	4	2	PEBD	16,0	13,6	18	74	92	37	0,377	0,14	0,00364	0,14
	5	2	PEBD	16,0	13,6	18	64	79	32	0,380	0,12	0,00283	0,09
	6	2	PEBD	16,0	13,6	18	52	66	26	0,383	0,10	0,00196	0,05
	7	2	PEBD	16,0	13,6	18	32	40	16	0,395	0,06	0,000840	0,01
	8	2	PEBD	16,0	13,6	18	22	28	11	0,410	0,04	0,000436	0,0055
	9	2	PEBD	16,0	13,6	18	12	15	6	0,451	0,02	0,000151	0,0012

Tabla 4. Cálculo de los ramales de cada subunidad de riego

Sub-unidad	Ramal	N° Iguales	Características de la tubería				Características del tramo				Pérdidas de carga		
			Material	Øext (mm)	Øint (mm)	P nom (m.c.a)	Caudal (l/h)	Longitud (m)	N°emisores	F	V(m/s)	J(m.c.a/m)	Hr(m.c.a)
5	1	188	PEBD	16,0	13,6	18	98	122,1	49	0,374	0,19	0,00596	0,30
	2	2	PEBD	16,0	13,6	18	94	117,6	47	0,374	0,18	0,00554	0,27
	3	2	PEBD	16,0	13,6	18	84	105	42	0,376	0,16	0,00455	0,20
	4	2	PEBD	16,0	13,6	18	74	92	37	0,377	0,14	0,00364	0,14
	5	2	PEBD	16,0	13,6	18	64	79	32	0,380	0,12	0,00283	0,09
	6	2	PEBD	16,0	13,6	18	52	66	26	0,383	0,10	0,00196	0,05
	7	2	PEBD	16,0	13,6	18	32	40	16	0,395	0,06	0,000840	0,01
	8	2	PEBD	16,0	13,6	18	22	28	11	0,410	0,04	0,000436	0,0055
	9	2	PEBD	16,0	13,6	18	12	15	6	0,451	0,02	0,000151	0,0012

Tabla 4.Cálculo de los ramales de cada subunidad de riego

Sub-unidad	Ramal	N° Iguales	Características de la tubería				Características del tramo				Pérdidas de carga		
			Material	Øext (mm)	Øint (mm)	P nom (m.c.a)	Caudal (l/h)	Longitud (m)	N°emisores	F	V(m/s)	J(m.c.a/m)	Hr(m.c.a)
6	1	170	PEBD	16,0	13,6	18	98	122,1	49	0,374	0,19	0,00596	0,30
	2	2	PEBD	16,0	13,6	18	94	117,6	47	0,374	0,18	0,00554	0,27
	3	2	PEBD	16,0	13,6	18	84	105	42	0,376	0,16	0,00455	0,20
	4	2	PEBD	16,0	13,6	18	74	92	37	0,377	0,14	0,00364	0,14
	5	2	PEBD	16,0	13,6	18	64	79	32	0,380	0,12	0,00283	0,09
	6	2	PEBD	16,0	13,6	18	52	66	26	0,383	0,10	0,00196	0,05
	7	2	PEBD	16,0	13,6	18	32	40	16	0,395	0,06	0,000840	0,01
	8	2	PEBD	16,0	13,6	18	22	28	11	0,410	0,04	0,000436	0,0055
	9	2	PEBD	16,0	13,6	18	12	15	6	0,451	0,02	0,000151	0,0012

2.4.3. Tuberías terciarias

Las tuberías terciarias son las encargadas de transportar el agua desde la tubería principal hasta los ramales portagoteros.

Se emplearán tuberías de PVC y presión de trabajo máxima de 60 m.c.a., que irán enterradas a una profundidad de 1,10 m sobre lecho de grava.

Para cumplir el criterio económico planteado en el cálculo de los ramales portagoteros, las pérdidas de carga máximas admisibles en las tuberías terciarias deben ser el 45 % de la máxima variación de presión admisible dH . Por tanto, se tiene que:

$$h_{r \text{ admisible}} = 0,45 \cdot dH = 0,45 \cdot 6 \text{ m.c.a} = 2,7 \text{ m.c.a.}$$

A continuación se muestra el cálculo aplicado a la terciaria que porta mayor caudal, que es la que abastece a los ramales portagoteros de la subunidad 1. El caudal de dicha tubería es de m^3/h , y porta 266 emisores. La longitud de dicha terciaria es de 790 m.

Para el dimensionamiento de las tuberías terciarias se sigue el criterio de que el agua que transporta la tubería no sobrepase la velocidad de 2 m/s, empleando para ello la siguiente fórmula:

$$D = \sqrt{0,236 \cdot Q} = \sqrt{0,236 \cdot 26348} = 78,85 \text{ mm}$$

Donde:

D: diámetro óptimo de la tubería terciaria, en mm.

Q: caudal que circula por la tubería, en L/h.

El diámetro de la tubería debe ser, al menos, de 78,85mm. Se debe adoptar una solución normalizada, por lo que se elige la tubería de 110 mm de diámetro exterior y 103,6 mm de diámetro interior.

El valor admisible de la pérdida de carga debe ser, como máximo, igual a la pérdida de carga que se produce en la terciaria, que se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$H_{r \text{ terciarias}} = J \cdot F \cdot L_f$$

Donde:

$h_{r \text{ terciarias}}$: pérdidas de carga en las terciarias, en m.c.a.

J: pérdidas de carga unitarias, en m.c.a./m.

F: factor de Christiansen.

L_f : longitud ficticia de la terciaria, en m.

El factor de Christiansen se halla tabulado: para $l_0 = l$, $\beta = 1,80$ y $n > 300$, F toma el valor de 0,357.

La longitud ficticia (L_f) se calcula sumando la longitud real de la tubería terciaria y la longitud equivalente de las pérdidas de carga singulares, que se suponen como el 10 % de la longitud real de la terciaria.

Antes de proceder al cálculo de las pérdidas de carga (J), es necesario calcular la velocidad del agua dentro de la tubería. Para ello se emplea la siguiente fórmula:

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{4XQ}{\pi x D^2} = \frac{4x7,31x10^{-3}}{\pi X 0,1036^2} = 0,86 \text{ m/s}$$

Donde :

Q: caudal que circula por la tubería, en m^3/s .

v: velocidad del agua en el interior de la tubería, en m/s .

A: área de la sección interna de la tubería, en m^2 .

D: diámetro interior de la tubería en m .

La velocidad del agua dentro de la tubería es de 0,65 m/s . Una vez calculado, se procede a determinar el número de Reynolds, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Re} = \frac{v x D}{\nu} = \frac{0,86 x 0,1036}{1,007x10^{-6}} = 88476$$

Re: número de Reynolds, adimensional.

v: velocidad del agua en el interior de la tubería, en m/s .

D: diámetro interior de la tubería, en m .

ν : coeficiente de viscosidad cinemática del agua a 20 °C ($1,007 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$).

Para números de Reynolds comprendidos entre 40000 y 10^7 , en tuberías de PVC, la fórmula más adecuada para el cálculo de las pérdidas de carga es la de Veronesse-Datei, como se observa a continuación:

$$J = \frac{0,00092}{D^{4,8}} x q^{1,8} = 7,00x10^{-3}$$

Donde:

J: pérdidas de carga unitarias, en m.c.a./m .

Q: caudal que circula por la tubería, en m^3/s .

D: diámetro interior de la tubería, en mm .

Una vez determinados los parámetros anteriores se calculan las pérdidas de carga totales:

$$Hr_{\text{terciarias}} = 0.0070 \times 0,357 \times 869 = 2,17$$

Se debe cumplir que $h_r \leq h_{r \text{ admisible}}$. Dado que 2,17 es menor que 2,70, se verifica la condición de economía de la instalación.

El procedimiento anterior se aplica a cada una de las terciarias, como se observa en la Tabla 3.

Tabla 5. Cálculo de las terciarias

Sub- unidad	Características de la tubería					Características del tramo				Pérdidas de carga		
	Material	Ø óptimo (mm)	Ø ext (mm)	Ø int (mm)	P nom (m.c.a.)	Caudal (L/h)	Longitud (m)	Nº salidas	F	v (m/s)	J (m.c.a./m)	hr (m.c.a.)
1	PVC	78,85	110	103,6	60	26348	790	13174	0,357	0,86	0,0070	2,17
2	PVC	76,17	110	103,6	60	24584	735	12292	0,357	0,80	0,0061	1,78
3	PVC	73,38	110	103,6	60	22820	674	11410	0,357	0,75	0,0054	1,42
4	PVC	70,49	110	103,6	60	21056	619	10528	0,357	0,69	0,0046	1,13
5	PVC	67,48	90	84,6	60	19296	558	9646	0,357	0,95	0,0100	2,19
6	PVC	64,32	90	84,6	60	17528	505	8764	0,357	0,86	0,0089	1,98

2.4.4. Tubería principal

La tubería principal transporta el agua desde el final del cabezal de riego hasta cada una de las terciarias. Al igual que en las tuberías terciarias, se emplearán tuberías de PVC de 60 m.c.a. enterradas a una profundidad de 1,00 m sobre lecho de grava.

Para optimizar el diámetro de la tubería en función del caudal que transporta se procederá la división de la tubería principal en seis tramos dicha tubería principal partirá del pozo situado en mitad de la parcela.

Para el dimensionamiento de la tubería principal se sigue el criterio de que el agua que transporta la tubería no sobrepase la velocidad de 2 m/s, empleando para ello la siguiente fórmula:

$$D = \sqrt{0,236 \cdot Q} = \sqrt{0,236 \cdot 131632} = 176,25 \text{ mm}$$

Donde:

D: diámetro óptimo de la tubería terciaria, en mm.

Q: caudal que circula por la tubería, en L/h.

El diámetro de la tubería debe ser, al menos, de 176,25 mm. Se debe adoptar una solución normalizada, por lo que se elige la tubería de 200 mm de diámetro exterior y 188,2mm de diámetro interior.

Las pérdidas de carga que se producen en la tubería principal se determinan mediante la siguiente fórmula:

$$Hr_{\text{Principal}} = J \cdot L \cdot a$$

hr principal: pérdidas de carga en la tubería principal, en m.c.a.

J: pérdidas de carga unitarias, en m.c.a./m.

L: longitud de la tubería principal, en m.

a: coeficiente de pérdidas de carga en puntos singulares.

Antes de proceder al cálculo de las pérdidas de carga (*J*), es necesario calcular la velocidad del agua dentro de la tubería. Para ello se emplea la siguiente fórmula:

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = 1,31 \text{ m/s}$$

Donde:

Q: caudal que circula por la tubería, en m³/s.

v: velocidad del agua en el interior de la tubería, en m/s.

A: área de la sección interna de la tubería, en m².

D: diámetro interior de la tubería en m.

La velocidad del agua dentro de la tubería es de 1,31 m/s. Una vez calculado, se procede a determinar el número de Reynolds, mediante la siguiente fórmula:

$$Re = \frac{v \times D}{\vartheta} = \frac{1,31 \times 0,188}{1,007 \times 10^{-6}} = 244568$$

Donde:

Re: número de Reynolds, adimensional.

v: velocidad del agua en el interior de la tubería, en m/s.

D: diámetro interior de la tubería, en m.

ϑ: coeficiente de viscosidad cinemática del agua a 20 °C ($1,007 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$).

En tuberías de PVC la fórmula más empleada para el cálculo de las pérdidas de carga es la de Varonesse-Datei, que se observa a continuación:

$$J = \frac{0,00092}{D^{4,8}} \times Q^{1,8} = \frac{0,00092}{0,188^{4,8}} \times 0,0365^{1,8} = 0,00724$$

Donde:

J: pérdidas de carga unitarias, en m.c.a./m.

Q: caudal que circula por la tubería, en m³/s.

D: diámetro interior de la tubería, en mm.

Una vez determinados los parámetros anteriores se calculan las pérdidas de carga totales. Se estima que el coeficiente *a* toma el valor de 1,15.

$$H_r = J \cdot L \cdot a = 0,00724 \cdot 394 \cdot 1,15 = 3,28 \text{ m.c.a}$$

2.5. Diseño del cabezal de riego

2.5.1. Datos iniciales

Para el diseño del cabezal de riego es necesario conocer el caudal que va a circular por el mismo y la presión que debe tener el agua.

Debido a que no se van a regar todas las subunidades de riego al mismo tiempo, sino de forma individualizada a lo largo del día, se debe considerar que el caudal que va a circular por el cabezal de riego coincide con el mayor de los caudales de las subunidades. En este sentido, la subunidad 1 es la que presenta un caudal mayor, con 26348 L/h o, lo que es lo mismo, 0,00732 m³/s. Este caudal se va a aumentar en un 15% para prever posibles fugas, obteniendo un caudal de cálculo de 0,00841 m³/s

La presión que debe tener el agua debe ser tal que compense las pérdidas de carga máximas de la instalación, que se producen en el último ramal portagoteros de la subunidad 1, con 5,75 m.c.a. de pérdida de carga. Por tanto, para que la presión en el último gotero del último ramal de la subunidad 1 sea de 20 m.c.a., la presión a la salida del cabezal de riego debe ser, al menos, de 25,75 m.c.a.

2.5.2. Dispositivos de filtrado

El agua de riego, procedente del pozo de sondeo localizado en la finca, debe ser filtrada para prevenir obturaciones en los goteros y reducir el desgaste del cabezal de riego. Para ello, se van a utilizar dos tipos de filtros: de arena y de malla.

2.5.2.1. Filtro de arena

El filtro de arena realiza el primer filtrado del agua, eliminando los contaminantes orgánicos, como algas, bacterias y restos vegetales, e inorgánicos, como las arenas, limos y arcillas.

El dispositivo consta de un depósito metálico o plástico lleno de arena silíceo o granítica. El agua, que penetra por un orificio en la parte superior del depósito, atraviesa la arena y sale por un colector situado en la parte baja. El depósito dispone de una abertura en la parte superior para realizar el mantenimiento de la arena.

El espesor de la capa de arena debe ser, como mínimo, de 45 cm. El fabricante de los emisores recomienda emplear un filtro de arena de 120 mesh.

Para el dimensionamiento del filtro de arena se aplica el criterio de que la velocidad del agua no supere los 60 m/h y un caudal de 60 m³/h por m² de superficie filtrante, aplicando la siguiente fórmula:

$$S = \frac{Q}{V} = \frac{30,28}{60} = 0,505 \text{m}^2$$

Donde:

S: superficie filtrante, en m².

Q: caudal, en m³/h.

v: velocidad máxima del agua, en m/h.

El filtro de arena debe tener una superficie filtrante de 0,34 m². No obstante, conviene instalar dos filtros gemelos, de tal forma que el agua filtrada de uno permita limpiar el otro. Por tanto, la superficie filtrante de cada uno de los filtros de arena debe ser:

$$S = \frac{0,50}{2} = 0,25\text{m}^2$$

El diámetro de los filtros se determina mediante la siguiente fórmula:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = 0,56$$

Donde:

D: diámetro del filtro de arena, en m.

S: superficie filtrante, en m².

Se instalarán dos filtros en paralelo de 0,50 m de diámetro, con un espesor de la capa de arena de, al menos, 56 cm.

Las pérdidas de carga que se producen en este tipo de filtros sí depende del grado de limpieza que presente el material filtrante, en este caso, la capa de arena. En un filtro con la arena limpia su pérdida puede ser del orden de 1 a 2 m.c.a., mientras que cuando la arena se colma de sedimentos, el valor de la pérdida de carga que sufre el flujo de agua al paso por el filtro puede aumentar hasta los 4 ó 6 m.c.a. Para determinar el momento en el que es necesaria la limpieza se instalarán dos tomas de manómetro, una a la entrada y otra a la salida de cada filtro, con el fin de determinar las presiones de las pérdidas de carga. Ambos filtros estarán equipados con una válvula de tres vías que permita invertir el sentido del flujo de agua para limpiar cada filtro con el agua limpia procedente del otro. La limpieza de los mismos debe realizarse cuando se detecten pérdidas de carga superiores a 2 m.c.a. y, al final de la campaña, empleando cloro para evitar el desarrollo de microorganismos.

2.5.2.2. Filtro de malla

El filtrado en este tipo de dispositivos se realiza mediante una serie de mallas concéntricas fabricadas de material no corrosivo (acero o plástico). El agua proveniente de la tubería penetra en el interior del cilindro de malla filtrándose a través de sus paredes, pasando a la periferia del filtro y saliendo por la tubería del colector. Las partículas filtradas quedan retenidas en el interior del cartucho de malla.

Este tipo de filtros se colmatan con mucha rapidez en caso de aguas contaminadas, por lo que deben ser instalados a continuación del filtro de arena para que éste retenga la mayor parte de las partículas.

El fabricante de los emisores recomienda un tamaño del orificio de la malla de 120 mesh.

La velocidad del agua dentro del filtro debe ser de 0,4 m/s. Para calcular la superficie efectiva se debe incrementar el caudal de riego en un 20 %, obteniendo un caudal de cálculo de 36,33 m³/h. Se sabe que la superficie efectiva es el 30 % de la superficie total. La superficie efectiva de filtrado se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$S = \frac{36,33}{3600 \cdot 0,4 \cdot 0,03} = 0,0840 \text{m}^2 = 840 \text{cm}^2$$

Se va a instalar un filtro de malla de cuerpo metálico arenado y tratado con metálico arenado y tratado con fosfato de cinc y posterior aplicación electrostática de una capa de pintura de epoxi-poliéster de 120-160 micras con función protectora y anticorrosiva. Irá equipado con una malla de filtrado de 120 mesh de acero inoxidable con soporte de PVC. Tendrá una capacidad de filtrado de 10-30 m³/h y una superficie de filtración de 1000 cm².

La pérdida de carga que sufre el flujo de agua al paso por un filtro de malla se sitúa entre 1 a 3 m.c.a. cuando éstos están limpios, mientras que si se colman y no se limpian regularmente, la pérdida de carga puede llegar hasta los 5 ó 7 m.c.a., de ahí la importancia de realizar una limpieza periódica de la superficie de la malla en estos filtros. Para ello, una vez al año, se va a realizar una limpieza exhaustiva, sumergiendo el filtro en una solución de ácido nítrico al 5-10%

2.5.3. Equipo de fertirrigación

La aplicación de los fertilizantes, la realizaremos mediante la técnica de la fertirrigación. Esta consiste en la aplicación de abonos disueltos en el agua de riego a los cultivos, ya sean abonos líquidos, o abonos solubles en agua.

El equipo de fertirrigación está compuesto por una serie de depósitos, un inyector de fertilizante, agitadores, válvulas de control y filtros.

Se instalarán 3 depósitos de polietileno de 1000 L para albergar cada una de las soluciones fertilizantes expuestas en el Anejo IV. Ingeniería del proceso, así como un depósito de 400 L de reserva para realizar alguna aportación de otros nutrientes si fuera necesario.

Para introducir y dosificar los fertilizantes en el agua de riego se instalará un inyector eléctrico formado por una bomba de pistón y un motor eléctrico de baja potencia, con un caudal máximo de 100 L/h y una presión de 70 m.c.a. La bomba presenta un cabezal de PVC con un motor de 184 W a 230/380 V. El inyector irá colocado entre el filtro de arena y el filtro de malla, para evitar la introducción de precipitados en la red de riego.

Al final de cada etapa de fertirrigación, se deberá dejar circular agua limpia (sin fertilizante) para limpiar el circuito. Además, en el último riego de la campaña, convendrá añadir una solución de ácido nítrico para limpiar el circuito.

El equipo de fertirrigación irá equipado con un contador volumétrico de fertilizantes tipo Woltman, conectado al programador de riego, y una válvula de retención que evitará el paso del agua al inyector.

2.5.4. Automatización del sistema de riego

En el cabezal de riego se instalará un programador electrónico para automatizar y controlar el riego y la fertirrigación. El programador se encarga de abrir y cerrar las electroválvulas de las subunidades de riego cuando corresponda.

La mayoría de los programadores trabajan con corriente alterna de 230/380 V, con un consumo de 50 W. Además deben disponer de un transformador AC/DC de 24 V para alimentar las electroválvulas.

Se conectarán al programador los presostatos de máxima y de mínima, dotados con un sensor que detectará los posibles fallos de apertura de las electroválvulas de las subunidades de riego y posibles fugas o roturas de las tuberías, controlando la parada de la bomba en caso de fallo.

2.6. Dimensionamiento de la instalación de bombeo

2.6.1. Cálculo de las necesidades de la bomba

2.6.1.1. Altura manométrica

La bomba de agua es la encargada de mandar agua a presión por toda la red de riego para que esta empiece a gotear de manera proporcional por todo el equipo.

Según el último aforo realizado en la finca, se obtiene un caudal de 30 l/s a 70 m de profundidad

La presión a la salida del cabezal de riego debe ser de 25,75 m.c.a. A esta presión se deben sumar las pérdidas de carga producidas en el cabezal de riego, que se detallan a continuación:

1. **Altura tubería de aspiración:** 70 m.c.a
2. **Filtros de arena:** 3 m.c.a.
3. **Filtro de malla:** 3,5 m.c.a.
4. **Contador:** 2 m.c.a.
5. **Valvulería:** 5 m.c.a.
6. **Inyector de fertilizante:** 6 m.c.a.
7. **Elementos singulares: 10 % de lo anterior:** 8,6 m.c.a.

La altura manométrica total necesaria se obtiene como la suma de las pérdidas de carga anteriores y la presión necesaria a la salida del cabezal, dando como resultado 123,8 m.c.a.

Potencia necesaria

La potencia teórica de la bomba se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$P = \frac{Q \cdot H}{75 \cdot \eta} = 17,35 \text{CV} (12,8 \text{Kw})$$

Q: caudal que debe impulsar la bomba, en L/s.

H: altura manométrica de impulsión, en m.c.a.

η : rendimiento característico de la bomba.

2.6.2. Descripción de la bomba

Se va a seleccionar una bomba sumergida cuyo modelo es SP95-8 con una potencia de 37kW.

2.7. Valvulería y accesorios

Detrás de la bomba se situará una ventosa, que será trifuncional.

Se colocará una válvula de retención después de la bomba, siguiendo a la ventosa y a la toma rápida de manómetro, para impedir el retorno del agua.

Se colocarán válvulas de compuerta al principio y al final del cabezal, así como válvulas de mariposa en el equipo de fertirrigación con el fin de poder cerrar manualmente en caso de averías.

La toma rápida de presión y el manómetro se situarán detrás de la bomba, después de la ventosa y la válvula de retención.

A la salida del cabezal de riego se instalará un contador de tipo Woltman, con emisor de impulsos para la automatización por volúmenes de la instalación y cuantificación de caudales máximos, medios instantáneos, así como volúmenes parciales y totales por unidades y para toda la instalación.

La instalación irá dotada de codos de 90°, TE normales, TE reducidas, conos de reducción, manguitos de unión, portabridas, bridas, racores y collarines de toma necesarios.

3. Instalación eléctrica

3.1. Legislación aplicable

La instalación debe cumplir la siguiente normativa:

1. REBT: Reglamento electrotécnico de baja tensión e Instrucciones técnicas complementarias.
2. UNE 20-460-94 Parte 5-523: Intensidades admisibles en los cables y conductores aislados.
3. UNE 20-434-90: Sistema de designación de cables.
4. UNE 20-435-90 Parte 2: Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones de 1 a 30kV.
5. UNE 20-460-90 Parte 4-43: Instalaciones eléctricas en edificios. Protección contra las sobreintensidades.
6. UNE 20-460-90 Parte 5-54: Instalaciones eléctricas en edificios. Puesta a tierra y conductores de protección.
7. EN-IEC 60 947-2:1996(UNE - NP): Aparata de baja tensión. Interruptores automáticos.
8. EN-IEC 60 947-2:1996 (UNE - NP) Anexo B: Interruptores automáticos con protección incorporada por intensidad diferencial residual.
9. EN-IEC 60 947-3:1999: Aparata de baja tensión. Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles.
10. EN-IEC 60 269-1(UNE): Fusibles de baja tensión.
11. EN 60 898 (UNE - NP): Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreintensidades.
12. Normas NI de Iberdrola.

3.2. Descripción general de la instalación

El suministro eléctrico será a base de corriente alterna trifásica en baja tensión a 50 Hz, con una tensión nominal entre fases de 400 V y de 230 V entre fase y neutro.

La línea de suministro es propiedad de la empresa distribuidora, quien será la responsable de la instalación de acometida, compuesta por el transformador de alta en baja tensión, el cable de enlace del transformador con la instalación interior y la Caja de Protección y Medida, que alojará el contador, situados en el poste donde esté instalado el transformador.

De la Caja de Protección y Medida (CPM) parte la Derivación Individual (DI), que termina en el Cuadro General de Mando y Protección (CGMP), situado en el interior de

la caseta de riego. El mismo contiene los dispositivos de control y seguridad de los distintos circuitos de la instalación eléctrica.

La instalación eléctrica constará de tres circuitos diferenciados. Uno estará dedicado a la bomba de riego, otro será de fuerza, al que irán conectados el resto de dispositivos del sistema de riego y los enchufes de la caseta de riego, y el tercero será para alumbrado.

Los conductores de la instalación interior irán montados en el interior de tubos de PVC instalados en la superficie de las paredes. Se verificará la estanqueidad de la instalación y el nivel de protección de los distintos dispositivos.

3.3. Necesidades de potencia

3.3.1. Alumbrado

Para la iluminación del interior de la caseta de riego se instalarán dos puntos de iluminación tipo LED de 13W .

Esta bombilla supone un ahorro por encima del 85% en el consumo de luz. La longevidad de esta bombilla LED es muy elevada y contribuye a reducir los gastos de mantenimiento de la instalación, ya que no es necesario reemplazar las bombillas con tanta frecuencia. La luz que emite es de alta calidad según pone de manifiesto su índice de reproducción cromática superior a 80.

La iluminación exterior de la caseta se realizará mediante un proyector LED de 80 W de potencia y protección IP 66.

3.3.2. Fuerza

Por su parte el sistema de automatización del riego tiene un consumo de 50 W.

La bomba de riego tiene una potencia de 37 kW. La bomba de inyección de fertilizante tiene una potencia de 184 W. El factor de potencia de ambas bombas es de 0,85. Por su parte el sistema de automatización del riego tiene un consumo de 50 W.

Se instalarán así mismo dos enchufes monofásicos para la conexión de máquinas y herramientas auxiliares de uso eventual. Cada enchufe suministrará una potencia de 2500 W.

3.3.3. Potencia total

La potencia total requerida por los circuitos de fuerza se calcula mediante la siguiente fórmula. Se considera un coeficiente de simultaneidad para los enchufes de 0,7.

$$P_{\text{fuerza}} = 37000 + 184 + 50 + 2 \cdot 2500 \cdot 0,7 = 40734W$$

Seguidamente se considera un rendimiento del conjunto de la instalación de fuerza del 80 %, por lo que la potencia consumida será la siguiente:

$$P_{\text{fuerza corregida}} = 40734W / 0,8 = 50917W$$

Las necesidades totales de potencia de la instalación se calculan mediante la suma de la potencia de la instalación de fuerza corregida y la potencia necesaria para el alumbrado, como se observa a continuación:

$$P_{\text{total}}=50917 \text{ W}+26+80= 51023\text{W}= 51,02 \text{ kW}$$

La potencia total aparente se calcula dividiendo la potencia total entre el factor de potencia total de la instalación, que se define como la suma cartesiana del factor de potencia del circuito de la bomba (0,85), del circuito de fuerza (0,85) y del circuito de alumbrado (0,85), por lo que el factor de potencia de la instalación es 0,85. A continuación se muestra el cálculo de la potencia total aparente:

$$P_{\text{aparente}}=51,02 /0,85 =60,02 \text{ kW}$$

3.4. Criterios de cálculo

Para la línea aérea de unión del transformador con la CPM se emplearán cables de tipo RZ de aluminio con fiador de acero.

Se considerará como origen de la instalación la salida del transformador, y se aplicarán como caídas de tensión máximas admisibles las de un 3 % para alumbrado y un 5 % para otros usos.

Los conductores empleados en la instalación interior tendrán una tensión asignada no inferior a 450/700 V y los tubos cumplirán lo establecido en la ITC-BT-21.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor estarán dimensionados para una intensidad no inferior al 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Si alimentan a varios motores estarán dimensionados para una intensidad que sea la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia más la intensidad a plena carga de todos los demás.

El cálculo de la sección mínima se realizará mediante los criterios de intensidad de corriente máxima y caída máxima admisible de tensión. Para el primer criterio es necesario conocer la intensidad de cálculo que recorra la línea, empleando para ello la siguiente fórmula:

$$I=\frac{1,25 \cdot P}{K \cdot U \cdot \cos \varphi}$$

Donde:

P: potencia de cálculo, en vatios.

K: coeficiente de corrección, 1 en monofásico y $\sqrt{3}$ en trifásico.

U: tensión nominal, 230 V en monofásico y 400 V en trifásico.

$\cos \varphi$: factor de potencia.

Conocida la intensidad de cálculo, se determina la intensidad de diseño, dividiendo la primera entre una serie de factores correctores, específicos de cada situación de línea.

Una vez calculada la intensidad de diseño, y en base a ésta, se determina la sección óptima del cable mediante las tablas correspondientes presentes en el REBT.

A continuación se calcula la caída de tensión de la línea mediante la siguiente fórmula:

$$e = \frac{l \cdot 1,25 \cdot P}{\gamma \cdot U \cdot S}$$

Donde:

l: longitud de la línea, en metros.

P: potencia de cálculo, en vatios.

γ : conductividad eléctrica, en $m/(\Omega \cdot mm^2)$.

U: tensión nominal, 230 V en monofásico y 400 V en trifásico.

s: sección del conductor, en mm^2 .

3.5. Cálculo de la instalación

3.5.1. Cálculo del circuito de la bomba

En primer lugar es necesario calcular la intensidad que circula por la línea, como se observa a continuación:

$$I = \frac{1,25 \cdot P}{K \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{1,25 \cdot 37000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 78,54A$$

La intensidad que circula por el circuito de la bomba es de 78,54A.

Una vez determinada la intensidad de cálculo se halla la intensidad de diseño, considerando una serie de coeficientes. Se va a emplear un coeficiente de corrección por temperatura de 0,96, para temperaturas de 45 °C y un coeficiente de corrección por agrupamiento de 0,75, para 4 conductores. La intensidad de diseño se observa a continuación:

$$I_{\text{diseño}} = \frac{78,54A}{0,96 \cdot 0,75} = 109,08A$$

Se van a emplear conductores individuales de tipo H07V-K (AS), fabricados con cobre electrolítico como material conductor y XLPE de material aislante termoestable, que tolera temperaturas de 90 °C. Se considera que el método de instalación es de tipo B según el REBT (conductores aislados en montaje en tubo superficial).

El diámetro mínimo que se puede emplear en este caso, según la tabla del REBT correspondiente, es de 35 mm^2 .

A continuación se realiza la comprobación por caída de tensión, considerando una longitud del conductor de 10 m, como se puede ver a continuación:

$$e = \frac{10 \cdot 1,25 \cdot 37000}{44 \cdot 400 \cdot 35} = 0,75V \rightarrow \frac{0,75V}{400V} \cdot 100 = 0,18\%$$

La caída de tensión producida en el conductor es del 0,18 %, que es menor de 5 %, por lo que cumple con la condición.

Por tanto, el circuito de la bomba estará formado por cuatro conductores, tres de fase en color marrón, negro y gris, y uno de neutro en color azul, de conductores tipo H07V-K (AS) de 35 mm² de sección.

3.5.2. Cálculo del circuito de fuerza

En primer lugar es necesario calcular la intensidad que circula por la línea, como se observa a continuación:

$$I = \frac{1,25 \cdot 184 + 50 + 2 \cdot 2500 \cdot 0,7}{1 \cdot 230 \cdot 0,85} = 19,34A$$

La intensidad que circula por el circuito de fuerza es de 19,34 A.

Una vez determinada la intensidad de cálculo se halla la intensidad de diseño, considerando una serie de coeficientes. Se va a emplear un coeficiente de corrección por temperatura de 0,96, para temperaturas de 45 °C y un coeficiente de corrección por agrupamiento de 0,80, para 2 conductores. La intensidad de diseño se observa a continuación:

$$I_{\text{diseño}} = \frac{19,34}{0,96 \cdot 0,8} = 25,18A$$

Se van a emplear conductores individuales de tipo H07V-K (AS), fabricados con cobre electrolítico como material conductor y XLPE de material aislante termoestable, que tolera temperaturas de 90 °C. Se considera que el método de instalación es de tipo B según el REBT (conductores aislados en montaje en tubo superficial).

El diámetro mínimo que se puede emplear en este caso, según la tabla del REBT correspondiente, es de 4 mm².

A continuación se realiza la comprobación por caída de tensión, considerando una longitud del conductor de 15 m, como se puede ver a continuación:

$$e = \frac{l \cdot 1,25 \cdot P}{\gamma \cdot U \cdot S} = \frac{1,25 \cdot 3780}{44 \cdot 230 \cdot 4} = 1,08V \rightarrow \frac{1,08V}{230V} \cdot 100 = 0,47\%$$

La caída de tensión producida en el conductor es del 0,47 %, que es menor de 5 %, por lo que cumple con la condición.

Por tanto, el circuito de fuerza estará formado por dos conductores, uno de color marrón para la fase y uno de neutro en color azul, de conductores tipo H07V-K (AS) de 4 mm² de sección.

3.5.3. Cálculo del circuito de alumbrado

En primer lugar es necesario calcular la intensidad que circula por la línea, como se observa a continuación:

$$I = \frac{P}{K \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{106}{1 \cdot 230 \cdot 0,85} = 0,54A$$

La intensidad que circula por el circuito de alumbrado es de 0,54 A.

Una vez determinada la intensidad de cálculo se halla la intensidad de diseño, considerando una serie de coeficientes. Se va a emplear un coeficiente de corrección por temperatura de 0,96, para temperaturas de 45 °C y un coeficiente de corrección por agrupamiento de 0,80, para 2 conductores. La intensidad de diseño se observa a continuación:

$$I_{\text{diseño}} = \frac{0,54A}{0,96 \cdot 0,80} = 0,70A$$

Se van a emplear conductores individuales de tipo H07V-K (AS), fabricados con cobre electrolítico como material conductor y XLPE de material aislante termoestable, que tolera temperaturas de 90 °C. Se considera que el método de instalación es de tipo B según el REBT (conductores aislados en montaje en tubo superficial).

El diámetro mínimo que se puede emplear en este caso, según la tabla del REBT correspondiente, es de 1,5 mm².

A continuación se realiza la comprobación por caída de tensión, considerando una longitud del conductor de 14 m, como se puede ver a continuación:

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma \cdot U \cdot S} = \frac{2 \cdot 14 \cdot 106}{44 \cdot 230 \cdot 1,5} = 0,19V \rightarrow \frac{0,19V}{230V} \cdot 100 = 0,08\%$$

La caída de tensión producida en el conductor es del 0,08 %, que es menor de 3 %, por lo que cumple con la condición.

Por tanto, el circuito de alumbrado estará formado por dos conductores, uno de color marrón para la fase y uno de neutro en color azul, de conductores tipo H07V-K (AS) de 1,5 mm² de sección.

3.5.4. Cálculo de la derivación individual

La derivación individual conecta la Caja de Protección y Medida (CPM), situada en el poste donde está instalado el transformador, con el Cuadro General de Mando y Protección (CGMP), situado en el interior. Se trata, pues, de una línea trifásica de corto recorrido.

El cálculo se realiza de la misma forma que los circuitos interiores de la caseta de riego, pero considerando la potencia total de la instalación.

En primer lugar es necesario calcular la intensidad que circula por la línea, como se observa a continuación. Se considera un circuito trifásico a 400 V.

$$I = \frac{P_{\text{TOTAL}}}{K \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{1,25 \cdot 37000 + 184 + 50 + 2500 \cdot 2 \cdot 0,7 + 106}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 85,05A$$

La intensidad que circula por la derivación individual es de 85,05A

Una vez determinada la intensidad de cálculo se halla la intensidad de diseño, considerando una serie de coeficientes. Se va a emplear un coeficiente de corrección de 1,00 para temperatura del terreno distinta de 25°C, un coeficiente de 1,00 para resistividad térmica del terreno de 1Km/W, un coeficiente de corrección de 1,00 por agrupamiento y un coeficiente de corrección de 1,00 por profundidad de 0,70 metros en zanja

$$I_{\text{diseño}} = \frac{85,05}{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1} = 85,05 \text{ A}$$

Se va a emplear cable multiconductor de tipo RZ1-K (AS), de tensión asignada 0,6/1 kV, fabricados con cobre electrolítico como material conductor, XLPE de material aislante de los conductores y poliolefina termoplástica tipo DMZ-E.

Se obtiene una intensidad de 85,05 A por lo que se podría utilizar una sección de 25 mm.

A continuación se realiza la comprobación por caída de tensión, considerando una longitud del conductor de 4 m, como se puede ver a continuación:

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma \cdot U \cdot S} = \frac{2 \cdot 4 \cdot 50090}{44 \cdot 400 \cdot 25} = 0,91 \rightarrow \frac{0,91 \text{ V}}{400 \text{ V}} \cdot 100 = 0,23\%$$

La caída de tensión producida en el conductor es del 0,23 %, que es menor de 1,0 %, por lo que cumple con la condición.

Por tanto, la derivación individual estará formada por cuatro conductores de cobre, tres de fase en color marrón, negro y gris, y uno de neutro en color azul, de conductores tipo RZ1-K (AS), de 25 mm² de sección para las fases y 35 mm² para el neutro. Este cable irá tensado entre el poste y la caseta sobre un cable fiador de acero.

3.5.5. Cálculo de la línea general de alimentación

La línea general de distribución es la encargada de transportar la electricidad desde el transformador, situado en un poste en el exterior de la caseta de riego, hasta la Caja de Protección y Medida, sobre el mismo. El cálculo se realiza de la misma forma que la derivación individual.

En primer lugar es necesario calcular la intensidad que circula por la línea, como se observa a continuación. Se considera un circuito trifásico a 400 V.

$$I = \frac{P_{\text{TOTAL}}}{K \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{1,25 \cdot 37000 + 184 + 50 + 2500 \cdot 2 \cdot 0,7 + 93}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 85,05 \text{ A}$$

La intensidad que circula por la línea es de 85,05 A.

Una vez determinada la intensidad de cálculo se halla la intensidad de diseño, considerando una serie de coeficientes. Se va a emplear un coeficiente de corrección por temperatura de 0,96, para temperaturas de 45 °C y un coeficiente de corrección por agrupamiento de 0,80, para 4 conductores. La intensidad de diseño se observa a continuación:

$$I_{\text{diseño}} = \frac{85,05A}{0,96 \cdot 0,80} = 110,7A$$

Se va a emplear cable multiconductor de tipo RZ1-K (AS), de tensión asignada 0,6/1 kV, fabricados con cobre electrolítico como material conductor para los conductores de fase y fiador de almelec para el neutro, y XLPE de material aislante.

El diámetro mínimo que se puede emplear en este caso, según la tabla del REBT correspondiente, es de 35 mm². Se va a emplear un cable formado por 3 conductores de 35 mm² de aluminio para las fases, y fiador de almelec de 50 mm² de sección para el neutro.

A continuación se realiza la comprobación por caída de tensión, considerando una longitud del conductor de 4 m, como se puede ver a continuación:

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma \cdot U \cdot S} = \frac{2 \cdot 4 \cdot 50090}{27,3 \cdot 400 \cdot 35} = 1,04 \rightarrow \frac{1,04V}{400V} \cdot 100 = 0,26\%$$

La caída de tensión producida en el conductor es del 0,26%, que es menor de 0,5%, por lo que cumple con la condición.

Por tanto, la línea general de alimentación estará formada por un cable tipo RZ1- K (AS), conformado por cuatro conductores, tres de fase de aluminio de 35 mm² y uno neutro fiador de almelec de 50 mm² de sección. Este cable irá fijado al poste donde esté instalado el transformador

3.5.6. Toma de tierra

Según la instrucción MI BT-03 toda nueva edificación que cuente con instalación eléctrica debe disponer de toma de tierra de protección. La toma de tierra debe disponer de lo siguiente:

Línea de enlace con tierra, formada por un anillo de cobre trenzado desnudo de sección 35 mm², dispuesto en el fondo de la cimentación (en este caso en el perímetro de la losa de cimentación).

Electrodos, que se dimensionan de forma que su resistencia a tierra no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24 V.

El cableado de puesta a tierra estará formado por cables de las mismas características que los empleados en fase en cada uno de los circuitos. Así, para los circuitos de la bomba y de fuerza se emplearán conductores de tipo H07V-K (AS) de 4 mm² de sección, y para el circuito de alumbrado conductores de tipo H07V-K (AS) de 1,5 mm² de sección. Todos ellos serán de color amarillo-verde.

Para calcular la resistencia a tierra se emplea la siguiente fórmula:

$$R = 2 \cdot \frac{\rho}{L} = 2 \cdot \frac{500}{22} = 45,45 \Omega.$$

Donde:

R: resistencia máxima del terreno, en Ω .

p: resistencia real del terreno, en Ω/m . Se estima en 500 Ω/m .

L: longitud de la pica, en m.

Se estima una resistencia máxima del terreno de 37 Ω . La longitud del anillo conductor de tierra enterrado es de 22 metros.

Una vez conocido este valor se procede al cálculo del número de picas que van a ser necesarias en la instalación:

$$\frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{R_{anillo}} + \frac{1}{R_{picas}} ; R_{picas} = 1 / (1/37 - 1/45,45) = 208,13 \Omega$$

$$N = \frac{p}{R \cdot L} = \frac{500}{208,13 \cdot 2} = 1,20 \sim 2 \text{ picas}$$

Se instalará un punto de conexión de puesta a tierra, situado en el perímetro exterior de la caseta de riego. Estará formado por un cajetín plástico que contendrá el borne de conexión y el empalme con la instalación interior

3.5.7. Transformador

A partir de la potencia aparente, y considerando un rendimiento del 80 %, se calcula la potencia del transformador a instalar:

$$P_{transformador} = 60,02 / 0,8 = 75,02 \text{ kVa}$$

Debido a las necesidades de potencia de la instalación, y a que el suministro eléctrico se realiza mediante una línea de 20 kV, se opta por instalar un transformador trifásico en baño de aceite biodegradable de 100 kVA de potencia, de 24 kV de tensión asignada 20 kV de tensión en el primario y 420 V de tensión de secundario en vacío, de 50 Hz de frecuencia. . La tensión de cortocircuito será del 4 %.

El transformador y todo sus elementos se instalarán sobre un poste de hormigón armado de 10 m.

Se conectarán todos los herrajes y masas a tierra. La puesta a tierra estará constituida por un anillo difusor de cobre de 50 mm² de sección y dos picas de acero revestido de cobre. La conexión del centro de transformación a la red de tierra se realizará igualmente con cable de cobre desnudo de 50 mm². La profundidad mínima de enterrado del anillo será de 0,60 m y deberá separarse un mínimo de 1,50 m de las aristas del poste.

La cimentación se realizará con hormigón, considerando terreno normal con coeficiente de compresibilidad de 12 kg/cm² y esfuerzo útil del poste de 1000 daN. Las dimensiones de la cimentación serán de 1,20 x 1,20 x 1,50 m.

3.6. Mejora del factor de potencia

La instalación presenta un factor de potencia global de 0,85. Para evitar la penalización por parte de la compañía suministradora de energía por la potencia reactiva volcada a la red eléctrica, se va a instalar una batería de condensadores. El objetivo es corregir el factor de potencia a 0,95.

La potencia aparente total requerida por la instalación es de 60,02 kVA. La potencia reactiva requerida por la batería de condensadores se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Q = P \cdot (\tan \varphi - \tan \varphi')$$

Donde:

Q: potencia reactiva requerida por la batería de condensadores, en kVAr.

P: potencia aparente requerida por la instalación, en kVA.

φ : arcocoseno del factor de potencia estimado sin mejorar (0,85).

φ' : arcocoseno del factor de potencia mejorado (0,95).

Sustituyendo los datos anteriores se obtiene lo siguiente:

$$Q = 60,02 \cdot (\tan 31,79 - \tan 18,19) = 17,48 \text{ kVAr}$$

La potencia requerida por la batería de condensadores es de 17,48 kVAr. Se va a instalar una batería automática de condensadores de 10 kVAr de capacidad. La capacidad total se calcula mediante la siguiente expresión:

$$C = \frac{Q}{(3 \cdot 380^2 \cdot \omega)} = 20000 / (3 \cdot 380^2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50) = 1,469 \times 10^{-4} = 146,9 \mu\text{F}$$

Donde:

C: capacidad total de la batería de condensadores, en F.

Q: capacidad requerida por la batería de condensadores, en VAr.

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot 50$$

La capacidad total de la batería de condensadores es de 146,9 μF .

Los condensadores se instalarán en triángulo, debido a que se necesita tres veces menos capacidad de esta forma que si se conectasen en estrella.

3.7. Intensidades de cortocircuito

Para el cálculo de las intensidades de cortocircuito la empresa distribuidora proporciona el valor de la potencia de cortocircuito en el punto de enganche, que es de 350 MVA.

3.7.1. Intensidad de cortocircuito en media tensión

La intensidad en el primario máxima de un cortocircuito en el lado de media tensión se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot u_p} = \frac{350}{\sqrt{3} \cdot 20} = 10,10 \text{ kA}$$

Donde:

Iccp: intensidad de cortocircuito en el primario, en A.

Scc: potencia de cortocircuito de la red, en MVA.

Up: tensión en el primario, en kV.

La intensidad de cortocircuito en el primario es de 10100 A.

3.7.2. Intensidad de cortocircuito en baja tensión

Se va a calcular la intensidad de cortocircuito en el CGMP de la caseta de riego. En primer lugar es necesario calcular la resistencia de fase de la derivación individual y de la línea general de distribución, empleando la siguiente fórmula:

$$R = \frac{\rho \cdot L}{S}$$

R: resistividad en fase, en Ω

ρ : resistividad del material conductor a 20 °C. Para el cobre toma un valor de 0,018 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$, mientras que para el aluminio toma un valor de 0,029 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

L: longitud del conductor, en m.

S: Sección del conductor de fase, en mm^2 .

Una vez conocida la resistencia de fase se calcula la intensidad de cortocircuito, empleando la siguiente fórmula:

$$I_{CC} = \frac{0,8 \cdot U}{R}$$

Donde:

Icc: intensidad de cortocircuito, en A.

U: tensión de alimentación de fase a neutro, en V.

R: resistencia de fase entre el punto considerado y la alimentación, en Ω .

A continuación se calculan las intensidades de cortocircuito para la línea general de alimentación y para la derivación individual.

3.7.3. Intensidad de cortocircuito de la LGA

La línea general de alimentación está constituida por un cable de aluminio de 10 mm^2 de sección y longitud 4 m. Por tanto, la resistencia de fase será la siguiente:

$$R_{LGA} = \frac{0,029 \cdot 4}{10} = 0,011 \Omega$$

La resistencia de fase es de 0,011 Ω . Una vez calculada la resistencia de fase se determina la intensidad de cortocircuito, como se puede ver a continuación:

$$I_{CC \text{ LGA}} = \frac{0,8 \cdot 230}{0,011} = 16727 \text{ A.}$$

La intensidad de cortocircuito de la línea general de alimentación es de 16727,27A.

3.7.4. Intensidad de cortocircuito de la DI

La derivación individual está constituida por un cable de cobre de 10 mm² de sección y longitud 4 m. Por tanto, la resistencia de fase será la siguiente:

$$R_{DI} = \frac{0,018 \cdot 4}{10} = 0,0072 \Omega$$

La resistencia de fase es de 0,0072 Ω. Una vez calculada la resistencia de fase se determina la intensidad de cortocircuito, como se puede ver a continuación:

$$I_{CC DI} = \frac{0,8 \cdot 230}{0,0072} = 25555A$$

La intensidad de cortocircuito de la derivación individual es de 25555 A.

3.8. Caja de protección y medida (CPM)

En la caja de protección y medida, situada en el poste donde esté instalado el transformador, se dispondrán fusibles en cada uno de los conductores de fase con un poder de corte al menos igual a la intensidad de cortocircuito en dicho punto, que es de 16727 A. También dispondrán de un borne de conexión para el neutro. Los fusibles serán de tipo NH de 250 A.

Se instalará un contador trifásico de energía activa a tres hilos, doble tarifa con indicación de máxima, conectado en serie. Así mismo se instalará un contador trifásico de energía reactiva a tres hilos, simple tarifa, conectado en serie.

Se procurará alojar las partes activas de la instalación a distancias tales que no pueda haber contactos. Además se colocarán obstáculos de protección (armarios y tubos de PVC) fijados fuertemente, de forma que puedan resistir los esfuerzos mecánicos usuales que pueden presentarse en su función.

Para garantizar la protección contra contactos indirectos se realizará la puesta a tierra de todas las masas y dispositivos de corte por defecto, instalando interruptores diferenciales.

3.9. Cuadro general de mando y protección (CGPM)

Interruptor de control de potencia de 75 Kw

Un interruptor automático magnetotérmico trifásico de 200 A y 400 V, curva C y poder de corte de 120 kA que permite su accionamiento manual y protege todas las distribuciones contra sobrecargas y cortocircuitos.

Un interruptor diferencial automático trifásico de 225 A de intensidad, 300 mA de sensibilidad y 400 V de tensión nominal.

Circuito de la bomba: interruptor automático magnetotérmico trifásico de 100 A de intensidad nominal, 230/400 V de tensión nominal, capaz de soportar intensidades de cortocircuito de 120 kA.

Circuito de fuerza: interruptor automático magnetotérmico monofásico de 50 A de intensidad nominal, 230/400 V de tensión nominal, capaz de soportar intensidades de cortocircuito de 120 kA.

Circuito de alumbrado: interruptor automático magnetotérmico monofásico de 16 A de intensidad nominal, 230/400 V de tensión nominal, capaz de soportar intensidades de cortocircuito de 120 kA.

Placa identificativa del instalador.

3.10. Tarificación eléctrica

Debido a las necesidades de energía de la instalación, se contratará una tarifa de tipo 3.1A

La tarifa incluirá un descuento por la instalación de una batería de condensadores, de tal forma que no se facturará la energía reactiva volcada a la red eléctrica.

La tarifa tendrá discriminación horaria, dividiendo el día en tres períodos: punta, llano y valle. En la Tabla 6 se pueden observar las horas correspondientes a cada período:

Tabla 6. Períodos de discriminación horaria.

	Punta	Llano	Valle
Invierno	17:00h a 23:00	08:00h a 17:00h 23:00h a 24:00h	24:00h a 8:00h
Verano	10.00h a 16:00h	08:00h a 10:00h 16:00h a 24:00h	24:00h a 08:00h

Los cambios de horario de invierno a verano o viceversa coincidirán con la fecha del cambio oficial de hora.

A continuación, en la Tabla 7 se muestran los precios de la energía según la tarifa vigente:

Tabla 7. Precios de la energía

Potencia contratada	Llano	Valle
Término de potencia (€/kW·día)	0,0997	0,0228
Término de energía (€/kWh)	0,1117	0,0844

El pago por alquiler de los equipos de medida es de 0,4583 €/día, considerando un contador trifásico de triple tarifa

ANEJO IX: PROGRAMACIÓN PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Índice anejo IX: Programación para la ejecución del proyecto

1. Introducción	3
2. Objeto y objetivos	3
3. Condicionantes para la programación de las obras	3
4. Actividades	4
5. Diagrama de Gantt	5
4. Grafo PERT.....	7

Índice tablas

Tabla 1. Actividades del proceso productivo, con fechas de inicio y fin.....	4
--	---

Índice de Figuras

Figura 1. Diagrama Gantt del proceso de ejecución del proyecto.....	5
Figura 2. Diagrama Gantt camino crítico de ejecución	6

1. Introducción

Para un perfecto desarrollo del proyecto, toda la planificación se ha de ajustar a un estricto cumplimiento de sus fases en el tiempo y en el espacio por medio de un programa de tareas.

El objetivo del presente anejo es programar la ejecución del proyecto, con el fin de determinar el tiempo mínimo necesario para llevar a cabo las obras y las labores de plantación.

Además la realización de este estudio permite conocer el camino crítico de ejecución de la obra el cual viene definido como aquellas actividades en las cuales no se pueden producir cambios en los tiempos de ejecución pues supondría retrasos en la realización de las actividades siguientes y pérdida de recursos materiales y económicos.

La ejecución de las obras comenzará una vez concedidos los permisos y seleccionados los contratistas. Por tanto, estas tareas previas deben demorarse lo menos posible en el tiempo, con el fin de no retrasar excesivamente la consecución de las obras.

Las obligaciones de los agentes que participan en el proyecto, en cuanto a la programación, ejecución y control de las obras, se recogen en la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación. Así mismo, las actuaciones correspondientes a cada uno de los agentes implicados se hallan descritas en el Documento 3. Pliego de condiciones.

2. Objeto y objetivos

El objeto del presente anejo es el del establecimiento de los tiempos de realización de cada una de las actividades que conforman la obra.

Por otro lado los objetivos que se buscan con la realización del anejo son los siguientes:

- ❖ Implementar los tiempos de ejecución de cada actividad con el fin de optimizar en la medida de lo posible los recursos económicos proporcionados por el promotor
- ❖ Conocer el camino crítico de ejecución de obra.

3. Condicionantes para la programación de las obras

Los condicionantes establecidos para la ejecución de las obras son los siguientes:

- ❖ Jornada de trabajo de 16 horas, en dos turnos, para la ejecución de las obras.
- ❖ No se realizarán trabajos los fines de semana.
- ❖ Se tiene en cuenta un periodo de concesión de licencias y solicitud de permisos de 30 días.

4. Actividades

En la Tabla 1 se muestran las actividades del proceso productivo, las fechas de inicio y fin de cada una y su duración.

Las actividades se hallan descritas en los Anejos IV. Ingeniería del proceso y VII. Ingeniería de las obras.

Tabla 1. Actividades del proceso productivo, con fechas de inicio y fin y duración.

Nº	Actividad	Duración (horas)	Duración (días)	Inicio	Fin
1	Solicitud de permisos	480	30	01/06/2020	10/07/2020
2	Replanteo general	112	7	13/07/2020	21/07/2020
3	Explanación edificaciones	112	7	22/07/2020	30/07/2020
4	Construcción caseta riego	560	35	31/07/2020	17/09/2020
5	Instalación cabezal de riego	560	35	31/07/2020	17/09/2020
6	Instalación de red de riego enterrada	560	35	18/09/2020	5/11/2020
7	Enmienda orgánica	112	7	6/11/2020	16/11/2020
8	Desfonde	112	7	17/11/2020	25/11/2020
9	Abonado de fondo	112	7	26/11/2020	4/12/2020
10	Labores complementarias	240	15	7/12/2020	25/12/2020
11	Replanteo plantación	240	15	28/12/2020	15/01/2021
12	Recepción y preparación planta	96	6	18/01/2021	25/01/2021
13	Plantación	208	13	26/01/2021	11/02/2021
14	Instalación red de riego superficial	240	15	12/02/2021	4/03/2021
15	Riego de plantación	16	1	5/03/2021	5/03/2021
16	Revisión general	48	3	8/03/2021	10/03/2021
17	Colocación de protectores de troncos y entutorado	112	7	11/03/2021	19/03/2021
18	Reposición de marras	288	18	22/03/2021	14/04/2021

Por lo tanto la duración total de las actividades va a ser de 318 días.

5. Diagrama de Gantt

A continuación, en la Figura 1, se muestra el diagrama Gantt de las actividades del proceso de ejecución del proyecto.

Figura 1. Diagrama Gantt del proceso de ejecución del proyecto

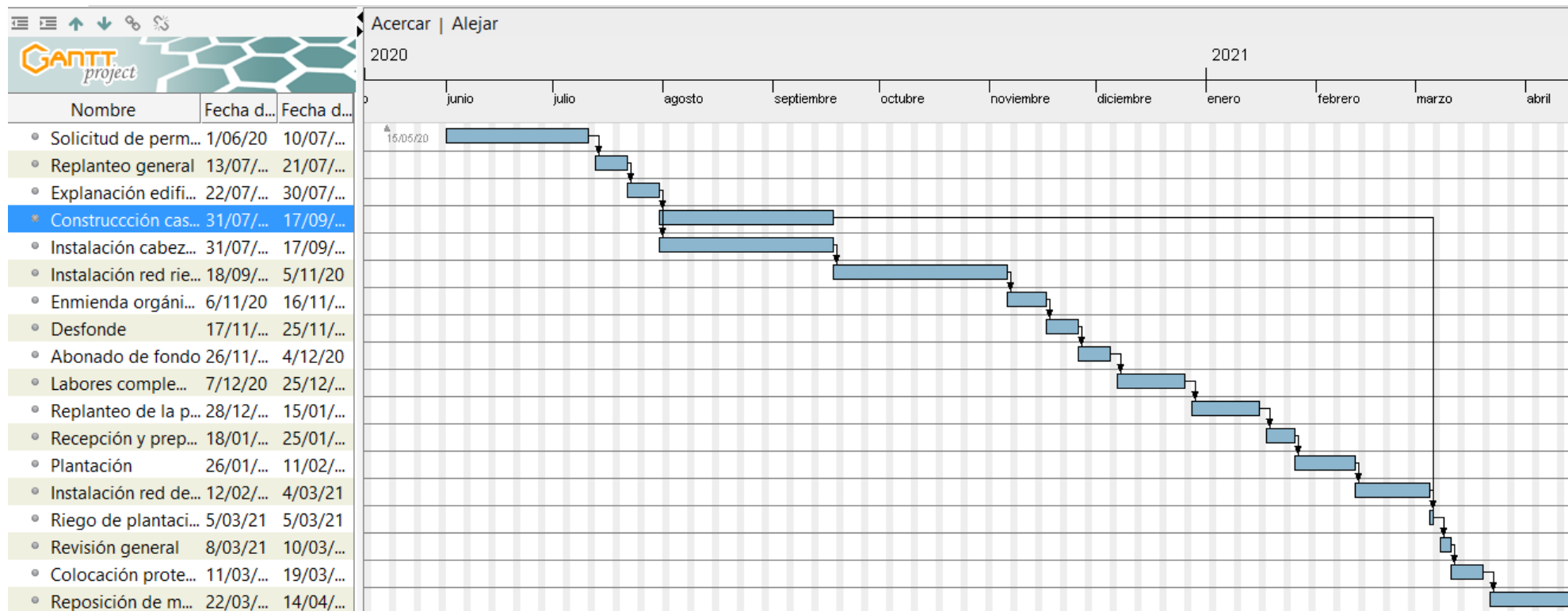
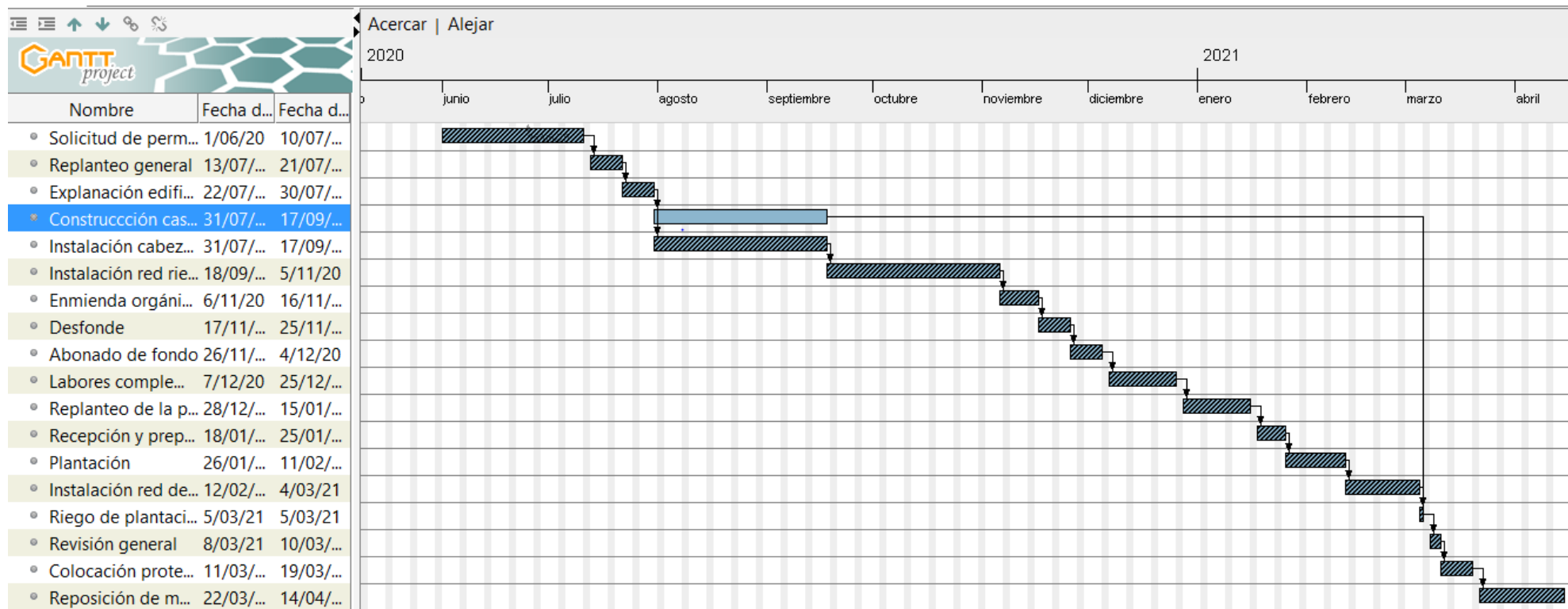


Figura 2. Diagrama Gantt camino crítico de ejecución

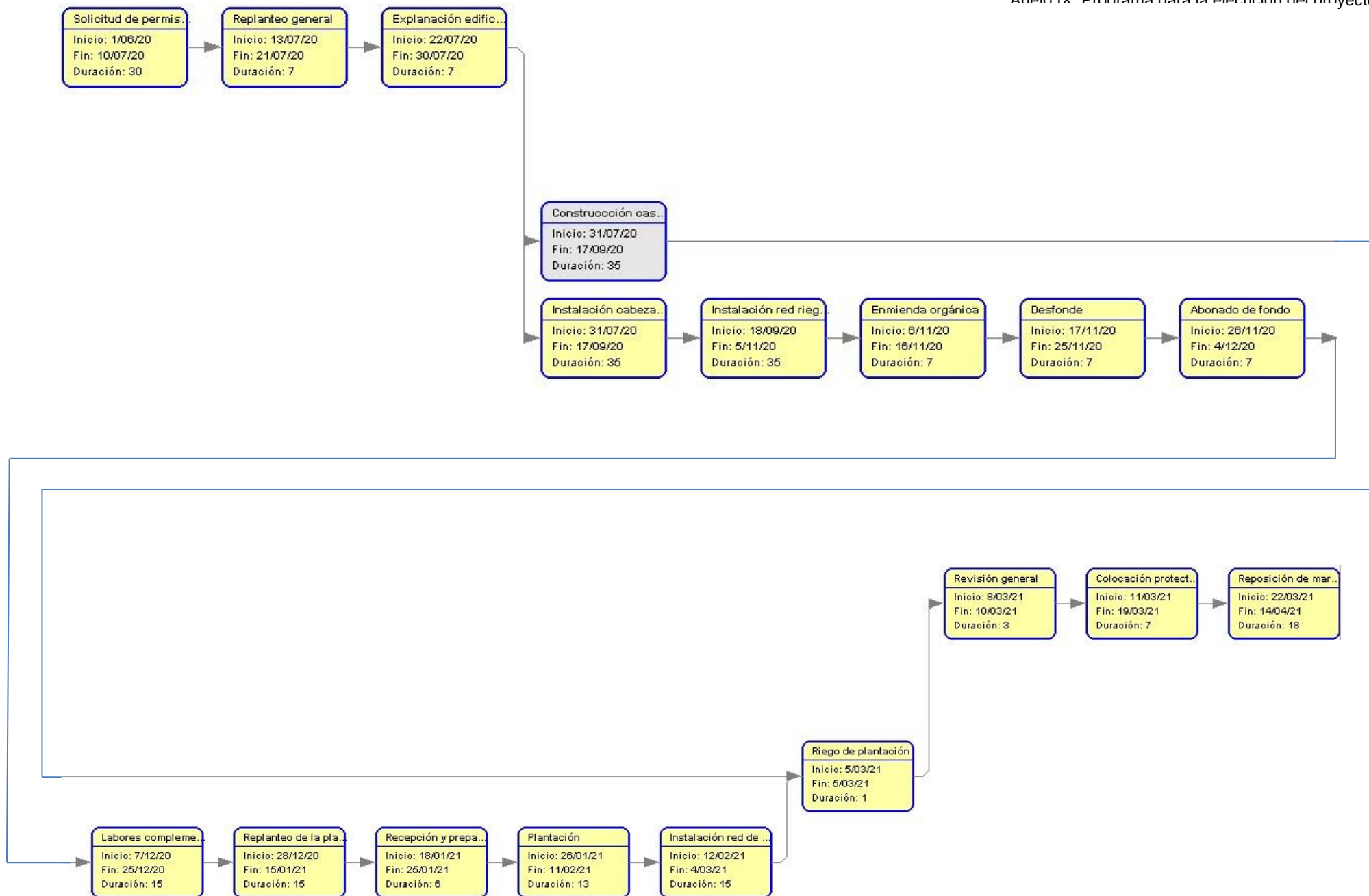


6. Grafo PERT

El grafo PERT (Project Evaluation and Review Techniques) se utiliza para calcular la duración del proyecto y para evaluar la importancia de las diferentes tareas. Se adjunta en la página siguiente el grafo PERT de nuestro proyecto.

Proyecto de plantación de 46,39 ha de almendros en regadío en el término municipal Villalar de los Comuneros (Valladolid).

Anexo IX: Programa para la ejecución del proyecto



ANEJO X: NORMAS PARA LA EJECUCIÓN Y EXPLOTACIÓN DEL PROYECTO

Índice anejo X

1. Condiciones generales	3
1.1. Introducción.....	3
1.2. Aspectos que regula.....	3
2. Labores de cultivo.....	3
3. Maquinaria.....	3
3.1. Características	3
3.2. Destino de la maquinaria.....	3
3.3. Mantenimiento y averías	4
3.4. Seguridad personal y manejo.....	4
3.5. Reglamentación	4
4. Instalación de riego.....	4
5. Mano de obra.....	4
6. Materias primas	5
6.1. Material vegetal.....	5
6.2. Fertilizantes.....	6
6.3. Fitosanitarios.....	8
7. Medidas de seguridad e higiene y protección general.....	9
7.1. Riesgos mecánicos	9
7.2. Riesgos de incendios	9
7.3. Seguridad e higiene	10
8. Modificaciones	10

1. Condiciones generales

1.1. Introducción

El presente anejo constituye una ampliación del conjunto de instrucciones y especificaciones establecidas en el Pliego de Condiciones, en la Memoria y en los demás anejos, así como en las normas y legislación vigente. Estas normas deben permitir realizar el manejo adecuado de la explotación, además de obtener los rendimientos y cumplir los objetivos establecidos para el proyecto.

1.2. Aspectos que regula

En los sucesivos apartados se van a regular aquellos aspectos que por su relación técnica, económica o social con la explotación condicionan el cumplimiento de los objetivos planteados en el presente proyecto.

El no alcanzar los objetivos por el incumplimiento de las normas que aquí se exponen, así como las reflejadas en los demás anejos y, especialmente, en el Pliego de Condiciones, no puede ser en ningún caso responsabilidad del proyectista.

2. Labores de cultivo

Las labores de preparación del terreno, abonado, plantación, labores culturales y en definitiva, cualquier labor relacionada con la explotación, se debe realizar con arreglo a las normas contenidas en la memoria y anejos del presente proyecto, empleándose maquinaria y aperos específicos.

La tracción y maquinaria necesarias para las distintas operaciones de cultivo serán de la propia explotación, salvo en el caso de que se especifique su alquiler en el correspondiente apartado de la Memoria, los Anejos o el Pliego de Condiciones.

El titular de la explotación queda facultado para introducir aquellas innovaciones o modificaciones que estime conveniente, siempre que no varíen sustancialmente los objetivos marcados para la explotación.

3. Maquinaria

3.1. Características

Las características de la maquinaria y de los equipos se encuentran señaladas en los Anejos correspondientes. Si por alguna circunstancia no se correspondieran exactamente con las características especificadas, el encargado de la explotación queda autorizado para introducir las variaciones convenientes ajustándose en lo posible a éstas.

3.2. Destino de la maquinaria

La maquinaria de la explotación no debe ser empleada en trabajos no adecuados para sus funciones, evitando así, posibles averías y desperfectos de la misma.

3.3. Mantenimiento y averías

La conservación de la maquinaria es incumbencia del propietario, que debe seguir el consejo de las casas comerciales. Para la perfecta conservación de la maquinaria el propietario debe procurar almacenarla en lugares específicos para ello, evitando su exposición a los agentes atmosféricos y a ambientes agresivos.

Las averías producidas en la maquinaria alquilada por su uso en la explotación son incumbencia de su propietario, así como los gastos de reparación. Para averías de reconocida complicación mecánica o eléctrica sólo estará facultado para su reparación el especialista de la casa distribuidora.

3.4. Seguridad personal y manejo

En lo referente al uso de la maquinaria, los operarios deben trabajar en todo momento en condiciones de máxima seguridad. Resulta fundamental seguir las normas que especifiquen los manuales de instrucciones de cada una de las máquinas para conseguir tal objetivo.

3.5. Reglamentación

Toda la maquinaria que intervenga tanto en la ejecución de la obra como en la explotación de la plantación debe tener su respectiva documentación. Los permisos de circulación e inspecciones técnicas, además de otros tipos de documentación obligatoria, deben estar debidamente actualizados.

4. Instalación de riego

En la instalación de riego se deberá vigilar el adecuado funcionamiento de los goteros especialmente, evitando obturaciones en los mismos que dificulten un riego homogéneo. Además se tendrá cuidado en que todo el sistema de riego funcione de manera idónea.

Se procurará también no pisar las tuberías de PE con la maquinaria.

En el cabezal de riego hay que vigilar la limpieza de los filtros, limpiándolos cuando las pérdidas de carga superen los 4 m.c.a.

Se deberá revisar la instalación de riego semanalmente, comprobando el correcto funcionamiento de la instalación.

5. Mano de obra

En todo lo referente a la contratación, seguros sociales y descansos se ha de tener en cuenta la normativa vigente.

Como bien se ha explicado en las necesidades de mano de obra, únicamente se va a contratar mano de obra eventual cuando sea necesaria, por lo que la única persona fija será el propietario de la explotación.

La duración de la jornada eventual podrá ser variable, ajustándose a las circunstancias puntuales que puedan presentarse. Se llevará un control de las horas trabajadas y las labores realizadas.

La actividad de la explotación se ajustará en todo momento a lo dictado por las autoridades en lo referente a la conservación de la naturaleza y del medio ambiente.

6. Materias primas

6.1. Material vegetal

Una vez recibido el material vegetal del vivero se debe conservar en lugar fresco, con una temperatura que oscilará entre 11º y 12 ºC, y una humedad relativa del 80 %.

Cuando las plantas se reciben unos días antes del momento de plantación, se deben conservar a la sombra, la conservación de los plantones se realiza en zanjas de 50-60 cm de profundidad.

Las plantas que se vayan a reservar para realizar la reposición de marras durante la primavera deben ser conservadas a la sombra y regadas frecuentemente.

Las características del material vegetal se han de ajustar a lo especificado en el Anejo IV. Ingeniería del proceso, así como a las técnicas y métodos empleados en su recepción y plantación.

Etiqueta

El material vegetal que se emplee en la explotación debe estar certificado. La etiqueta correspondiente a este tipo de planta es de color azul, y en ella debe figurar la especie, la variedad, el patrón, la cantidad, el nombre del productor y el número de registro. Así mismo, en caso de que el material vegetal provenga del extranjero, deberá estar acompañado del respectivo pasaporte fitosanitario.

Factura

La factura debe ser lo suficientemente detallada. Se debe desglosar el importe del material por separado correspondiente a plantones, transporte e IVA.

La factura se hará efectiva por partes: la primera, cuando se encargue el material al vivero, a modo de fianza, y la segunda, una vez haya sido revisado el material entregado.

Garantía

Si se detectara alguna anomalía durante su recepción, tales como plantas en mal estado o plantas de otra variedad, debe avisar a la empresa que ha suministrado el material y será la encargada de sustituirlo por otro en buen estado, sin coste alguno para el promotor.

6.2. Fertilizantes

La fertilización es el proceso mediante el cual se aportan los nutrientes necesarios para un desarrollo adecuado del almendro. La fertilización tiene como finalidad el mantenimiento del nivel de fertilidad del suelo, mediante la restitución al suelo de las pérdidas de nutrientes, tanto las provocadas por la extracción por parte de la planta, como otras posibles pérdidas de elementos por procesos de lixiviación y retrogradación.

Recomendaciones de aplicación

En la fertilización hay que tener en cuenta una serie de recomendaciones:

1. La incorporación de nutrientes en el suelo se realizará por medio de fertilizantes líquidos. Se debe respetar estrictamente las cantidades establecidas en el Anejo IV. Ingeniería del proceso en lo relativo al aporte de fertilizantes en cada uno de los meses del año y años de entrada en producción.
2. Una vez programadas las necesidades hídricas, el ordenador ajustará la dosis para que nunca se puedan sobrepasar los 2 g/L, con lo que se evitará la formación de precipitados.
3. El proceso se debe terminar siempre con agua, para limpiar las tuberías y los goteros de restos de abonos.

Fertirrigación

Se van a emplear fertilizantes líquidos. Los fertilizantes específicos se detallan en el Anejo IV. Ingeniería del proceso.

Normas básicas de la fertirrigación:

1. Regular los equipos de inyección para conseguir la dosis de fertilizantes establecida en el Anejo correspondiente.
2. La fertilización durará como máximo el 80% del tiempo de riego y el 20% restante se aprovechará para la limpieza de las conducciones de riego, repartido al principio y al final.
3. Cuanto mayor sea la frecuencia de la fertirrigación, mejores serán los resultados.
4. Al final de la campaña de riego se deberán limpiar los filtros y dar un lavado a las tuberías con una solución ácida.

Definiciones

Se deben tener en cuenta los siguientes términos en relación con los fertilizantes y su impacto en el medio ambiente. Se deben respetar las indicaciones que figuren en los envases, así como las indicaciones que den los técnicos responsables de la explotación.

Contaminación. Es la introducción de compuestos minerales de origen agrario en el medio acuático, directa o indirectamente, que tengan consecuencias que puedan

poner en peligro la salud humana, perjudicar los recursos vivos y el ecosistema acuático, causar daños a los lugares de recreo u ocasionar molestias para otras actuaciones legítimas de las aguas.

Contaminación difusa por nitratos. Es el vertido indiscriminado del ion NO₃ en el suelo y consecuentemente en el agua, hasta alcanzar los 50 mg/L de concentración máxima admisible.

Zonas vulnerables. Superficies de territorio cuya escorrentía fluya hacia aguas que podrían verse afectadas por la contaminación.

Fertilizante. Cualquier sustancia que contenga uno o varios compuestos minerales y se aplique sobre el terreno para aumentar el crecimiento de la vegetación.

Fertilizante químico. Es cualquier fertilizante que se fabrique mediante un procedimiento industrial.

Aplicación sobre el terreno. Es la incorporación de sustancias al mismo, ya sea extendiéndolos sobre la superficie, inyectándolas en ella, mezclándolas con las capas superficiales del suelo o con el agua de riego.

Eutrofización. Es el aumento de concentración de compuestos de minerales, especialmente nitrógeno y fósforo, que provoca un crecimiento exagerado de las algas y especies vegetales superiores y causa trastornos negativos en el equilibrio de los organismos presentes en el agua.

Composición y pureza

Los fertilizantes que se van a utilizar deben cumplir las siguientes normas en cuanto a composición y pureza:

1. Real Decreto 506/2013, de 28 de junio, sobre Productos Fertilizantes.
2. Corrección de errores del Real Decreto 506/2013, de 28 de junio, sobre productos fertilizantes.
3. Orden AAA/2564/2015, de 27 de noviembre, por la que se modifican los anexos I, II, III, IV y VI del Real Decreto 506/2013, de 28 de junio sobre productos fertilizantes.
4. Corrección de errores de la Orden AAA/2564/2015.
5. Orden AAA/770/2014, de 28 de abril, por la que se aprueba el modelo normalizado de solicitud al Registro de Productos Fertilizantes.
6. Orden APA/1593/2006, de 19 de mayo, por la que se crea y regula el Comité de Expertos en Fertilización.

Riqueza

La riqueza de los productos empleados debe ser la indicada en el proyecto, al menos durante los seis primeros años de plantación.

Posteriormente se encargarán análisis periódicos de suelo para analizar el contenido de éste, y, si se producen variaciones considerables, se debe diseñar un programa de abonado distinto que se ajuste a las necesidades que se presenten en ese momento.

Envases y etiquetas

Los envases de los fertilizantes deben estar en buen estado. No se utilizarán aquellos cuyos envases estén dañados, ya que esto puede suponer algún cambio en la composición.

Las etiquetas de los envases deben ser perfectamente legibles, deben contener el nombre del producto y el contenido de éste en los distintos nutrientes.

No se utilizarán los productos cuya etiqueta esté en mal estado, bien sea rota o borrosa, ya que puede conllevar un fraude.

Facturas

Las facturas deben estar lo suficientemente detalladas. Se realizará una factura en la que se especificara cada tipo de fertilizante. En ella se debe contemplar el nombre del fertilizante que se ha vendido y la riqueza de éste. La factura se hará efectiva después de que se haya entregado el material.

6.3. Fitosanitarios

Normativa

Los productos fitosanitarios que se usen en la explotación deberán atenerse a la normativa oficial vigente, y en concreto a la siguiente normativa:

1. Ley 43/2002, de 20 de noviembre, de sanidad vegetal.
2. Directiva 2009/128/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de octubre de 2009, por la que se establece el marco de la actuación comunitaria para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas.
3. Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios.

Envases y etiquetas

Los productos fitosanitarios deberán estar envasados, precintados y etiquetados. Los envases deberán reunir las condiciones necesarias para la buena conservación de la calidad del producto. No serán admitidas aquellas partidas que no reúnan las debidas garantías.

En el envase, precinto, etiqueta o en acta deberán ir consignados el número de registro del producto, el nombre del producto, la composición química, pureza y demás características del producto.

Facturas

Los datos que hace referencia el apartado anterior deberán ir consignados en las facturas.

Manejo

En el envase, etiqueta, precinto o acta adjunta, se harán constar los peligros a que están sujetos los manipuladores, las técnicas convenientes de empleo, dosis admisibles, época de empleo y además instrucciones que sean indispensables para su buen uso. Solo podrán manipular estos productos aquellos que posean el carnet reglamentario.

En ningún caso se utilizará la máquina empleada en tratamientos herbicidas para otra clase de tratamientos de igual o distinto tipo, sin antes limpiar los tanques, mangueras, tuberías y demás partes del aparato con agua abundante y limpia.

En el cuaderno de explotación se reflejarán todos los tratamientos realizados y sus características.

7. Medidas de seguridad e higiene y protección general

7.1. Riesgos mecánicos

Se ha de tener en cuenta los riesgos específicos de cada máquina y aplicar las medidas de seguridad oportunas, descritas en los manuales de uso de las propias máquinas.

7.2. Riesgos de incendios

Se definen en este anejo las medidas a cumplir para obtener una protección que se ajuste, en la medida que sea aplicable, a la el Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico – Seguridad en Caso de Incendio (CTE-DB-SI).

Según la Norma, la característica de resistencia al fuego de la estructura ha de ser de R-30.

En la caseta de riego se instalará un extintor. Ha de ser de eficacia mínima 13^a - 89B de tipo de polvo seco de 3 kg, colocado a una altura de 1,7 m del pavimento. El extintor se verificará periódicamente, cada tres meses como máximo, su accesibilidad y estado aparente. Cada seis meses se realizarán las operaciones previstas por el fabricante, y cada doce meses se verificarán por el personal especializado. Dicha visita se registrará en tarjetas unidas al extintor.

7.3. Seguridad e higiene

Todo el personal debe disponer periódicamente de ropa de trabajo adecuada a las condiciones precisas para las tareas a realizar. Igualmente se utilizará calzado adecuado.

Se dispondrá de taquillas y vestuarios, aseos y duchas en una nave perteneciente al promotor.

Se dispondrá de botiquín de primeros auxilios dotado con los mínimos elementos necesarios, debiendo ser revisado al menos cada tres meses.

8. Modificaciones

El encargado de la explotación queda facultado para introducir las variaciones que estime conveniente, pero sin alterar los principios fundamentales que debe seguir la explotación expuestos en el presente proyecto.

ANEJO XI: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

1 Caseta de riego

Código	Ud	Descripción		Total
1.1	m2	Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.		
	0,005 h.	Peón ordinario	10,240 €	0,05 €
	0,008 h.	Pala carg.neumát. 85 CV/1,2m3	33,610 €	0,27 €
		3,000 % Costes indirectos	0,320 €	0,01 €
		Precio total por m2		0,33 €
1.2	m3	Excavación a cielo abierto, en terrenos de roca blanda o disgregada, con martillo rompedor, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.		
	0,150 h.	Peón ordinario	10,240 €	1,54 €
	0,267 h.	Retro-pala con martillo rompedor	38,580 €	10,30 €
		3,000 % Costes indirectos	11,840 €	0,36 €
		Precio total por m3		12,20 €
1.3	m2	Encofrado y desencofrado con madera suelta en losas de cimentación, considerando 4 posturas.		
	0,200 h.	Oficial 1º Encofrador	10,810 €	2,16 €
	0,200 h.	Ayudante- Encofrador	10,400 €	2,08 €
	0,005 m3	Madera pino encofrar 26 mm.	184,090 €	0,92 €
	0,008 kg	Alambre atar 1,30 mm.	1,200 €	0,01 €
	0,040 kg	Puntas 20x100	1,020 €	0,04 €
		3,000 % Costes indirectos	5,210 €	0,16 €
		Precio total por m2		5,37 €
1.4	M3	Hormigón armado HA-25/P/20/I, elaborado en central, en relleno de losa de cimentación,incluso armadura(100kg/m3), vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según normas NTE-EA, CTE-DB-SE-A		
	0,300 h.	Oficial primera	10,710 €	3,21 €
	1,000 h.	Oficial 1º Ferrallista	10,710 €	10,71 €
	0,300 h.	Peón ordinario	10,240 €	3,07 €
	1,000 h.	Ayudante- Ferrallista	10,400 €	10,40 €
	1,150 m2	Hormigón HA-25/P/20/I central	70,000 €	80,50 €
	100,000 KG	Acero corrugado B500S/SD	0,800 €	80,00 €
	0,500 kg	Alambre atar 1.30mm	0,910 €	0,46 €
	0,360 h	Aguja eléctrica	7,810 €	2,81 €
		3,000 % Costes indirectos	191,160 €	5,73 €
		Precio total por M3		196,89 €
1.5	m2	Encachado de piedra caliza 40/80 de 20 cm. de espesor en sub-base de losa de cimentación, i/extendido y compactado con pisón.		
	0,200 h.	Peón ordinario	10,240 €	2,05 €
	0,220 m3	Grava 40/80 mm.	9,970 €	2,19 €
		3,000 % Costes indirectos	4,240 €	0,13 €
		Precio total por m2		4,37 €
1.6	kg	Acero S275, perfil IPN-100 , unidos mediante soldadura y con capa de pintura y protección.		

1 Caseta de riego

Código	Ud	Descripción		Total
	0,020 h.	Oficial 1º Soldador	11,440 €	0,23 €
	0,020 h.	Ayudante- Soldador	10,560 €	0,21 €
	1,200 kg	Pequeño material	1,300 €	1,56 €
	1,000 kg	IPN 100	1,200 €	1,20 €
		3,000 % Costes indirectos	3,200 €	0,10 €
			Precio total por kg	3,30 €
1.7	kg	Acero S275, perfil IPN-140, unidos mediante soldadura y con capa de pintura y protección.		
	0,020 h.	Oficial 1º Soldador	11,440 €	0,23 €
	0,020 h.	Ayudante- Soldador	10,560 €	0,21 €
	1,200 kg	Pequeño material	1,300 €	1,56 €
	1,000 KG	IPN 140	1,300 €	1,30 €
		3,000 % Costes indirectos	3,300 €	0,10 €
			Precio total por kg	3,40 €
1.8	m2	Fábrica de bloques huecos de hormigón blanco de 40x20x15 cm. colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento blanco BL-II 42,5 R y arena de río 1/4, rellenos de hormigón HA-25/B/20/I y armadura según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, limpieza y medios auxiliares, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2.		
	0,720 h.	Oficial primera	10,710 €	7,71 €
	0,360 h.	Ayudante	10,400 €	3,74 €
	13,000 ud	Bloque horm.blanco liso 40x20x15	0,790 €	10,27 €
	0,019 m3	MORTERO CEMENTO BLANCO 1/4	98,530 €	1,87 €
	0,010 m3	HORMIG. HA-25/B/20/I CENTRAL	50,690 €	0,51 €
	1,500 kg	Acero corrugado B 400 S	1,140 €	1,71 €
		3,000 % Costes indirectos	25,810 €	0,77 €
			Precio total por m2	26,58 €
1.9	m2	Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial con dos láminas prelacadas de 0,5 mm., con núcleo de poliestireno expandido de 20 kg/m3. con un espesor total de 40 mm., clasificado M-1 en su reacción al fuego, sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, medido en verdadera magnitud.		
	0,230 h.	Oficial primera	10,710 €	2,46 €
	0,230 h.	Ayudante	10,400 €	2,39 €
	1,000 m2	Panel ch.pr.2 caras 40 mm.	20,170 €	20,17 €
	1,000 ud	Tornillería y pequeño material	0,100 €	0,10 €
		3,000 % Costes indirectos	25,120 €	0,75 €
			Precio total por m2	25,87 €
1.10	m2	Carpintería de aluminio anodizado en color natural de 15 micras, en ventanas practicables de 2 hojas , mayores de 1 m2 y menores de 2 m2 de superficie total, compuesta por cerco, hojas y herrajes de colgar y de seguridad, totalmente instalada sobre precerco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares.		
	0,240 h.	Oficial 1º Cerrajero	11,440 €	2,75 €
	0,120 h.	Ayudante-Cerrajero	10,560 €	1,27 €

1 Caseta de riego

Código	Ud	Descripción		Total
	4,000 m.	Premarco aluminio	2,310 €	9,24 €
	1,000 m2	Ventanas practicables >1m2.<2m2	75,730 €	75,73 €
		3,000 % Costes indirectos	88,990 €	2,67 €
			Precio total por m2	91,66 €
1.11	m2	Acristalamiento con vidrio traslúcido, tipo Impreso 200, de 6/7 mm. de espesor, incoloro, fijación sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales y sellado en frío con silicona incolora, incluso cortes del vidrio y colocación de junquillos.		
	1,012 m2	Vidrio impr.incol. 6/7 impr-200	65,670 €	66,46 €
		3,000 % Costes indirectos	66,460 €	1,99 €
			Precio total por m2	68,45 €
1.12	Ud	Puerta corredera 1900x1500 cm de medidas exteriores, realizada con perfiles de acero y chapa galvanizada		
	1,900 H	Oficial de primera	11,940 €	22,69 €
	1,900 H	Peon ordinario	10,880 €	20,67 €
	1,000 Ud	Puerta corredera	70,000 €	70,00 €
	3,000 %	Costes indirectos	113,360 €	3,40 €
		3,000 % Costes indirectos	116,760 €	3,50 €
			Precio total por Ud	120,26 €

2 Cabezal de riego

Código	Ud	Descripción	Total	
2.1	ud	Filtro de arena a presión de alto rendimiento, con altura de lecho filtrante de 1,20 m., para presión de trabajo de 2,5 kg/cm2., velocidad de filtración de 30 m3/h/m2. y caudal de 33 m3/h., con cuerpo de poliéster reforzado con FV, con colector convencional mediante brazos y difusor en PVC y polipropileno, equipado con purga de aire y agua manuales y tapón para vaciado de arenas, panel de manómetros para lectura en la entrada y salida, y batería de 5 válvulas de mariposa de diámetro 75 mm. con soportes, incluso relleno posterior del filtro monocapa de árido silíceo calibrado, totalmente montado y probado.		
	3,000 h.	Oficial 1º Fontanero/Calefactor	11,440 €	34,32 €
	6,000 h.	Ayudante-Fontanero/Calefactor	10,550 €	63,30 €
	1,000 ud	Fil.a.r.30m3/h/m2-33m3-2,5kg/cm2	2.771,000 €	2.771,00 €
	1,763 t.	Tierra refractaria en sacos	120,800 €	212,97 €
	1,000 ud	Batería 5 válv.mariposa D=75 mm	668,120 €	668,12 €
		3,000 % Costes indirectos	3.749,710 €	112,49 €
		Precio total por ud		3.862,20 €
2.2	ud	Válvula de compuerta de fundición de PN 16 de 200 mm de diametro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, completamente instalada		
	0,800 h.	Oficial 1º Fontanero/Calefactor	11,440 €	9,15 €
	0,800 h.	Oficial 2º Fontanero/Calefactor	11,150 €	8,92 €
	20,000 ud	Tornillo+tuerca ac.galvan. D=20 L=160mm	1,320 €	26,40 €
	1,000	Unión brida= enchufe fund.dúctil D= 200	87,000 €	87,00 €
	2,000 ud	Goma plana D= 200	2,700 €	5,40 €
	1,000 ud	Unión brisa-liso fundición dúctil D=200	47,330 €	47,33 €
	1,000 ud	Válvula compuerta cierre elastico D=200	300,500 €	300,50 €
		3,000 % Costes indirectos	484,700 €	14,54 €
		Precio total por ud		499,24 €
2.3	ud	Suministro y colocación de válvula de retención, de 4" (100 mm.) de diámetro,colocada mediante unión roscada o soldada, totalmente equipada, instalada y funcionando.		
	0,230 h.	Oficial 1º Fontanero/Calefactor	11,440 €	2,63 €
	1,000 ud	Válv.retención latón roscar 4"	3,200 €	3,20 €
		3,000 % Costes indirectos	5,830 €	0,17 €
		Precio total por ud		6,00 €
2.4	ud	Suministro e instalaciónn del filtro de latón de malla de acero D=3" posición de trabajo inclinada con purga, i/elementos de fijación instalado.		
	0,600 h.	Oficial 1º Fontanero/Calefactor	11,440 €	6,86 €
	0,600 h.	Ayudante-Fontanero/Calefactor	10,550 €	6,33 €
	1,000 ud	Filtro incl.malla de acero D=3"	350,600 €	350,60 €
		3,000 % Costes indirectos	363,790 €	10,91 €
		Precio total por ud		374,70 €
2.5	ud	Contador Woltman de 50mm,conectado al ramal de salida de los depósitos de fertilizante, incluida instalación de 2 válvulas de corte de esfera de 50mm, valvula de retención y demas material auxiliar, montado y funcionando		
	1,800 h.	Oficial 1º Fontanero/Calefactor	11,440 €	20,59 €

2 Cabezal de riego

Código	Ud	Descripción		Total
	1,800 h.	Oficial 2º Fontanero/Calefactor	11,150 €	20,07 €
	1,000 ud	Contador agua Woltman	360,000 €	360,00 €
	1,000 ud	Verificación contador	10,000 €	10,00 €
	1,000 ud	Válvula de retención latón	20,000 €	20,00 €
		3,000 % Costes indirectos	430,660 €	12,92 €
		Precio total por ud		443,58 €
2.6	ud	Ventosa/purgador automático 3 funciones, de fundición, con brida, de 100 mm. de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.		
	1,000 h.	Oficial 1º Fontanero/Calefactor	11,440 €	11,44 €
	1,000 h.	Oficial 2º Fontanero/Calefactor	11,150 €	11,15 €
	1,000 h.	Tractor grúa hasta 1,5 t.	6,560 €	6,56 €
	1,000 ud	Ventosa/purgador autom.D=100 mm	770,160 €	770,16 €
		3,000 % Costes indirectos	799,310 €	23,98 €
		Precio total por ud		823,29 €
2.7	ud	Suministro e instalación de tanque de abonado, de poliéster y fibra de vidrio, para abonos líquidos, para distribuir por medio de redes de riego, instalado.		
	2,300 h.	Oficial 1º Fontanero/Calefactor	11,440 €	26,31 €
	2,300 h.	Ayudante-Fontanero/Calefactor	10,550 €	24,27 €
	1,000 ud	Tanque abonado red de riego	491,500 €	491,50 €
		3,000 % Costes indirectos	542,080 €	16,26 €
		Precio total por ud		558,34 €
2.8	ud	Suministro e instalación de inyector de fertilizante, compuesto por electrobomba centrífuga de 1/4 CV y depósito de expansión de membrana de 25l de capacidad, montaje monobloc i/cuadro de maniobra compuesto por armario metálico intemperie conteniendo interruptores, diferencial, magnetotérmico y de maniobra, contactor y demás elementos necesarios, según REBT i/recibido, instalado.		
	1,000 h.	Oficial primera	10,710 €	10,71 €
	1,000 h.	Oficial 1º Fontanero/Calefactor	11,440 €	11,44 €
	0,600 h.	Oficial 1º Electricista	11,440 €	6,86 €
	0,500 h.	Peón ordinario	10,240 €	5,12 €
	1,000 h.	Ayudante-Fontanero/Calefactor	10,550 €	10,55 €
	1,000 ud	Grupo de presión	320,200 €	320,20 €
	1,000 ud	Cuadro de mando electrobomba	310,000 €	310,00 €
		3,000 % Costes indirectos	674,880 €	20,25 €
		Precio total por ud		695,13 €
2.9	ud	Suministro e instalación de programador electrónico TORO o RAIN DIRD de 12 estaciones, digital, con transformador incorporado y montaje.		
	2,700 h.	Oficial 1º Jardinero	12,680 €	34,24 €
	0,900 h.	Peón	10,530 €	9,48 €
	1,000 ud	Programador electrónico 12 estac.	320,840 €	320,84 €

2 Cabezal de riego

Código	Ud	Descripción		Total
	1,000 ud	Pequeño material	3,660 €	3,66 €
	3,000 %	Costes indirectos	368,220 €	11,05 €
		Precio total por ud		379,27 €

3 Instalación de riego

Código	Ud	Descripción		Total
3.1	m3	Excavación en zanjas, en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.		
	0,100 h.	Peón ordinario	10,240 €	1,02 €
	0,155 h.	Retrocargadora neum. 75 CV	32,150 €	4,98 €
		3,000 % Costes indirectos	6,000 €	0,18 €
		Precio total por m3		6,18 €
3.2	m3	Relleno, extendido y compactado de tierras propias en zanjas, por medios mecánicos.		
	1,000 h.	Peón ordinario	10,240 €	10,24 €
	1,000 m3	Agua	0,760 €	0,76 €
	0,740 h.	Pisón vibrante 70 kg.	1,970 €	1,46 €
		3,000 % Costes indirectos	12,460 €	0,37 €
		Precio total por m3		12,83 €
3.3	m	Tubería de PVC de unión encolada para instalación enterrada de riego, para una presión nominal de 6kg/cm2 de 200mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes y parte proporcional de elementos de unión sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja.		
	0,005 h.	Oficial 1º Fontanero/Calefactor	11,440 €	0,06 €
	0,005 h.	Ayudante-Fontanero/Calefactor	10,550 €	0,05 €
	0,019 ud	Limpiador tubos PVC	13,100 €	0,25 €
	0,018 kg	Adhesivo tubo PVC junta pegada	16,930 €	0,30 €
	1,000 m	Tubo de PVC liso PN-8-DN = 200	18,000 €	18,00 €
		3,000 % Costes indirectos	18,660 €	0,56 €
		Precio total por m		19,22 €
3.4	m	Tubería de PVC de unión encolada para instalación enterrada de riego, para una presión nominal de 6kg/cm2 de 90 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes y parte proporcional de elementos de unión sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja.		
	0,005 h.	Oficial 1º Fontanero/Calefactor	11,440 €	0,06 €
	0,005 h.	Ayudante-Fontanero/Calefactor	10,550 €	0,05 €
	0,019 ud	Limpiador tubos PVC	13,100 €	0,25 €
	0,018 kg	Adhesivo tubo PVC junta pegada	16,930 €	0,30 €
	1,000 M	Tubo de PVC liso PN-8DN= 110	10,000 €	10,00 €
		3,000 % Costes indirectos	10,660 €	0,32 €
		Precio total por m		10,98 €
3.5	M	Tubería de PVC de unión encolada para instalación enterrada de riego, para una presión nominal de 6kg/cm2 de 90 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes y parte proporcional de elementos de unión sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja.		
	0,005 h.	Oficial 1º Fontanero/Calefactor	11,440 €	0,06 €
	0,005 h.	Ayudante-Fontanero/Calefactor	10,550 €	0,05 €
	0,019 ud	Limpiador tubos PVC	13,100 €	0,25 €
	0,018 kg	Adhesivo tubo PVC junta pegada	16,930 €	0,30 €
	1,000 M	Tubo de PVC liso PN-8DN= 90	4,500 €	4,50 €

3 Instalación de riego

Código	Ud	Descripción		Total
			3,000 % Costes indirectos	5,160 €
				0,15 €
			Precio total por M	5,31 €
3.6	ud	Electroválvula de PVC para una tensión de 24V con apertura manual y regulación de caudal, completamente instalada.		
	0,060 h.	Oficial 2º Fontanero/Calefactor	11,150 €	0,67 €
	0,060 h.	Ayudante-Fontanero/Calefactor	10,550 €	0,63 €
	0,060 h.	Oficial 1º Electricista	11,440 €	0,69 €
	1,000 ud	Electroválvula PVC reguladora de caudal	60,000 €	60,00 €
			3,000 % Costes indirectos	61,990 €
				1,86 €
			Precio total por ud	63,85 €
3.7	m	Línea eléctrica de cobre de 7 x 1,5mm ² , aislamiento 2 kV para alimentación de electroválvulas instalada en zanja y cintada a la tubería de riego.		
	0,040 h.	Oficial 1º Electricista	11,440 €	0,46 €
	0,045 h.	Ayudante-Electricista	10,560 €	0,48 €
	11,000 ud	Conector 3 cables de 1.5mm ²	1,410 €	15,51 €
	1,000 m	Línea eléctrica	1,900 €	1,90 €
			3,000 % Costes indirectos	18,350 €
				0,55 €
			Precio total por m	18,90 €
3.8	ud	Válvula metálica reguladora de presión, con manómetro incorporado de 1" colocada en redes de riego, completamente instalada.		
	0,300 h.	Oficial 1º Fontanero/Calefactor	11,440 €	3,43 €
	0,300 h.	Oficial 2º Fontanero/Calefactor	11,150 €	3,35 €
	1,000 ud	Válvula reguladora de presión con manómetro D=1"	114,300 €	114,30 €
			3,000 % Costes indirectos	121,080 €
				3,63 €
			Precio total por ud	124,71 €
3.9	ud	Arqueta de plástico de planta rectangular para la instalación de 1 electroválvula y/o accesorios de riego, i/arreglo de las tierras, totalmente instalada.		
	0,100 h.	Oficial 1º Fontanero/Calefactor	11,440 €	1,14 €
	0,100 h.	Ayudante-Fontanero/Calefactor	10,550 €	1,06 €
	0,050 h.	Peón ordinario	10,240 €	0,51 €
	1,000 ud	Arqueta rect.plást.1 válv.c/tapa	7,360 €	7,36 €
			3,000 % Costes indirectos	10,070 €
				0,30 €
			Precio total por ud	10,37 €
3.10	ud	Gotero de pinchar autocompensante de 2 litros/hora, colocado sobre tubería.		
	0,005 h.	Oficial 1º Fontanero/Calefactor	11,440 €	0,06 €
	1,000 ud	Gotero pinchar autocompensante 2l/h	0,180 €	0,18 €
			3,000 % Costes indirectos	0,240 €
				0,01 €
			Precio total por ud	0,25 €

3 Instalación de riego

Código	Ud	Descripción		Total
3.11	m	Instalación de ramales portagotos, realizado con una tubería de polietileno de baja densidad de 16mm de diámetro, así como conexión a la tubería general de alimentación del sector de riego, incluso piezas pequeñas de unión, sin incluir tubería general de alimentación ni los automatismos y controles.		
	0,010 h.	Oficial 1º Fontanero/Calefactor	11,440 €	0,11 €
	1,000 m	Tubo polietileno BD PE=40 PN4 DN= 16mm	0,200 €	0,20 €
		3,000 % Costes indirectos	0,310 €	0,01 €
			Precio total por m	0,32 €

4 Instalación eléctrica

Código	Ud	Descripción		Total
4.1	ud	Regleta de superficie de 2x36 W. con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa de acero de 0,7 mm., pintado con pintura epoxi poliéster y secado al horno, sistema de anclaje formado por chapa galvanizada sujeta con tornillos incorporados, equipo eléctrico formado por reactancias, condensador, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes estándar y bornas de conexión. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.		
	0,300 h.	Oficial 1º Electricista	11,440 €	3,43 €
	0,300 h.	Ayudante-Electricista	10,560 €	3,17 €
	1,000 ud	Conjunto regleta 2x36 W. AF	33,280 €	33,28 €
	2,000 ud	Tubo fluorescente 33/36 W.	8,000 €	16,00 €
	1,000 ud	Pequeño material	0,710 €	0,71 €
		3,000 % Costes indirectos	56,590 €	1,70 €
			Precio total por ud	58,29 €
4.2	ud	Transformador trifásico en baño de aceite biodegradable de 100 kVA de potencia, de 24 kV de tensión asignada 20 kV de tensión en el primario y 420 V de tensión de secundario en vacío, de 50 Hz de frecuencia. . La tensión de cortocircuito será del 4 %.		
	12,000 h.	Oficial 1º Electricista	11,440 €	137,28 €
	12,000 h.	Ayudante-Electricista	10,560 €	126,72 €
	3,000 h.	Grúa telescópica s/camión 20 t.	41,800 €	125,40 €
	1,000 ud	Transf.baño aceite 100 KVA-20kV	2.263,410 €	2.263,41 €
	1,000 ud	Apoyo met.galv. 12C-2000	746,000 €	746,00 €
	1,000 ud	Cruceta met.galv. CH-300	134,670 €	134,67 €
	3,000 ud	Base fusible XS 24KV.-100A.	79,950 €	239,85 €
	3,000 ud	Elemento aislador 1503	44,610 €	133,83 €
	3,000 ud	Pararrayos (Autoválv.) 17,5 kV	99,000 €	297,00 €
	1,000 ud	Interruptor tetrapolar 160 A.	103,220 €	103,22 €
	1,000 ud	Prof.antiescalo p.apoyo metál.	118,000 €	118,00 €
	6,000 ud	Pica t.t. neutro y autoválvulas	18,530 €	111,18 €
	20,000 m.	Cable cobre desnudo secc. 70 mm2	6,130 €	122,60 €
	10,000 m.	Conduc. cobre desnudo 50 mm2	8,210 €	82,10 €
	6,000 ud	Electrodo toma de tierra 1,5 m.	9,300 €	55,80 €
	1,000 ud	Bastidor met.sopORTE trafo<50kVA	105,500 €	105,50 €
	1,800 m3	EXC.POZOS A MÁQUINA T.FLOJOS	6,420 €	11,56 €
	1,800 m3	HORM. HM-20/B/40/I CIM. V.MANUAL	60,700 €	109,26 €
	1,800 m3	HA-25/B/20/I E.MADER.LOSAS	331,220 €	596,20 €
	10,000 m.	Cond.aisla.0,6-1kV 3,5x25 mm2 Cu	10,310 €	103,10 €
	12,000 ud	Terminal bimetálico Cu 1x25mm2	2,470 €	29,64 €
	3,000 m.	Tubo acero galvan.S. 2" DN50 mm.	7,300 €	21,90 €
	1,000 ud	Armario poliéster 1000x750 mm	510,800 €	510,80 €
	1,200 m2	FÁB LADR PERF.REV. 7cm 1 pie	27,200 €	32,64 €
	2,700 m2	ENFOSCADO BUENA VISTA 1/3 VERTI.	4,400 €	11,88 €

4 Instalación eléctrica

Código	Ud	Descripción		Total
			3,000 % Costes indirectos 6.329,540 €	189,89 €
			Precio total por ud	6.519,43 €
4.3	ud	Bombilla LED		
	0,900 h.	Oficial 1º Electricista	11,440 €	10,30 €
	2,000 ud	Bombilla LED 13W	1,350 €	2,70 €
			3,000 % Costes indirectos 13,000 €	0,39 €
			Precio total por ud	13,39 €
4.4	ud	Gastos administrativos , de tramitación de la instalación de baja tensión		
		Sin descomposición		108,000 €
			3,000 % Costes indirectos 108,000 €	3,24 €
			Precio total redondeado por ud	111,24 €
4.5	Ud	Inspección por un organismo de control autorizado (O.C.A),por un potencia instalada superior a 25kW en local húmedo según REBT, ITC-BT-0,5 (precio por kw)		
		Sin descomposición		9,320 €
			3,000 % Costes indirectos 9,320 €	0,28 €
			Precio total redondeado por Ud	9,60 €
4.6	m.	Red de toma de tierra de estructura, realizada con cable de cobre desnudo de 35 mm2, uniéndolo mediante soldadura aluminotérmica a la armadura de cada zapata, incluyendo parte proporcional de pica, registro de comprobación y puente de prueba.		
	0,100 h.	Oficial 1º Electricista	11,440 €	1,14 €
	0,100 h.	Ayudante-Electricista	10,560 €	1,06 €
	1,000 m.	Conduc. cobre desnudo 35 mm2	6,010 €	6,01 €
	1,000 ud	Pequeño material	0,710 €	0,71 €
			3,000 % Costes indirectos 8,920 €	0,27 €
			Precio total redondeado por m.	9,19 €
4.7	M	Línea general de alimentación formada por cable tipo RZ1-K conformado por 4 conductores, tres de fase de aluminio de 35 mm2 y un neutro fiador de almelec de 50 mm2		
	0,100 h.	Oficial 1º Electricista	11,440 €	1,14 €
	0,100 h.	Oficial 2º Electricista	11,150 €	1,12 €
	3,000 ud	Abrazadera de acero con tornillo autoroscante	0,400 €	1,20 €
	1,000 m	Conductor RZ AL 0,6/1KV 3X35mm2+1x50mm2 almelec	5,040 €	5,04 €
			3,000 % Costes indirectos 8,500 €	0,26 €
			Precio total redondeado por M	8,76 €
4.8	m	Derivación individual enterrada de trifásica formada por multiconductores de cobre aislados RZ-1K 3X35 + 1X 50mm2 para una tensión nominal de 0,6/1V, no propagadores de incendios , totalmente instalado		
	0,090 h.	Oficial 1º Electricista	11,440 €	1,03 €
	0,090 h.	Oficial 2º Electricista	11,150 €	1,00 €
	0,200 ud	p.p.pequeño material para la instalación	1,400 €	0,28 €
	1,000 m	Multiconductor RZ-K(AS)0,6/1kv 3x35+1x50mm2	36,400 €	36,40 €

4 Instalación eléctrica

Código	Ud	Descripción		Total
			3,000 % Costes indirectos	38,710 €
				1,16 €
			Precio total redondeado por m	39,87 €
4.9	ud	Cuadro general de mandos y protección de obra para una potencia máxima de 75 kW. compuesto por armario metálico con revestimiento de poliéster, de 90x60 cm., índice de protección IP 559, con cerradura, interruptor automático magnetotérmico más diferencial de 225A., un interruptor automático magnetotérmico de 200 A., y 3 interruptores automáticos magnetotérmicos, uno trifásico de 100 A., otro monofásico de 50A y otro de 16A incluyendo cableado, rótulos de identificación de circuitos, bornas de salida y p.p. de conexión a tierra, para una resistencia no superior de 80 Ohmios, totalmente instalado. (amortizable en 4 obras).		
	0,800 h.	Oficial 1º Electricista	11,440 €	9,15 €
	1,000 ud	Diferencial 225A/4P/300mA tipo AC	200,000 €	200,00 €
	1,000 ud	Interruptor magnetotérmico 100A	140,000 €	140,00 €
	1,000 ud	Interruptor magnetotermico 50A	50,000 €	50,00 €
	1,000 ud	Interruptor magnetotérmico 16A	45,000 €	45,00 €
	1,000 ud	Armario eléctrico 1000x600x250	318,000 €	318,00 €
			3,000 % Costes indirectos	762,150 €
				22,86 €
			Precio total redondeado por ud	785,01 €
4.10	m	Circuito eléctrico formado por 4 conductores individuales tipo H07V-K(AS) tres de fase y un neutro de 35 mm2 de sección fabricados con cobre electrolítico con material conductor XLPE,		
	0,100 h.	Oficial 1º Electricista	11,440 €	1,14 €
	0,100 h.	Oficial 2º Electricista	11,150 €	1,12 €
	5,000 m	Conductor HO7V-(AS) DE 35mm2	1,900 €	9,50 €
	4,000 m	Tubo de PVC rígido	1,400 €	5,60 €
	0,400 ud	Uniones ,accesorios y abrazaderas	1,200 €	0,48 €
	0,200 ud	p.p. cajas de registro y regletas de conexión	1,400 €	0,28 €
			3,000 % Costes indirectos	18,120 €
				0,54 €
			Precio total redondeado por m	18,66 €
4.11	m	Circuito eléctrico formado por conductores de cobre aislados, tipo HO7V-KS de 4mm2 de sección		
	0,100 h.	Oficial 1º Electricista	11,440 €	1,14 €
	0,100 h.	Oficial 2º Electricista	11,150 €	1,12 €
	6,000 m	Conductor H07V-K (AS) DE 4mm2 de sección	2,080 €	12,48 €
	5,000 m	Tubo rígido de PVC	1,400 €	7,00 €
	0,200 ud	p.p. cajas de registro y regletas de conexión	1,400 €	0,28 €
	0,400 ud	p.. uniones y abrazaderas	1,200 €	0,48 €
			3,000 % Costes indirectos	22,500 €
				0,68 €
			Precio total redondeado por m	23,18 €
4.12		Circuito eléctrico formado por dos conductores tipo H07V-K(AS) de 1.5mm2		
	0,100 h.	Oficial 1º Electricista	11,440 €	1,14 €
	0,100 h.	Oficial 2º Electricista	11,150 €	1,12 €
	5,000 m	Conductor tipo H07V-K(AS) DE 1,5mm2	1,800 €	9,00 €

4 Instalación eléctrica

Código	Ud	Descripción		Total
	4,000 m	Tubo de PVC rígido	1,400 €	5,60 €
	0,200 ud	p.p. cajas de registro y regletas de conexión	1,400 €	0,28 €
	0,400 u	p.p uniones accesorios y abrazaderas	1,200 €	0,48 €
		3,000 % Costes indirectos	17,620 €	0,53 €
		Precio total redondeado por		18,15 €
4.13	ud	Batería automática de condensadores de 10kVAr de capacidad. Completamente instalada		
		Sin descomposición		700,000 €
		3,000 % Costes indirectos	700,000 €	21,00 €
		Precio total redondeado por ud		721,00 €

5 Plantación

Código	Ud	Descripción		Total
5.1	Ha	Estercolado de fondo, con aportación de 115t/ha de estiércol ovino bien hecho, extendido con medios mecánicos		
	2,000 h.	Peón- Agrícola	6,800 €	13,60 €
	2,000 h	Remolque estercolador	3,600 €	7,20 €
	151,000 T	Estiércol tratado	9,900 €	1.494,90 €
	2,000 h	Tractor agrícola	30,000 €	60,00 €
		3,000 % Costes indirectos	1.575,700 €	47,27 €
		Precio total redondeado por Ha		1.622,97 €
5.2	Ha	Labor de desfonde		
	3,000 h.	Peón- Agrícola	6,800 €	20,40 €
	3,000 h	Arado de desfonde monosurco	3,800 €	11,40 €
	3,000 h	Tractor agrícola	30,000 €	90,00 €
		3,000 % Costes indirectos	121,800 €	3,65 €
		Precio total redondeado por Ha		125,45 €
5.3	Ha	Laboreo mecánico , comprendiendo dos pases de cultivador ligero		
	2,000 h.	Peón especializado	10,320 €	20,64 €
	2,000 h	Tractor con cultivador	20,000 €	40,00 €
		3,000 % Costes indirectos	60,640 €	1,82 €
		Precio total redondeado por Ha		62,46 €
5.4	Ha	Unidad de replanteo por hectarea con equipo topográfico , con estación total,jalones ,cuerdas y medios auxiliares.		
	0,700 h	Topografo	30,000 €	21,00 €
		3,000 % Costes indirectos	21,000 €	0,63 €
		Precio total redondeado por Ha		21,63 €
5.5	ud	Revisión de los plantones y almacenamiento a su llegada a la explotación en zanjas de 50-60cm de profundidad, colocadas en una zona sombreada, ventilada y con buena humedad, recubriéndose sus raíces con tierra o arena húmeda, hasta el momento de la plantación.		
	0,002 h.	Peón- Agrícola	6,800 €	0,01 €
		3,000 % Costes indirectos	0,010 €	0,00 €
		Precio total redondeado por ud		0,01 €
5.6	ud	Almendro variedad Penta injertada sobre Rootpac 40, material certificado.		
		Sin descomposición		6,570 €
		3,000 % Costes indirectos	6,570 €	0,20 €
		Precio total redondeado por ud		6,77 €
5.7	ud	Almendro variedad Vialfas injertado sobre Rootpac 40 , material certificado		
		Sin descomposición		6,570 €
		3,000 % Costes indirectos	6,570 €	0,20 €
		Precio total redondeado por ud		6,77 €

5 Plantación

Código	Ud	Descripción		Total
5.8	ha	Plantación con arado plantador y tractor, distancia entre plantones de 5m, anchura entre líneas de árboles de 6m.		
	3,500 h.	Peón especializado	10,320 €	36,12 €
	3,500 h	Tractor con arado	30,000 €	105,00 €
		3,000 % Costes indirectos	141,120 €	4,23 €
		Precio total redondeado por ha		145,35 €
5.9	ud	Suministro y colocacion de tubo protector de polipropeno extruido, resistente a los rayos UV de 60cm de altura.		
	0,015 h.	Oficial 1ª Jardinero	12,680 €	0,19 €
	0,015 h.	Peón- Agrícola	6,800 €	0,10 €
	1,000 ud	Tubo protector polipropileno	0,730 €	0,73 €
		3,000 % Costes indirectos	1,020 €	0,03 €
		Precio total redondeado por ud		1,05 €
5.10	ud	Entutorado de plantas jóvenes con tutor a 1,50m de altura,hincado 40cm en el terreno y atado con aros.		
	0,010 h.	Oficial 1ª Jardinero	12,680 €	0,13 €
	0,010 h.	Peón- Agrícola	6,800 €	0,07 €
	1,000 ud	Tutor	0,350 €	0,35 €
		3,000 % Costes indirectos	0,550 €	0,02 €
		Precio total redondeado por ud		0,57 €
5.11	ha	Revisión general de las plantas, colocando correctamente las que se hallen en mala posición.		
	4,200 h.	Peón- Agrícola	6,800 €	28,56 €
		3,000 % Costes indirectos	28,560 €	0,86 €
		Precio total redondeado por ha		29,42 €
5.12	Ha	Poda de plantación, rebajando los plantones a una altura de 1,10m		
	6,200 h.	Peón espec.-Agrícola	6,890 €	42,72 €
		3,000 % Costes indirectos	42,720 €	1,28 €
		Precio total redondeado por Ha		44,00 €

6 Maquinaria y equipos

Código	Ud	Descripción	Total
6.1	ud	Atomizador neumático arrastrado que incorpora un depósito de 2000 L de capacidad, una bomba que impulsa el líquido y un conjunto de boquillas que generan las gotas.	
		Sin descomposición	4.400,600 €
		3,000 % Costes indirectos 4.400,600 €	132,02 €
Precio total redondeado por ud			4.532,62 €
6.2	ud	Pulverizador hidráulico de 800 l de capacidad para realizar el tratamiento herbicida de las líneas de cultivo. Consta de una barra telescópica, a cada lado del tractor, con unas boquillas pulverizadores en los extremos.	
		Sin descomposición	2.831,260 €
		3,000 % Costes indirectos 2.831,260 €	84,94 €
Precio total redondeado por ud			2.916,20 €
6.3	ud	Equipo de poda neumático arrastrado	
		Sin descomposición	1.452,000 €
		3,000 % Costes indirectos 1.452,000 €	43,56 €
Precio total redondeado por ud			1.495,56 €
6.4	ud	Trituradora-desbrozadora	
		Sin descomposición	1.044,470 €
		3,000 % Costes indirectos 1.044,470 €	31,33 €
Precio total redondeado por ud			1.075,80 €
6.5	ud	Cultivador ligero de 11 brazos repartidos en dos filas, equipado con rastra de púas que permitirá igualar el suelo. Cuenta con una anchura y profundidad de trabajo de 3 m y 15-25 cm, respectivamente.	
		Sin descomposición	2.010,000 €
		3,000 % Costes indirectos 2.010,000 €	60,30 €
Precio total redondeado por ud			2.070,30 €

7 Seguridad y salud

Código	Ud	Descripción	Total
7.1	ud	Presupuesto de seguridad y salud según lo indicado en el anejo XIII, estudio de seguridad y salud. Presupuesto de ejecución material(PEM) Sin descomposición	2.248,820 €
		3,000 % Costes indirectos	2.248,820 €
			67,46 €
		Precio total redondeado por ud	2.316,28 €

8 Gestión de residuos

Código	Ud	Descripción	Total
8.1	ud	Presupuesto de la gestión de residuos de construcción y demolición de obra	
		Sin descomposición	300,000 €
		3,000 % Costes indirectos 300,000 €	9,00 €
		Precio total redondeado por ud	309,00 €

ANEJO XII: ESTUDIO ECONÓMICO

Índice Anejo XII: Estudio económico

1. Introducción	4
2. Indicadores de rentabilidad	4
3. Datos para el análisis.....	5
4. Cobros	6
4.1. Cobros ordinarios	6
4.1.1. Venta de la cosecha	6
4.2. Cobros extraordinarios	6
5. Pagos	7
5.1. Pagos ordinarios	7
5.2. Pagos extraordinarios.....	12
6. Flujo inicial.....	13
7. Supuestos.....	13
8. Resultados.....	14
8.1. Financiación ajena	14
8.1.1. Indicadores.....	14
8.1.2. Análisis de sensibilidad	17
8.2. Financiación Propia.....	19
8.2.1. Indicadores	19
8.2.2. Análisis de sensibilidad	22
9. Conclusiones	22

Índice de tablas

Tabla 1. Cuantía de la inversión inicial (resumen del presupuesto).....	5
Tabla 2. Venta de la cosecha.....	6
Tabla 3. Cobros extraordinarios.....	7
Tabla 4. Pagos ordinarios en el año 1.....	7
Tabla 5. Pagos ordinarios en el año 2.....	8
Tabla 6. Pagos ordinarios en el año 3.....	9
Tabla 7. Pagos ordinarios en el año 4.....	9
Tabla 8. Pagos ordinarios en el año 5.....	10
Tabla 9. Pagos ordinarios en el año 6.....	10
Tabla 10. Pagos ordinarios en el año 7.....	11

Tabla 11. Pagos ordinarios en el año 8.....	11
Tabla 12. Pagos ordinarios en el año 9 y siguientes	12
Tabla 13. Resumen de tratamientos fitosanitarios	12
Tabla 14. Pagos extraordinarios	13
Tabla 15. Anualidades del préstamo.....	14
Tabla 16. Flujos de caja considerando financiación Ajena	15
Tabla 17. Indicadores de rentabilidad para financiación ajena	16
Tabla 18. Flujos de caja considerando financiación propia	19
Tabla 19. Indicadores de rentabilidad para financiación propia.....	20
Tabla 20. Indicadores de rentabilidad del proyecto, considerando los supuestos.	23

Índice de gráficos

Gráfico 1. Variación de los flujos anuales con financiación ajena.....	16
Gráfico 2. Relación Van y tasa de actualización con financiación ajena	17
Gráfico 3. Resultados del análisis de sensibilidad con financiación ajena.....	18
Gráfico 4. Variación de los flujos anuales con financiación propia	20
Gráfico 5. Relación Van y tasa de actualización con financiación propia	21
Gráfico 6. Resultados del análisis de sensibilidad con financiación propia.....	22

1. Introducción

El objetivo del presente anejo es determinar la rentabilidad de la inversión en el proyecto. Los parámetros que definen una inversión son los siguientes:

Pago de la inversión (K). Es el número de unidades monetarias que el inversor debe desembolsar para conseguir que el proyecto empiece a funcionar como tal.

Vida útil de proyecto (n). Es el número de años estimados durante los cuales la inversión genera rendimientos.

Flujo de caja (Ri). Resultados de efectuar la diferencia entre cobros y pagos, ya sean estos ordinarios o extraordinarios, en cada uno de los años de la vida del proyecto.

2. Indicadores de rentabilidad

Los parámetros anteriores se aplican a los siguientes métodos de evaluación:

Valor actual neto (VAN): Indica la ganancia o la rentabilidad neta generada por el proyecto. Se puede describir como la diferencia entre lo que el inversor da a la inversión (K) y lo que la inversión devuelve al inversor (Rj). Cuando un proyecto tiene un VAN mayor que cero, se dice que para el interés elegido resulta viable desde el punto de vista financiero. Se calcula mediante la expresión:

$$VAN = -K + R_i \cdot x \cdot \frac{((1+i)^n - 1)}{(i \cdot (1+i)^n)}$$

Relación beneficio/inversión (Q): Mide el cociente entre el VAN y la cifra de inversión (K). Indica la ganancia neta generada por el proyecto por cada unidad monetaria invertida. A mayor Q más interesa la inversión.

$$Q = VAN/K$$

Plazo de recuperación o Pay Back: Es el número de años que transcurren entre el inicio del proyecto hasta que la suma de los cobros actualizados se hace exactamente igual a la suma de los pagos actualizados. Cuanto menor sea el plazo de remuneración, más rentable será la inversión.

Tasa interna de rentabilidad (TIR): Tipo de interés que haría que el VAN fuera nulo. Para que la inversión sea rentable, este valor debe de ser mayor al tipo de interés del mercado.

3. Datos para el análisis

En la Tabla 1 se muestra la cuantía de la inversión inicial desglosada por capítulos, que se corresponde con el resumen del presupuesto, como se puede ver en el Documento 5. Presupuesto.

Tabla 1. Cuantía de la inversión inicial (resumen del presupuesto)

Capítulo	Importe (€)	
1 Caseta de riego	14.240,19	
2 Cabezal de riego	13.119,13	
3 Instalación de riego	230.105,55	
4 Instalación eléctrica	10.376,97	
5 Plantación	233.096,71	
6 Maquinaria y equipos	12.090,48	
7 Seguridad y salud	2.316,28	
8 Maquinaria y equipos	309,00	
Presupuesto de ejecución material (PEM)	515.654,31	
13% de gastos generales	67.035,06	
6% de beneficio industrial	30.939,26	
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)	613.628,63	
Honorarios		
Proyecto	2% s/ PEM	10.313,09
Dirección de obra	2% s/ PEM	10.313,09
Estudio de seguridad y salud	1% s/ PEM	5.156,54
Coordinación de seguridad y salud	1% s/ PEM	5.156,54
TOTAL		644.567,89

Para la evaluación financiera se considera el presupuesto general sin IVA, pues es un concepto deducible. El presupuesto general sin IVA asciende a 644.567,89 €.

Se considerará para la evaluación económica que la vida útil de la plantación, las construcciones y las instalaciones será de 25 años. La vida útil de la maquinaria dependerá de las características de cada equipo.

4. Cobros

4.1. Cobros ordinarios

4.1.1. Venta de la cosecha

Los cobros ordinarios son los derivados de la venta de la cosecha. Se considerará la venta de toda la producción a precio medio de mercado.

Los primeros 3 años como se muestra en la tabla 2, no se obtiene producción de almendra, y por lo tanto tampoco se vende nada.

A partir del año 9 consideramos una producción constante hasta el año 25.

Tabla 2. Venta de la cosecha

Año	Producción almendra con cáscara (kg/ha)	Precio (€/kg)	Importe (46,4 ha)
4	1000	1,4	64960
5	2000	1,4	129920
6	3200	1,4	207872
7	4500	1,4	292320
8	5400	1,4	350784
9	6500	1,4	422240

4.2. Cobros extraordinarios

Los cobros extraordinarios derivan de la venta de los inmovilizados tras su vida útil, y son iguales al valor residual. El valor de cada uno de ellos al final de su vida útil se determina mediante la siguiente fórmula:

$$V_f = V_0 - \left(\frac{N \cdot (V_0 - V_r)}{n} \right)$$

Siendo:

V_f : valor final del inmovilizado en el año n de la plantación.

V_0 : valor inicial del inmovilizado.

V_r : valor residual del inmovilizado, que se considera como un 10 % del valor inicial o de adquisición.

N : número de años transcurridos desde la última reposición.

n : vida útil del inmovilizado, en años.

Tabla 3. Cobros extraordinarios

Inmovilizado	V_0	Año de compra	n	Momento de reposición	V_r	V_f
Atomizador	4532,62	1	10	10 y 20	453,26	2492,94
Pulverizador	2916,20	1	10	10 y 20	291,62	1603,91
Equipo de poda	1495,56	1	10	10 y 20	149,55	822,55
Trituradora-desbrozadora	1075,80	1	10	10 y 20	107,58	591,69
Cultivador	2070,30	1	10	10 y 20	207,03	1138,67
Goteros	19500	1	10	10 y 20	0,00	9750
Caseta de riego	14240,19	1	25	-	1424,02	1424,02
Sistema de riego	243224,68	1	25	-	24322,47	24322,47

5. Pagos

5.1. Pagos ordinarios

En las Tablas 4 y siguientes se muestran los pagos ordinarios que se originan cada año.

Tabla 4. Pagos ordinarios en el año 1

Clase	Concepto	Consumo anual	Precio unitario	Total
Energía y lubricantes	Carburantes	7700,31	0,64€/L	4928,20
	Lubricantes	24,43	2,1€/L	51,30
	Potencia	75kW	8.39€/kW·año	629,62
	Consumo eléctrico	7610	0,08 €/kWh	608,8
Fitosanitarios		1	7316,1€	7316,1
Fertilizantes	N-32	0	0,17€/L	0
	P-52	0	1,29€/L	0

	K-32	0	1,46€/L	0
Mano de obra	Peón	110h	6,20 +1,9€/h	891
	Encargado	1	15000 +4500€/año	19500
Seguros e impuestos	Seguros	1	120€/año	120
	IBI	46,39	30€/ha	1391,7
Conservación y mantenimiento	Instalaciones	1	4060,50€/año	4060,50
	Maquinaria	1	1010,40€/año	1010,40
Cosecha	Labor contratada	0	160€/ha	0
TOTAL				40507,62

Tabla 5. Pagos ordinarios en el año 2

Clase	Concepto	Consumo anual	Precio unitario	Total
Energía y lubricantes	Carburantes	7700,31	0,64€/L	4928,20
	Lubricantes	24,43	2,1€/L	51,30
	Potencia	75kW	8.39€/kW·año	629,62
	Consumo eléctrico	11199	0,08 €/kWh	895,92
Fitosanitarios		1	7316,1€	7316,1
Fertilizantes	N-32	0	0,17€/L	0
	P-52	0	1,29€/L	0
	K-32	0	1,46€/L	0
Mano de obra	Peón	110h	6,20 +1,9€/h	891
	Encargado	1	15000 +4500€/año	19500
Seguros e impuestos	Seguros	1	120€/año	120
	IBI	46,39	30€/ha	1391,7
Conservación y mantenimiento	Instalaciones	1	4060,50€/año	4060,50
	Maquinaria	1	1010,40€/año	1010,40
Cosecha	Labor contratada	0	160€/ha	0
TOTAL				40794,74

Tabla 6. Pagos ordinarios en el año 3

Clase	Concepto	Consumo anual	Precio unitario	Total
Energía y lubricantes	Carburantes	7700,31	0,64€/L	4928,20
	Lubricantes	24,43	2,1€/L	51,30
	Potencia	75kW	8.39€/kW·año	629,62
	Consumo eléctrico	15047,9	0,08 €/kWh	1203,83
Fitosanitarios		1	7316,1€	7316,1
Fertilizantes	N-32	0	0,17€/L	0
	P-52	1626,05	1,29€/L	2097,61
	K-32	0	1,46€/L	0
Mano de obra	Peón	110h	6,20 +1,9€/h	891
	Encargado	1	15000 +4500€/año	19500
Seguros e impuestos	Seguros	1	120€/año	120
	IBI	46,39	30€/ha	1391,7
Conservación y mantenimiento	Instalaciones	1	4060,50€/año	4060,50
	Maquinaria	1	1010,40€/año	1010,40
Cosecha	Labor contratada	0	160€/ha	0
TOTAL				43200,25

Tabla 7. Pagos ordinarios en el año 4

Clase	Concepto	Consumo anual	Precio unitario	Total
Energía y lubricantes	Carburantes	7700,31	0,64€/L	4928,20
	Lubricantes	24,43	2,1€/L	51,30
	Potencia	75kW	8.39€/kW·año	629,62
	Consumo eléctrico	19003	0,08 €/kWh	1520,26
Fitosanitarios		1	7316,1€	7316,1
Fertilizantes	N-32	10567,16	0,17€/L	1796,42
	P-52	1158,28	1,29€/L	1494,91
	K-32	6592,01	1,46€/L	9624,33
Mano de obra	Peón	110h	6,20 +1,9€/h	891
	Encargado	1	15000 +4500€/año	19500
Seguros e impuestos	Seguros	1	120€/año	120
	IBI	46,39	30€/ha	1391,7
Conservación y mantenimiento	Instalaciones	1	4060,50€/año	4060,50
	Maquinaria	1	1010,40€/año	1010,40
Cosecha	Labor contratada	46,39	160€/ha	7422,4
TOTAL				61757,14

Tabla 8. Pagos ordinarios en el año 5

Clase	Concepto	Consumo anual	Precio unitario	Total
Energía y lubricantes	Carburantes	7700,31	0,64€/L	4928,20
	Lubricantes	24,43	2,1€/L	51,30
	Potencia	75kW	8.39€/kW·año	629,62
	Consumo eléctrico	22625	0,08 €/kWh	1810
Fitosanitarios		1	7316,1€	7316,10
Fertilizantes	N-32	16236,50	0,17€/L	2760,20
	P-52	1425,95	1,29€/L	1839,48
	K-32	6810,51	1,46€/L	9943,43
Mano de obra	Peón	110h	6,20 +1,9€/h	891
	Encargado	1	15000 +4500€/año	19500
Seguros e impuestos	Seguros	1	120€/año	120
	IBI	46,39	30€/ha	1391,7
Conservación y mantenimiento	Instalaciones	1	4060,50€/año	4060,50
	Maquinaria	1	1010,40€/año	1010,40
Cosecha	Labor contratada	46,39	160€/ha	7422,4
TOTAL				63674,33

Tabla 9. Pagos ordinarios en el año 6

Clase	Concepto	Consumo anual	Precio unitario	Total
Energía y lubricantes	Carburantes	7700,31	0,64€/L	4928,20
	Lubricantes	24,43	2,1€/L	51,30
	Potencia	75kW	8.39€/kW·año	629,62
	Consumo eléctrico	26473	0,08 €/kWh	2117,84
Fitosanitarios		1	7316,1€	7316,1
Fertilizantes	N-32	21297,65	0,17€/L	3620,6
	P-52	1695,55	1,29€/L	2187,26
	K-32	12309,58	1,46€/L	17970,98
Mano de obra	Peón	110h	6,20 +1,9€/h	891
	Encargado	1	15000 +4500€/año	19500
Seguros e impuestos	Seguros	1	120€/año	120
	IBI	46,39	30€/ha	1391,7
Conservación y mantenimiento	Instalaciones	1	4060,50€/año	4060,50
	Maquinaria	1	1010,40€/año	1010,40
Cosecha	Labor contratada	46,39	160€/ha	7422,4
TOTAL				73209,9

Tabla 10. Pagos ordinarios en el año 7

Clase	Concepto	Consumo anual	Precio unitario	Total
Energía y lubricantes	Carburantes	7700,31	0,64€/L	4928,20
	Lubricantes	24,43	2,1€/L	51,30
	Potencia	75kW	8.39€/kW·año	629,62
	Consumo eléctrico	30417	0,08 €/kWh	2433,36
Fitosanitarios		1	7316,1€	7316,1
Fertilizantes	N-32	26507,25	0,17€/L	4506,23
	P-52	1962,30	1,29€/L	2531,37
	K-32	15074	1,46€/L	22008,04
Mano de obra	Peón	110h	6,20 +1,9€/h	891
	Encargado	1	15000 +4500€/año	19500
Seguros e impuestos	Seguros	1	120€/año	120
	IBI	46,39	30€/ha	1391,7
Conservación y mantenimiento	Instalaciones	1	4060,50€/año	4060,50
	Maquinaria	1	1010,40€/año	1010,40
Cosecha	Labor contratada	46,39	160€/ha	7422,4
TOTAL				78800,22

Tabla 11. Pagos ordinarios en el año 8

Clase	Concepto	Consumo anual	Precio unitario	Total
Energía y lubricantes	Carburantes	7700,31	0,64€/L	4928,20
	Lubricantes	24,43	2,1€/L	51,30
	Potencia	75kW	8.39€/kW·año	629,62
	Consumo eléctrico	34021,50	0,08 €/kWh	2721,72
Fitosanitarios		1	7316,1€	7316,1
Fertilizantes	N-32	29847,32	0,17€/L	5074,04
	P-52	2145,07	1,29€/L	2767,14
	K-32	17976,12	1,46€/L	26245,13
Mano de obra	Peón	110h	6,20 +1,9€/h	891
	Encargado	1	15000 +4500€/año	19500
Seguros e impuestos	Seguros	1	120€/año	120
	IBI	46,39	30€/ha	1391,7
Conservación y mantenimiento	Instalaciones	1	4060,50€/año	4060,50
	Maquinaria	1	1010,40€/año	1010,40
Cosecha	Labor contratada	46,39	160€/ha	7422,4
TOTAL				84129,25

Tabla 12. Pagos ordinarios en el año 9 y siguientes

Clase	Concepto	Consumo anual	Precio unitario	Total
Energía y lubricantes	Carburantes	7700,31	0,64€/L	4928,20
	Lubricantes	24,43	2,1€/L	51,30
	Potencia	75kW	8.39€/kW·año	629,62
	Consumo eléctrico	37637,40	0,08 €/kWh	3010,9
Fitosanitarios		1	7316,1€	7316,1
Fertilizantes	N-32	31596,23	0,17€/L	5371,36
	P-52	2230,89	1,29€/L	2877,84
	K-32	20875,5	1,46€/L	30478,23
Mano de obra	Peón	110h	6,20 +1,9€/h	891
	Encargado	1	15000 +4500€/año	19500
Seguros e impuestos	Seguros	1	120€/año	120
	IBI	46,39	30€/ha	1391,7
Conservación y mantenimiento	Instalaciones	1	4060,50€/año	4060,50
	Maquinaria	1	1010,40€/año	1010,40
Cosecha	Labor contratada	46,39	160€/ha	7422,4
TOTAL				89058,55

A continuación, en la Tabla 13, se muestra el resumen de los tratamientos fitosanitarios realizados cada año en la explotación. El coste total anual de los tratamientos es de 7316,1€.

Tabla 13. Resumen de tratamientos fitosanitarios

Materia activa	Dosis	Cantidad	Precio	Importe(€)
ACEITE DE PARAFINA	1L/ha	46,4L	2,6 €/L	120,6
Metil tiofanato	1L/ha	46,4L	15,3€/L	709,9
Lambda Cihalotrin	1,3 L/ha	60,3L	18,6 €/L	1121,5
Tebuconazol 25%	0,5 kg/ha	23,2kg	15 €/L	348
Imidacloprid 20%	0,5 L/ha	23,2L	18,2€/L	422,2
Deltametrin 20%	0,9 L/ha	41,7L	40,7€/L	1697,2
Mancozeb 75%	2kg/ha	92,8kg	4,8€/kg	445,4
Oxicloruro de cobre	0,4kg/ha	18,5kg	7,33 €/kg	135,1
GLIFOSATO 36%	4L/ha	740L	3,13 €/L	2316,2

5.2. Pagos extraordinarios

Los pagos extraordinarios son los originados por la reposición de la maquinaria y las instalaciones al final de su vida útil. Además, también se consideran pagos

extraordinarios las cuotas del préstamo solicitado y la cuantía fraccionada de la inversión inicial, que se detallan en el apartado 6. Financiación. En la Tabla 15 se pueden observar los pagos extraordinarios de cada año.

Tabla 14. Pagos extraordinarios

Año	Concepto	Importe
0	Inversión inicial	644.567,89
10 y 20	Atomizador	4532,62
10 y 20	Pulverizador	2916,20
10 y 20	Equipo de poda	1495,56
10 y 20	Trituradora-desbrozadora	1075,80
10 y 20	Cultivador	2070,30
10 y 20	Goterros	19500

6. Flujo inicial

Se considera que el flujo inicial es el dinero que se ganaba con la parcela antes de realizar el proyecto, el cuál es de 10580€, como se puede ver en el anejo II: Situación inicial.

7. Supuestos

Para el cálculo de los criterios de rentabilidad se van a tener en cuenta una serie de factores: la inflación, la tasa de incremento de cobros, la tasa de incremento de pagos, la tasa mínima de actualización y el tanto por ciento de incremento de dicha tasa.

Incremento de cobros: 1,86%, este dato se obtiene calculando la variación anual promedio de la serie histórica de precios percibidos por los agricultores, (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación) de los años 2000 al 2017.

Incremento de pagos: 2,24%, este dato se obtiene calculando la variación anual promedio de la serie histórica de precios pagados por los agricultores, (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación) de los años 2000 al 2017.

Y la inflación: la tasa utilizada se obtiene de la media de la variación del IPC anual de Castilla y León de los últimos 10 años.

Tasa mínima de actualización: La tasa de actualización con la que se calcularán los índices será del 6%, ya que el tipo de interés promedio de las obligaciones del Estado de los últimos 15 años es del 4% y como el proyecto tiene una tasa superior de riesgo se opta por sumar 2 puntos y redondear hasta la una tasa del 6%.

7.1. Financiación ajena

Se considera una financiación mixta (60% del pago de la inversión financiado con un préstamo a 10 años a un tipo de interés del 2% sin carencia).

7.2. Financiación propia

Se considera una financiación totalmente propia se cubre el 100 % del capital invertido.

8. Resultados

8.1. Financiación ajena

La financiación del proyecto puede ser mixta, solicitando un préstamo que cubra aproximadamente el 60 % del capital invertido. Tras consultar varias entidades financieras, el préstamo concedido es de 386752,74 €, con un tipo de interés de 2 %, sin período de carencia y un sistema anual de devolución de cuotas constantes.

Tabla 15. Anualidades del préstamo

Préstamo	
Capital	386752,74
Plazo(años)	10
Interés(%)	2
Anualidades constantes	
Año 1	43055,84
Año 2	43055,84
Año 3	43055,84
Año 4	43055,84
Año 5	43055,84
Año 6	43055,84
Año 7	43055,84
Año 8	43055,84
Año 9	43055,84
Año 10	43055,84

8.1.1. Indicadores

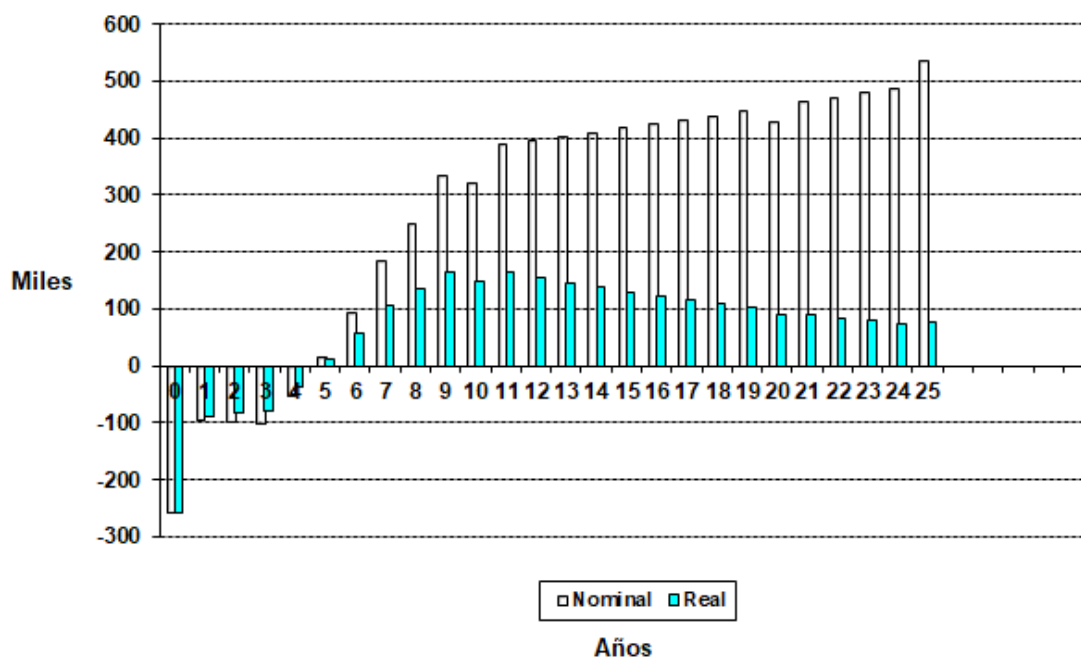
En la Tabla 16 se puede observar los pagos y los cobros, tanto ordinarios como extraordinarios, así como los flujos de caja generados a lo largo de la vida del proyecto, considerando financiación propia.

Tabla 16. Flujos de caja considerando financiación Ajena

Año	COBROS		PAGOS (Incluida inversión)		FLUJOS		INCREMENTO DE FLUJO
	Ordinarios	Extraordin.	Ordinarios	Extraordin.	Final	Inicial	
0		386.752,74		644.567,89			
1			41.414,99	43.055,84	-84.470,83	10.776,79	-95.247,62
2			42.642,81	43.055,84	-85.698,65	10.977,24	-96.675,89
3			46.168,93	43.055,84	-89.224,77	11.181,41	-100.406,18
4	69.929,55		67.479,30	43.055,84	-40.605,59	11.389,39	-51.994,98
5	142.460,47		71.132,58	43.055,84	28.272,05	11.601,23	16.670,82
6	232.176,37		83.617,05	43.055,84	105.503,48	11.817,01	93.686,47
7	332.570,89		92.018,11	43.055,84	197.496,94	12.036,81	185.460,13
8	406.508,05		100.441,63	43.055,84	263.010,58	12.260,69	250.749,89
9	498.416,51		108.708,42	43.055,84	346.652,25	12.488,74	334.163,51
10	507.687,06	19.718,52	111.143,49	82.480,20	333.781,88	12.721,03	321.060,85
11	517.130,04		113.633,10		403.496,93	12.957,64	390.539,29
12	526.748,65		116.178,49		410.570,17	13.198,66	397.371,51
13	536.546,18		118.780,88		417.765,30	13.444,15	404.321,14
14	546.525,94		121.441,58		425.084,36	13.694,21	411.390,15
15	556.691,32		124.161,87		432.529,45	13.948,93	418.580,53
16	567.045,78		126.943,09		440.102,69	14.208,38	425.894,31
17	577.592,83		129.786,62		447.806,21	14.472,65	433.333,56
18	588.336,06		132.693,84		455.642,22	14.741,84	440.900,38
19	599.279,11		135.666,18		463.612,93	15.016,04	448.596,89
20	610.425,70	23.708,87	138.705,10	49.200,90	446.228,57	15.295,34	430.933,23
21	621.779,62		141.812,10		479.967,52	15.579,83	464.387,69
22	633.344,72		144.988,69		488.356,03	15.869,62	472.486,41
23	645.124,93		148.236,43		496.888,50	16.164,79	480.723,70
24	657.124,25		151.556,93		505.567,32	16.465,46	489.101,87
25	669.346,77	40.814,06	154.951,81		555.209,02	16.771,71	538.437,31

En el Gráfico 1 se muestra la variación de los flujos anuales considerando financiación ajena.

Gráfico 1. Variación de los flujos anuales con financiación ajena



A continuación, en la Tabla 17, se muestran los indicadores de rentabilidad considerando financiación propia. Se presentan la tasa de actualización, el Valor Actual Neto (VAN), el tiempo de recuperación y la relación beneficio/inversión (Q).

Tabla 17. Indicadores de rentabilidad para financiación ajena

Tasa de actualización (%)	Valor actual neto (VAN)	Tiempo de recuperación (años)	Relación Benefic. Invers. (VAN/Inv.)	Tasa de actualización (%)	Valor actual neto (VAN)	Tiempo de recuperación (años)	Relación Benefic. Invers. (VAN/Inv.)
0,50	4.633.248,79	9	17,97	8,00	1.228.200,79	10	4,76
1,00	4.237.632,08	9	16,44	8,50	1.120.694,77	11	4,35
1,50	3.877.452,09	9	15,04	9,00	1.021.393,39	11	3,96
2,00	3.549.190,90	9	13,77	9,50	929.591,95	11	3,61
2,50	3.249.709,46	9	12,60	10,00	844.652,56	11	3,28
3,00	2.976.204,03	9	11,54	10,50	765.997,33	11	2,97
3,50	2.726.167,93	9	10,57	11,00	693.102,21	11	2,69
4,00	2.497.357,84	10	9,69	11,50	625.491,59	12	2,43
4,50	2.287.764,19	10	8,87	12,00	562.733,41	12	2,18
5,00	2.095.585,06	10	8,13	12,50	504.434,81	12	1,96
5,50	1.919.203,15	10	7,44	13,00	450.238,30	12	1,75
6,00	1.757.165,50	10	6,82	13,50	399.818,26	13	1,55
6,50	1.608.165,51	10	6,24	14,00	352.877,85	13	1,37
7,00	1.471.027,12	10	5,71	14,50	309.146,24	13	1,20
7,50	1.344.690,73	10	5,22	15,00	268.376,10	14	1,04

La tasa interna de rendimiento (TIR) es del 18,98%.

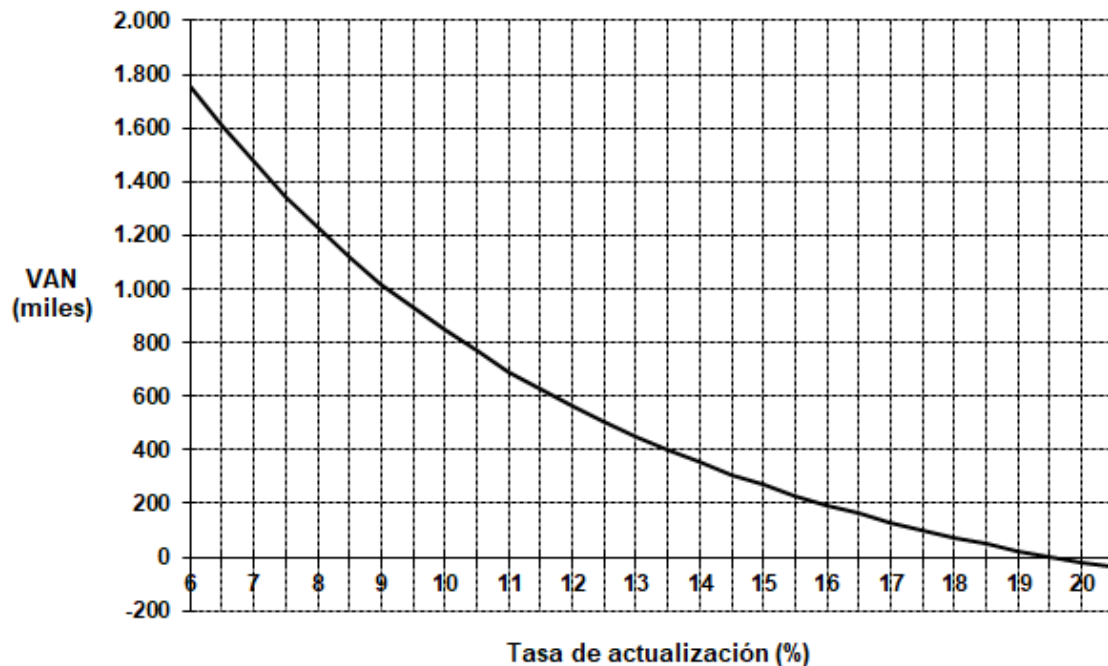
El VAN es de 1757165,50€.

El tiempo de recuperación es de 10 años.

La relación Beneficio-Inversión es de 6,82.

En el Gráfico 2, que se muestra a continuación, se presenta la relación entre VAN y tasa de actualización considerando financiación ajena.

Gráfico 2. Relación Van y tasa de actualización con financiación ajena



8.1.2. Análisis de sensibilidad

En el análisis de sensibilidad se considera la variación de la productividad y la variación de los costes representativos, de la siguiente forma:

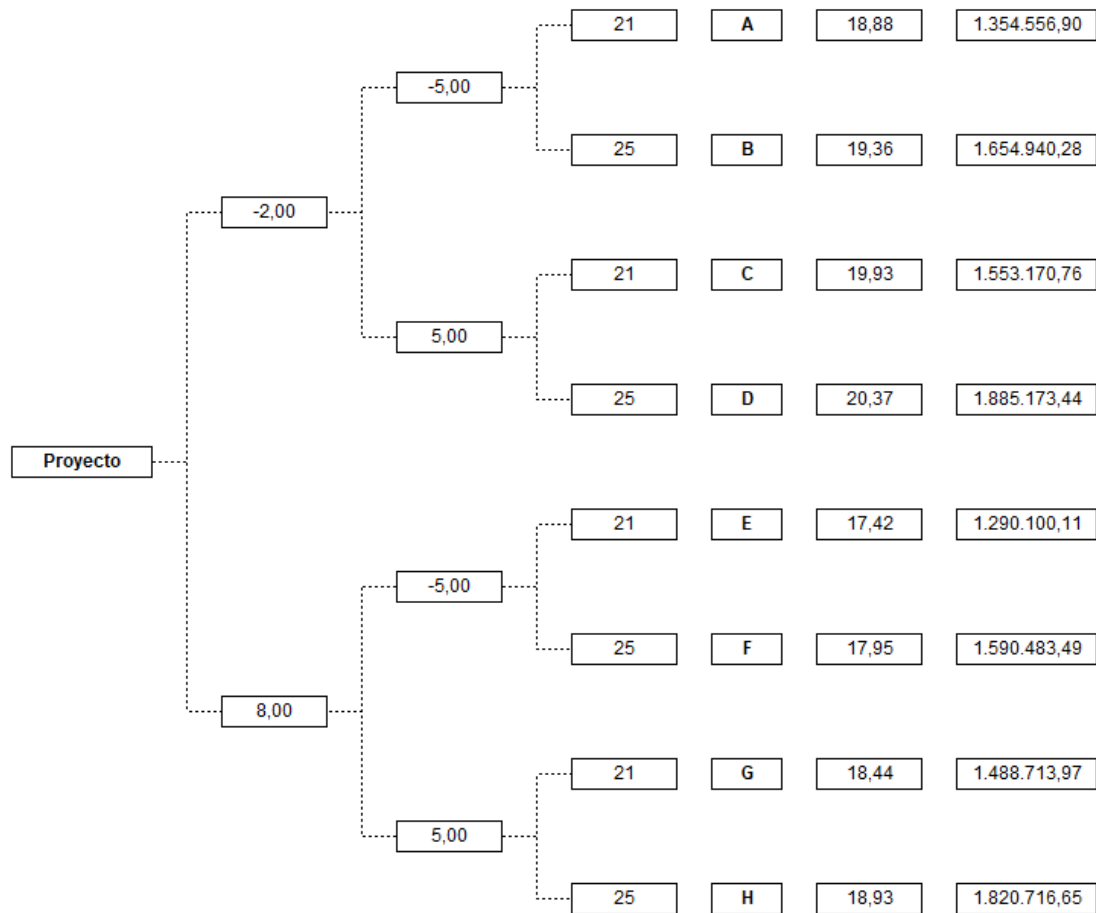
La variación sobre las cantidades estimadas inicialmente del pago de la inversión será de -2 % y +8%.

La variación sobre las cantidades estimadas inicialmente de los flujos de caja será de ± 5 %.

La duración mínima del proyecto es de 21 años.

En el Gráfico 3 se muestran las 8 combinaciones posibles considerando financiación ajena, indicando su VAN y su TIR.

Gráfico 3. Resultados del análisis de sensibilidad con financiación ajena



La situación más favorable es la D con una TIR del 20,37% y un VAN de 1885173,44€. Por su parte la situación más desfavorable es la E, con una TIR del 17,42% y un VAN de 1290100,11€.

8.2. Financiación Propia

8.2.1. Indicadores

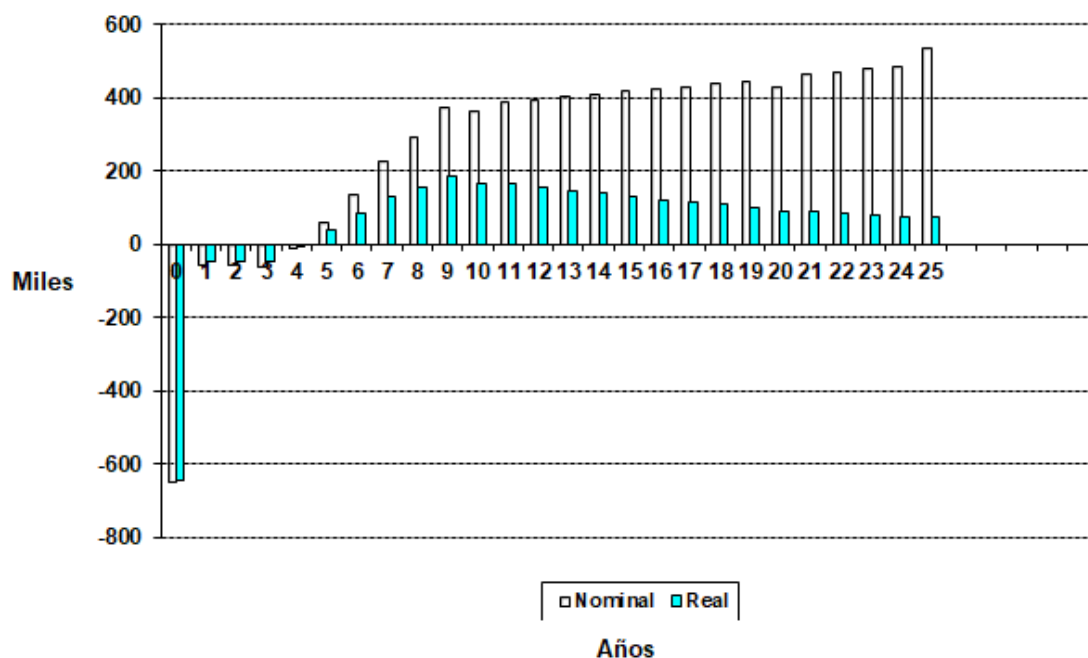
En la Tabla 18 se puede observar los pagos y los cobros, tanto ordinarios como extraordinarios, así como los flujos de caja generados a lo largo de la vida del proyecto, considerando financiación propia.

Tabla 18. Flujos de caja considerando financiación propia

Año	COBROS		PAGOS (Incluida inversión)		FLUJOS		INCREMENTO DE FLUJO
	Ordinarios	Extraordin.	Ordinarios	Extraordin.	Final	Inicial	
0				644.567,89			
1			41.414,99		-41.414,99	10.776,79	-52.191,78
2			42.642,81		-42.642,81	10.977,24	-53.620,05
3			46.168,93		-46.168,93	11.181,41	-57.350,34
4	69.929,55		67.479,30		2.450,25	11.389,39	-8.939,14
5	142.460,47		71.132,58		71.327,89	11.601,23	59.726,66
6	232.176,37		83.617,05		148.559,32	11.817,01	136.742,31
7	332.570,89		92.018,11		240.552,78	12.036,81	228.515,97
8	406.508,05		100.441,63		306.066,42	12.260,69	293.805,73
9	498.416,51		108.708,42		389.708,09	12.488,74	377.219,35
10	507.687,06	19.718,52	111.143,49	39.424,36	376.837,72	12.721,03	364.116,69
11	517.130,04		113.633,10		403.496,93	12.957,64	390.539,29
12	526.748,65		116.178,49		410.570,17	13.198,66	397.371,51
13	536.546,18		118.780,88		417.765,30	13.444,15	404.321,14
14	546.525,94		121.441,58		425.084,36	13.694,21	411.390,15
15	556.691,32		124.161,87		432.529,45	13.948,93	418.580,53
16	567.045,78		126.943,09		440.102,69	14.208,38	425.894,31
17	577.592,83		129.786,62		447.806,21	14.472,65	433.333,56
18	588.336,06		132.693,84		455.642,22	14.741,84	440.900,38
19	599.279,11		135.666,18		463.612,93	15.016,04	448.596,89
20	610.425,70	23.708,87	138.705,10	49.200,90	446.228,57	15.295,34	430.933,23
21	621.779,62		141.812,10		479.967,52	15.579,83	464.387,69
22	633.344,72		144.988,69		488.356,03	15.869,62	472.486,41
23	645.124,93		148.236,43		496.888,50	16.164,79	480.723,70
24	657.124,25		151.556,93		505.567,32	16.465,46	489.101,87
25	669.346,77	40.814,06	154.951,81		555.209,02	16.771,71	538.437,31

En el Gráfico 4 se muestra la variación de los flujos anuales considerando financiación propia.

Gráfico 4. Variación de los flujos anuales con financiación propia



A continuación, en la Tabla 19, se muestran los indicadores de rentabilidad considerando financiación propia. Se presentan la tasa de actualización, el Valor Actual Neto (VAN), el tiempo de recuperación y la relación beneficio/inversión (Q).

Tabla 19. Indicadores de rentabilidad para financiación propia

Tasa de actualización (%)	Valor actual neto (VAN)	Tiempo de recuperación (años)	Relación Benefic. Invers. (VAN/Inv.)	Tasa de actualización (%)	Valor actual neto (VAN)	Tiempo de recuperación (años)	Relación Benefic. Invers. (VAN/Inv.)
0,50	4.623.128,87	9	7,17	8,00	1.104.198,85	11	1,71
1,00	4.217.779,80	9	6,54	8,50	991.055,16	12	1,54
1,50	3.848.236,94	9	5,97	9,00	886.303,97	12	1,38
2,00	3.510.965,24	9	5,45	9,50	789.232,73	12	1,22
2,50	3.202.809,45	10	4,97	10,00	699.196,12	12	1,08
3,00	2.920.950,48	10	4,53	10,50	615.609,16	13	0,96
3,50	2.662.867,09	10	4,13	11,00	537.941,05	13	0,83
4,00	2.426.302,19	10	3,76	11,50	465.709,77	14	0,72
4,50	2.209.233,13	10	3,43	12,00	398.477,10	14	0,62
5,00	2.009.845,58	10	3,12	12,50	335.844,38	15	0,52
5,50	1.826.510,49	10	2,83	13,00	277.448,53	15	0,43
6,00	1.657.763,72	11	2,57	13,50	222.958,62	16	0,35
6,50	1.502.288,07	11	2,33	14,00	172.072,76	17	0,27
7,00	1.358.897,40	11	2,11	14,50	124.515,27	18	0,19
7,50	1.226.522,54	11	1,90	15,00	80.034,23	20	0,12

La tasa interna de rendimiento (TIR) es del 15,41 %.

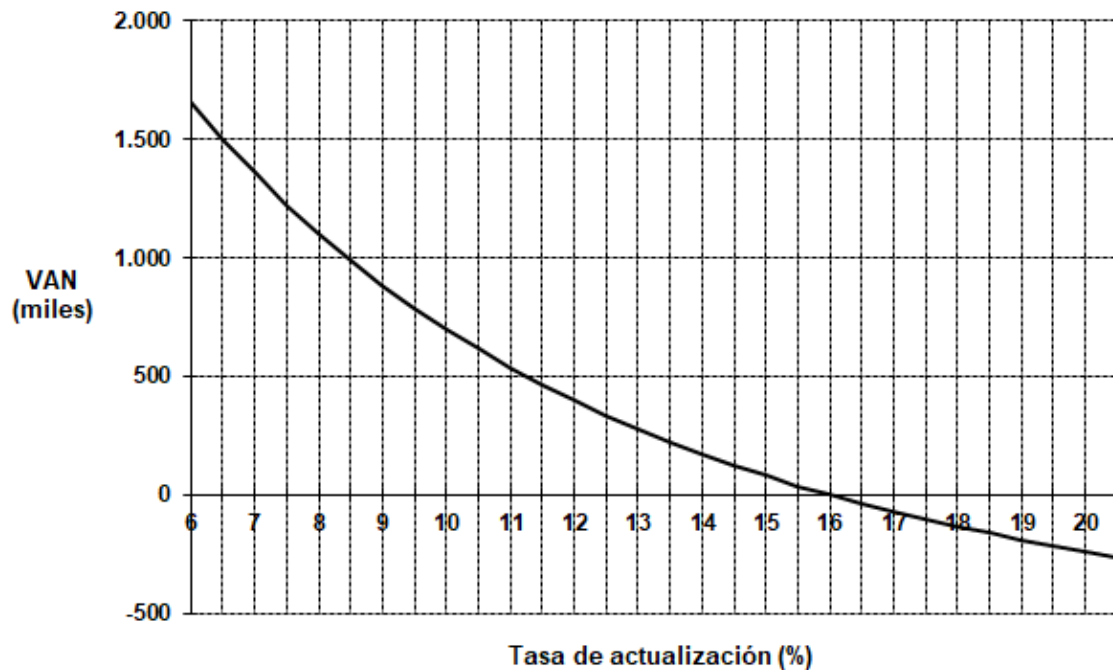
El VAN es de 1657763,72€.

El tiempo de recuperación es de 11 años.

La relación Beneficio-Inversión es de 2,57.

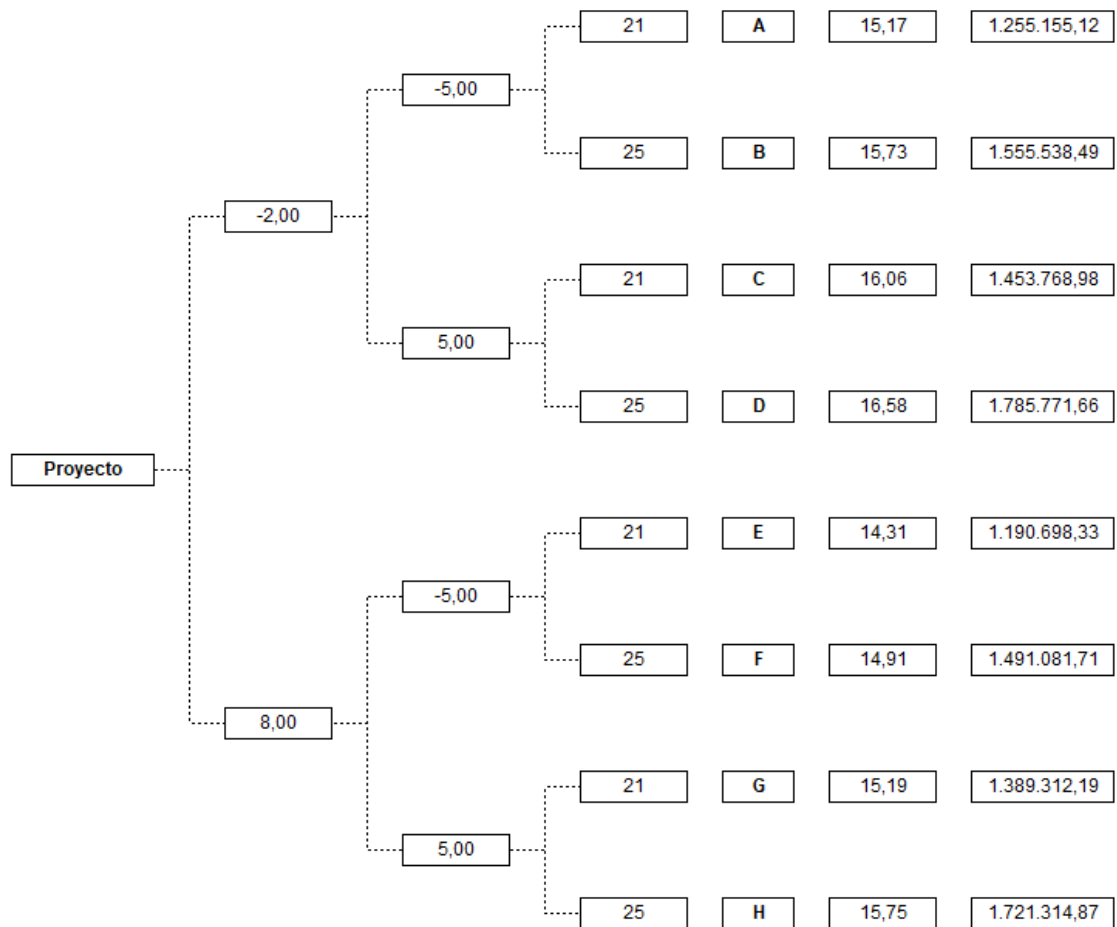
En el Gráfico 5, que se muestra a continuación, se presenta la relación entre VAN y tasa de actualización considerando financiación propia.

Gráfico 5. Relación Van y tasa de actualización con financiación propia



8.2.2. Análisis de sensibilidad

Gráfico 6. Resultados del análisis de sensibilidad con financiación propia



La situación más favorable es la D con una TIR del 16,58% y un VAN de 1785771,66€. Por su parte la situación más desfavorable es la E, con una TIR del 14,31% y un VAN de 1190698,33€.

9. Conclusiones

En la tabla 20 se muestran los indicadores de rentabilidad resultantes de la evaluación económica del proyecto, considerando los dos supuestos.

Tabla 20. Indicadores de rentabilidad del proyecto, considerando los supuestos.

Supuesto	Características	Indicador de rentabilidad	Resultado
Supuesto 1	Financiación ajena	VAN	1757165,50€
		Plazo de recuperación	10 años
		Q	6,82
		TIR	18,98%.
Supuesto 2	Financiación propia	VAN	1657763,72€
		Plazo de recuperación	11 años
		Q	2,57
		TIR	15,41 %.

El VAN y la TIR son bastante elevados, considerando tanto financiación propia como ajena. Por tanto, se cumplen las condiciones necesarias de viabilidad económica del proyecto.

El plazo de recuperación y la relación beneficio/inversión también muestran la viabilidad del proyecto.

Observando los resultados del análisis de sensibilidad se puede comprobar que el proyecto es viable incluso en la situación más desfavorable tanto con financiación propia como ajena, sin embargo los indicadores de rentabilidad son más adecuados en el caso de financiación ajena, ya que los valores del VAN , la TIR y la relación beneficio-inversión son más elevados y el plazo de recuperación es menor que en el supuesto de financiación propia .

ANEJO XIII: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Índice Anejo XIII: Estudio de seguridad y salud

1. Memoria.....	5
1.1. Identificación de las obras.....	5
1.2. Objeto del estudio.....	5
1.3. Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra.....	7
1.4. Análisis general de riesgos	7
1.4.1. Riesgos profesionales.....	7
1.4.1.1. En movimiento de tierras.....	7
1.4.1.2. En bases, rellenos, terraplenes,..	8
1.4.1.3. En hormigones	8
1.4.1.4. En soldaduras	8
1.4.1.5. Riesgos producidos por agentes atmosféricos.....	9
1.4.2. Riesgos de daños a terceros.....	9
1.5. Prevención de riesgos profesionales.....	9
1.5.1. Protecciones individuales.....	9
1.5.2. Protecciones colectivas	9
1.5.2.1. En excavaciones, transportes, vertido extensión y compactado de tierras	9
1.5.2.2. En maquinaria	11
1.5.2.3. En riesgos eléctricos	11
1.5.2.4. En soldaduras	12
1.5.2.5. En tuberías	12
1.5.2.6. Incendios	12
1.5.3. Formación.....	12
1.5.4. Medicina preventiva y primeros auxilios	12
1.5.4.1. Botiquines	12
1.5.4.2. Asistencia a accidentados	12
1.5.4.3. Reconocimiento médico	12
1.6. Prevención de riesgos laborales.....	12
1.6.1. Medidas preventivas	13
1.6.2. Formación del personal.....	18
1.6.3. Medicina preventiva y primeros auxilios	19

1.6.4. Servicios higiénicos	20
1.7. Prevención de riesgos de daños a terceros.....	21
1.8. Prevención de riesgos en maquinaria, instalaciones provisionales y medios auxiliares .	21
1.8.1. Maquinaria	21
1.8.1.1. Grúas autopropulsadas	21
1.8.1.2. Sierra circular eléctrica.....	22
1.8.1.3. Grupo de soldadura.....	23
1.8.1.4. Convertidores y vibradores eléctricos.....	23
1.8.1.5. Vibradores neumáticos	24
1.8.1.6. Compresor de aire.....	24
1.8.1.7. Martillo picador.....	24
1.8.1.8. Hormigonera eléctrica.....	25
1.8.1.9. Pala cargadora y retroexcavadora	25
1.8.1.10. Camiones basculantes.....	26
1.8.1.11. Herramientas manuales	26
1.8.2. Instalación eléctrica provisional.....	27
1.8.3. Medios auxiliares	31
1.8.3.1. Andamios.....	31
1.8.3.2. Encofrados.....	32
1.9. Disposiciones generales de seguridad y salud	32
2. Pliego de condiciones.....	34
2.1. Disposiciones legales de aplicación.....	34
2.1.1. Normas generales	34
2.1.2. Equipos de protección individuales	34
2.1.3. Instalaciones y equipos de obra.....	35
2.2. Condiciones técnicas de los medios de protección.....	35
2.2.1. Protecciones personales	35
2.2.2. Protecciones colectivas	35
2.3. Coordinador en materia de Seguridad y Salud	36
2.4. Plan de Seguridad y Salud en el trabajo.....	37
2.5. Obligaciones de contratistas y subcontratistas.....	37

2.6. Obligación de los trabajadores autónomos	38
2.7. Libro de licencias	39
2.8. Paralización de los trabajos.....	40
2.9. Derechos de los trabajadores.....	40
2.10. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud.....	40
3. Mediciones para presupuesto.....	40

1. Memoria

1.1. Identificación de las obras

El presente Estudio de Seguridad y Salud se realiza para el “Proyecto de plantación de 46,39 ha de almendro en regadío en el término municipal de Villalar de los Comuneros (Valladolid).

Autor del proyecto: Alfonso Gómez Nieto

Emplazamiento: Polígono 13, parcelas 37 y 39 Villalar de los Comuneros (Valladolid).

Promotor: Alfonso Gómez Nieto

Presupuesto total del proyecto: 779927.16

Plazo de ejecución de las obras: 318 días

1.2. Objeto del estudio

El Estudio de Seguridad y Salud sirve para dar unas directrices básicas a la empresa constructora y sus trabajadores para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, bajo el control de la dirección facultativa, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de edificación y obras públicas. El promotor está obligado a elaborar un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de obras en los que se den alguno de los supuestos siguientes:

- a) Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450759,08 €.
- b) Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- d) Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado anterior, el promotor está obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud.

El presente proyecto incluye la construcción de conducciones subterráneas en el sistema de riego, por lo que es obligatorio la redacción de un Estudio de Seguridad y Salud.

Según el mencionado Real Decreto, la empresa constructora de la obra está obligada a redactar un Plan de Seguridad y Salud adaptando este Estudio a sus medidas y métodos de ejecución. Dicho plan ha de incluir los medios humanos y materiales necesarios, así como la asignación de los recursos económicos precisos para la

consecución de los objetivos propuestos, facilitando la mencionada labor de previsión, prevención y protección profesional, bajo el control de la Dirección Facultativa.

De acuerdo con la normativa mencionada, el Plan se debe someter antes del inicio de las obras a la aprobación del Coordinador en Materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, manteniéndose, después de su aprobación, una copia a su disposición.

El presente Estudio es de obligada presentación ante la autoridad laboral encargada de conceder la apertura del centro de trabajo, y debe estar a disposición permanente de la Inspección de Trabajo de la Seguridad Social.

Se considera en el presente Estudio:

- Preservar la integridad de los trabajadores y de todas las personas del entorno.
- La organización del trabajo tal que el riesgo sea mínimo.
- Determinar las instalaciones y útiles necesarios para la protección colectiva e individual del personal.
- Definir las instalaciones para la higiene y bienestar de los trabajadores.
- Establecer las normas de utilización de los elementos de seguridad.
- Proporcionar a los trabajadores los conocimientos necesarios para el uso correcto y seguro de los útiles de maquinaria que se les encomiende.
- El transporte del personal.
- Los trabajos con maquinaria ligera.
- Los primeros auxilios y evacuación de heridos.
- El servicio de prevención.
- Los delegados de prevención.
- Determinar los costes de las medidas de protección y prevención.

Igualmente, se implanta la obligatoriedad de la creación de un Libro de Incidencias, con toda la funcionalidad que el citado Real Decreto 1627/1997 le concede, siendo el Coordinador en Materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de las obras o, en su defecto, la Dirección Facultativa, el responsable del envío en un plazo de 24 horas de una copia de las notas que en él se escriban a la Inspección de Trabajo de la Seguridad Social. También se deben notificar las anotaciones en el libro al contratista y a los representantes de los trabajadores.

Es responsabilidad del contratista la ejecución de las medidas preventivas fijadas en el Plan y responde solidariamente de las consecuencias que se deriven de la no consideración de las medidas previstas por parte de los subcontratistas o similares, respecto a las no observaciones que fueren imputables a éstos.

La Inspección de Trabajo de la Seguridad Social puede comprobar, en cualquier momento, la ejecución correcta y concreta de las medidas previstas en el Plan de Seguridad y Salud de la obra, así como la Dirección Facultativa.

1.3. Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra

Los principios generales de aplicación son:

El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y 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 los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares de manera responsable.

El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.

La recogida adecuada de los materiales peligrosos utilizados.

El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.

La adaptación, en función de la evolución de la obra, del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.

La cooperación entre los contratistas, subcontratas y trabajadores autónomos.

Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

1.4. Análisis general de riesgos

1.4.1. Riesgos profesionales

1.4.1.1. En movimiento de tierras

Atropellos.

Atrapamientos.

Colisiones y vuelcos.

Caídas de personas a distinto nivel.

Desprendimientos.

Interferencia con líneas de media tensión.

Ruidos.

Vibraciones.

Proyección de partículas a los ojos.

Polvo.

1.4.1.2. En bases, rellenos, terraplenes,..

Atropellos por maquinaria y vehículos.

Atrapamientos por maquinaria y vehículos.

Colisiones y vuelcos.

Caídas a distinto nivel.

Salpicaduras.

Polvo.

Ruido.

1.4.1.3. En hormigones

Caídas de personas al mismo y distinto nivel.

Caída de materiales.

Dermatitis por cemento.

Cortes y golpes.

Salpicaduras.

Proyección de partículas a los ojos.

Heridas producidas por objetos punzantes y cortantes.

Atropellos por maquinas o vehículos.

1.4.1.4. En soldaduras

Explosiones.

Humos metálicos.

Radiaciones.

1.4.1.5. Riesgos producidos por agentes atmosféricos

Riesgos eléctricos

Interferencias con líneas de media tensión.

Derivados de maquinaria, conducciones, etc. que utilicen o produzcan energía eléctrica en la obra.

Riesgos de incendios

En almacenes, vehículos, encofrados de madera.

1.4.2. Riesgos de daños a terceros

Producidos por los enlaces con los caminos, habrá riesgos derivados de la obra, fundamentalmente por la circulación de vehículos y maquinaria agrícola, al tener que realizar desvíos provisionales y pasos alternativos.

Los caminos actuales que cruzan el terreno de la futura obra, entrañan un riesgo, debido a la posible circulación de personas ajenas, una vez iniciados los trabajos.

1.5. Prevención de riesgos profesionales

1.5.1. Protecciones individuales

Protección de la cabeza: Cascos, para todas las personas que participan en la obra, incluidos visitantes, gafas contra impacto y antipolvo, gafas para oxicorte, mascarillas antipolvo, protectores auditivos, etc.

Protección de las extremidades: Guantes de uso general, guantes de goma, guantes de soldador, guantes dieléctricos, manguitos de soldador; botas de agua, botas de seguridad de lona, botas de seguridad de cuero, botas dieléctricas, polainas de soldador, etc.

Protección del cuerpo: Monos o buzos, trajes de agua, prendas reflectantes, cinturón de seguridad,..

1.5.2. Protecciones colectivas

1.5.2.1. En excavaciones, transportes, vertido extensión y compactado de tierras

1- Se colocarán vallas de limitación y protección, señales de tráfico y de seguridad, cintas de balizamiento, jalones de señalización, redes de protección para desprendimientos localizados, señales acústicas y luminosas, barandillas y se regarán las pistas.

2-Instalación de pasarelas de circulación de personas sobre las zanjas a hormigonar.

3-Colocación, a una distancia mínima de 2 m del borde de las zanjas, de topes de recorrido, para los vehículos que deban aproximarse para verter hormigón.

4-La maniobra de vertido, será dirigida por un oficial, que vigilará para que no se realicen maniobras inseguras.

5-Antes del inicio de vertido de hormigón, el encargado revisará el buen estado de seguridad de los encofrados, en especial la verticalidad, nivelación y sujeción de los puntales, para evitar hundimientos.

6-Los huecos existentes en el suelo permanecerán protegidos.

7-Todas las zonas en las que haya que trabajar, estarán suficientemente iluminadas. De utilizarse portátiles, estarán alimentadas a 24 voltios, en prevención del riesgo eléctrico.

8-Se prohíbe concentrar las cargas de materiales sobre vanos.

9-Señales de obligatoriedad de uso de casco, botas, guantes y, en su caso, gafas y cinturones.

10-En las zonas donde fuera preciso, se colocará señal de mascarilla o señal de protector auditivo o de gafas de seguridad, según proceda.

11-Señal de caída de objetos, caída a distinto nivel o maquinaria pesada en movimiento, donde sea preciso.

12-Además, en la entrada y salida de los operarios a la obra y de vehículos, se implantarán las siguientes señales: señal de prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, señal de prohibido fumar y encender fuego y señal de prohibido aparcar.

13-Todas las zonas de peligro ya definidas, o sea, exterior 5 metros a la de trabajo y fácilmente accesibles, se delimitarán o con vallas metálicas, si fuera clara y fácilmente accesible, o con cinta de balizamiento.

14-Para cruce por debajo de cualquier posible línea eléctrica aérea, se colocará un pórtico protector, de tal manera que su dintel diste, verticalmente, 4 metros o más, si la línea fuera de alta tensión; y 0,5 metros o más si la línea fuera de baja tensión.

15-Donde exista riesgo eléctrico, se colocará señal del mismo.

16-Se fijarán señales de localización de botiquín y de extintores.

17-Se logrará una adecuada protección colectiva contra corrientes eléctricas de baja tensión, tanto para contactos directos como indirectos, mediante la debida combinación de puesta a tierra e interruptores diferenciales. Todo ello, de tal manera que en el exterior, o sea, en ambiente posiblemente húmedo, ninguna masa pueda alcanzar una tensión de 24v.

18-La toma de tierra se realizará mediante una o más picas, las que sean precisas, de acero recubiertas de cobre de 14 mm de diámetro mínimo y longitud mínima de dos metros, de tal manera que unidas en paralelo mediante conductor de cobre de 35 mm² de sección, la resistencia obtenida sea inferior a 20 Ω . Cada salida de alumbrado del cuadro general, se dotará de un interruptor diferencial de 30 mA de sensibilidad. Análogamente, cada salida de fuerza del cuadro general, se dotará de un interruptor diferencial de 300 mA de sensibilidad.

19-La protección colectiva contra incendios se realizará mediante extintores portátiles de polvo polivalente de 12 kg de capacidad de carga, uniformemente repartidos, debidamente señalizada su localización y uno de ellos se ubicará cerca de la salida.

20-Si existiese instalación de alta tensión cerca de ella, y sólo se pudiera utilizar ésta, se emplazará un extintor de dióxido de carbono de 5 kg de capacidad de carga.

1.5.2.2. En maquinaria

El personal encargado de utilizar una determinada máquina o herramienta, debe ser especialista.

El montaje, uso y mantenimiento de la maquinaria se debe realizar como indique el fabricante.

Todas las máquinas con alimentación a base de energía eléctrica deben estar dotadas de toma de tierra y de disyuntores diferenciales.

Las operaciones de ajuste, mantenimiento y arreglo de maquinaria las deben realizar personas especializadas.

Las máquinas de funcionamiento irregular o averiado han de ser retiradas inmediatamente para su reparación.

Se prohíbe la retirada, manipulación o anulación de los elementos de protección de la maquinaria.

No se permite trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria.

Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas.

Debe existir señalización para las maniobras de máquinas.

Debe vigilarse la posible irregularidad de funcionamiento de las máquinas.

1.5.2.3. En riesgos eléctricos

Instalación de un pórtico de limitación de altura formado por perfiles metálicos.

Colocación de interruptores diferenciales.

Tomas de tierra.

Transformadores de seguridad.

1.5.2.4. En soldaduras

Válvulas antiretroceso

1.5.2.5. En tuberías

Anclajes para tuberías.

Balizamiento luminoso.

1.5.2.6. Incendios

Extintores portátiles.

1.5.3. Formación

Todo el personal debe recibir, al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que estos pudieran entrañar, juntamente con los métodos de seguridad que deberá emplear.

Eligiendo el personal más cualificado, se impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios, de forma que todos los tajos dispongan de un socorrista.

1.5.4. Medicina preventiva y primeros auxilios

1.5.4.1. Botiquines

Se dispondrá al menos de un botiquín conteniendo el material adecuado.

1.5.4.2. Asistencia a accidentados

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes centros médicos (servicios propios, mutuas patronales, mutualidades laborales, ambulatorios etc.) donde debe trasladarse a los accidentados para su mayor rapidez y tratamiento efectivo.

Es muy conveniente disponer en la obra, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancia, taxis etc. para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los centros de asistencia.

1.5.4.3. Reconocimiento médico

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra, deberá pasar un reconocimiento médico previo de trabajo.

Se analizará el agua destinada al consumo de los trabajadores para garantizar su potabilidad, sino proviene de la red de abastecimiento de la población.

1.6. Prevención de riesgos laborales

Los riesgos de daños a terceros en la ejecución de la obra pueden venir producidos por la circulación de terceras personas ajenas a la misma, una vez iniciados los trabajos.

Por ello, se considerará zona de trabajo aquella donde se desenvuelvan máquinas, vehículos y operarios trabajando; y zona de peligro una franja de 5 metros alrededor de la primera.

Los riesgos de daños a terceros pueden ser:

Caída al mismo nivel

Caída de objetos y materiales

Atropello

Polvo y ruido

Se señalará, de acuerdo con la normativa vigente, el enlace con las carreteras y caminos, tomándose las adecuadas medidas de seguridad que cada caso requiera.

Se señalarán los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma, colocándose en su caso, los cerramientos necesarios.

1.6.1. Medidas preventivas

Seguidamente se recogen para las unidades de obra más importantes las medidas preventivas que se deben disponer, como mínimo:

Zanjas y pozos

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas. A nivel del suelo se acotarán las áreas de trabajo, siempre que se prevea circulación de personas o vehículos en las inmediaciones.

Las zanjas estarán acotadas, vallando la zona de paso en la que se presuma riesgo para peatones o vehículos.

Las zonas de construcción de obras singulares, como pozos, etc, estarán completamente valladas para evitar accidentes.

Las vallas de protección distarán no menos de 1 metro del borde de la excavación cuando se prevea paso de peatones paralelo a la dirección de la misma y no menos de 2 m cuando se prevea paso de vehículos.

El acopio de materiales y tierras extraídas en cortes de profundidad mayor de 1,50 m, se dispondrán a una distancia no menor de 1,5 m del borde.

En zanjas o pozos de profundidad mayor de 1,25 m, siempre que haya operarios trabajando en el interior, se mantendrá uno de retén en el exterior.

Las zanjas de profundidad mayor de 1,25 m estarán provistas de escaleras que alcancen hasta 1 m de altura sobre la arista superior de la excavación.

Al finalizar la jornada de trabajo o en interrupciones largas, se cubrirán las zanjas y pozos de profundidad mayor de 1,25 m con un tablero resistente, red o elemento equivalente.

Previamente a la iniciación de los trabajos, se estudiará la posible alteración en la estabilidad de áreas próximas como consecuencia de los mismos, con el fin de adoptar las medidas oportunas. Igualmente se resolverán las posibles interferencias con conducciones aéreas o subterráneas de servicios.

Cuando no se pueda dar a los laterales de la excavación talud estable, se entibará.

Los materiales precisos para refuerzos y entibados de las zonas excavadas, se acoplarán en obra con la antelación suficiente para que la apertura de zanjas sea seguida inmediatamente, por su colocación.

Cuando las condiciones del terreno no permitan la permanencia de personal dentro de la zanja, antes de su entibado, será obligado hacer éste desde el exterior de la misma, empleando dispositivos que, colocados desde el exterior, protejan al personal que posteriormente descenderá a la zanja.

Se extremarán estas precauciones después de interrupciones de trabajo de más de un día o después de alteraciones atmosféricas como lluvias o heladas.

Cimentaciones superficiales

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.

A nivel del suelo se acotarán las áreas de trabajo siempre que se prevea circulación de personas o vehículos y se colocará la señal de riesgo de caídas a distinto nivel.

En los accesos de vehículos, el área de trabajo se colocará la señal de “peligro indeterminado”, y el rótulo de “salida de camiones”.

Antes de iniciar los trabajos, se tomarán las medidas necesarias para resolver las posibles interferencias en conducciones de servicios, áreas o subterráneas.

Los materiales precisos para refuerzos y entibados de las zonas excavadas se acoplarán en obra con la antelación suficiente para que el avance de la apertura de zanjas y pozos pueda ser seguido inmediatamente por su colocación.

Los laterales de la excavación se sanearán, antes del descenso del personal a los mismos, de piedras o cualquier otro material suelto o inestable, empleando esta medida en las inmediaciones de la excavación, siempre que se adviertan elementos sueltos que pudieran ser proyectados o rodar al fondo de la misma.

Siempre que el movimiento de vehículos pueda suponer peligro de proyecciones o caídas de piedras u otros materiales sobre el personal que trabaja en las

cimentaciones, se dispondrá a 0,60 m del borde de éstas un rodapié de 0,20 m de altura.

Los materiales retirados de entibaciones, refuerzos o encofrados se apilarán fuera de las zonas de circulación y trabajo. Las puntas salientes sobre la madera, se sacarán o doblarán.

Se evitará la permanencia o paso de personas bajo cargas suspendidas, acotando las áreas de trabajo.

Los operarios encargados del montaje o manejo de armaduras, irán provistos de guantes y calzado de seguridad, mandiles, y cinturón portaherramientas.

Los operarios que manejan el hormigón, llevarán guantes y botas que protejan su piel del contacto con el mismo.

Cuando el vertido del hormigón se realice por el sistema de bombeo neumático o hidráulico, los tubos de conducción estarán convenientemente anclados y se pondrá especial cuidado en limpiar la tubería después del hormigonado, pues la presión de salida de los áridos puede ser causa de accidente. A la primera señal de obstrucción, deberá suspenderse al bombeo como primera precaución.

Los vibradores de hormigón, accionados por electricidad, estarán dotados de puesta a tierra.

Hormigón armado

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.

A nivel del suelo se acotarán las áreas de paso o trabajo en las que haya riesgo de caída de objetos.

Siempre que resulte obligado realizar trabajos simultáneos en diferentes niveles superpuestos, se protegerá a los trabajadores situados en niveles inferiores con redes, viseras o elementos de protección equivalentes.

Se dispondrá la señalización de seguridad adecuada para advertir de riesgos y recordar obligaciones o prohibiciones, para evitar accidentes.

Se habilitarán accesos suficientes a las zonas de hormigonado.

Cuando el vertido del hormigón se realice por el sistema de bombeo neumático o hidráulico, los tubos de conducción estarán convenientemente anclados y se pondrán especial cuidado en limpiar la tubería después del hormigonado, pues la presión de salida de los áridos puede ser causa de accidente. A la primera señal de obstrucción, deberá suspenderse el bombeo, como primera precaución.

Se evitará la permanencia o paso de personas bajo cargas suspendidas, acotando las áreas de trabajo.

Los operarios encargados del montaje o manejo de armaduras, irán provistos de calzado y guantes de seguridad, mandiles y cinturón portaherramientas.

Los operarios que manejan el hormigón llevarán guantes y botas que protejan su piel del contacto con el mismo.

Los materiales procedentes del desencofrado se apilarán a distancia suficiente de las zonas de circulación y trabajo. Las puntas salientes sobre madera se sacarán o se doblarán.

Se vigilará el buen estado de la maquinaria, con especial atención a la de puesta en obra del hormigón.

Periódicamente, se revisarán la toma de tierra de grúas, hormigoneras y demás maquinaria accionada eléctricamente.

Trabajos en instalaciones eléctricas de baja y/o alta tensión

Se prohíbe realizar trabajos en instalaciones eléctricas de baja y/o alta tensión son adoptar como mínimo, las precauciones impuestas en las normativas siguientes:

Reglamento electrónico para baja tensión

Reglamento de líneas aéreas de alta tensión

Trabajos en la proximidad de líneas eléctricas de alta tensión

El trabajo que sea necesario llevar a cabo en la proximidad inmediata de conductores o aparatos de alta tensión de realizarán en las condiciones siguientes:

Se considerará que todo conductor está en tensión

No se conducirán vehículos altos por debajo de las líneas eléctricas, siempre que exista otra ruta a seguir.

Cuando se efectúen obras, montajes, etc. en proximidad de líneas aéreas, se dispondrá de gálibos, vallas o barreras provisionales.

Cuando se utilicen grúas torre o similar, se observará que se cumplen las distancias de seguridad.

Durante las maniobras de la grúa, se vigilará la posición de la misma respecto de las líneas.

No se permitirá que el personal se acerque a estabilizar las cargas suspendidas, para evitar el contacto o arco con la línea.

No se efectuarán trabajos de carga o descarga de equipos o materiales debajo de las líneas o en su proximidad.

No se volcarán tierras o materiales debajo de las líneas aéreas, ya que esto reduce la distancia de seguridad a las mismas desde el suelo.

Los andamiajes, escaleras metálicas o de madera con refuerzo metálico, estarán a una distancia segura de la línea aérea.

Cuando haya que transportar objetos largos por debajo de las líneas aéreas, se llevarán siempre en posición horizontal.

En líneas aéreas de alta tensión, las distancias de seguridad a observar son de 4 m hasta 66.000 V y de 5 m en las de más de 66.000 V.

Trabajos en la proximidad de líneas eléctricas de baja tensión

Toda la instalación será considerada baja tensión mientras no se compruebe lo contrario con aparatos destinados a tal efecto.

Si hay posibilidad de contacto eléctrico, siempre que sea posible, se cortará la tensión de la línea.

Si esto no es posible, se pondrán pantallas protectoras o se instalarán vainas aislantes en cada uno de los conductores, o se aislará a los trabajadores con respecto a tierra.

Los recubrimientos aislantes no se instalarán cuando la línea esté en tensión, serán continuos y fijados convenientemente para evitar que se desplacen. Para colocar dichas protecciones será necesario dirigirse a la compañía suministradora, que indicará cual es el material más adecuado.

Trabajos de proximidad de cables subterráneos

Al hacer trabajos de excavación en proximidad de instalaciones en las que no haya certeza de ausencia de tensión, se obtendrá, si es posible, de la Compañía, el trazado exacto y características de la línea.

En estos trabajos se notificará al personal la existencia de estas líneas, así como se procederá a señalizar y balizar las zanjas, manteniendo una vigilancia constante.

No se notificará la posición de ningún cable sin la autorización de la Compañía.

No se utilizará ningún cable que haya quedado al descubierto como peldaño o acceso a una excavación.

No trabajará ninguna máquina pesada en la zona.

Si se diera a un cable, aunque fuera ligeramente, se mantendrá alejado al personal de la zona y se notificará a la Compañía suministradora.

Protección de incendios

El riesgo de incendios por existencia de fuentes de ignición (trabajos de soldadura, instalación eléctrica, fuegos en periodos fríos, cigarrillos, etc.) y de sustancias combustibles (madera, carburantes, disolventes, pinturas, residuos, etc.) estará presente en la obra, requiriendo atención a la prevención de estos riesgos.

Se realizarán revisiones y se vigilará permanentemente la instalación eléctrica provisional de la obra, así como el correcto acopio de sustancias combustibles situando estos acopios en lugares adecuados, ventilados y con medios de extinción en los propios recintos.

Se dispondrá de extintores portátiles en los lugares de acopio que lo requieran: oficinas, almacenes, etc.

Se tendrán en cuenta otros medios de extinción como agua, arena, herramientas de uso común, etc.

Se dispondrá del teléfono de los bomberos junto a otros de urgencias, recogidos en una hoja normalizada de colores llamativos que se colocarán en oficinas, vestuarios y otros lugares adecuados.

Las vías de evacuación estarán libres de obstáculos como uno de los aspectos del orden y limpieza que se mantendrá en todos los tajos y lugares de circulación y permanencia de trabajadores.

Se dispondrá la adecuada señalización indicando los lugares con riesgo elevado de incendio, prohibición de fumar y situación de extintores.

Estas medidas se orientan a la prevención de incendios y a las actividades iniciales de extinción hasta la llegada de los bomberos, caso que fuera precisa su intervención.

1.6.2. Formación del personal

Todo el personal debe recibir al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberá emplear.

Se impartirá formación en materia de seguridad y salud en el trabajo al personal de la obra. Además de las Normas y Señales de Seguridad, concienciándoles en su respeto y cumplimiento, y de las medidas de Higiene, se le enseñará la utilización de las protecciones colectivas y el uso y cuidado de las protecciones individuales del operario.

Los operarios serán ampliamente informados de las medidas de seguridad, personales y colectivas que deben establecerse en el tajo al que estén adscritos, así como al colindante.

Cada vez que un operario cambie de tajo, se reiterará la operación anterior.

El Contratista garantizará y, consecuentemente será responsable de su omisión, que todos los trabajadores y personal que se encuentre en la obra, conoce debidamente todas las normas de seguridad que sean de aplicación.

Eligiendo al personal más cualificado, se impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios, de forma que todos los tajos dispongan de algún socorrista.

1.6.3. Medicina preventiva y primeros auxilios

Se prevé las instalaciones de un local para botiquín central, atendido y varios botiquines de obra para primeros auxilios conteniendo todo el material necesario para llevar a cabo su función.

Botiquines

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes centros médicos (mutuas patronales, mutualidades laborales, ambulatorios, hospitales, etc.) donde debe trasladarse a los accidentados para su mayor rapidez y tratamiento efectivo.

Es muy conveniente disponer en la obra y, en sitio visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentes a los centros de asistencia.

En la oficina administrativa de obra o, en su defecto, en el vestuario o cuarto de aseo, existirá un botiquín perfectamente señalizado y cuyo contenido mínimo será el siguiente:

- ✓ Agua oxigenada o Alcohol de 96° o Tintura de yodo o Mercurocromo o Amoniaco
- ✓ Gasa estéril
- ✓ Algodón hidrófilo o Vendas
- ✓ Esparadrapo
- ✓ Antiespasmódicos o Analgésicos
- ✓ Tónicos cardiacos de urgencias o Torniquete
- ✓ Bolsas de goma para agua o hielo o Guantes esterilizados
- ✓ Jeringuilla o Hervidor
- ✓ Agujas para inyectables o Termómetro clínico

Cuando las zonas de trabajo estén muy alejadas del botiquín central, será necesario disponer de maletines que contengan el material imprescindible para atender pequeñas curas.

Se revisará mensualmente y se repondrá inmediatamente lo usado.

Asistencia a accidentados

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra, deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo y que será repetido en el periodo de un año.

Se el suministro de agua potable para el personal no se toma alguna red municipal de distribución, si no de fuentes, pozos, etc., hay que vigilar su potabilidad. En caso necesario se instalarán aparatos para su cloración.

La empresa adjudicataria tomará las oportunas medidas para que ningún operario realice tareas que le puedan resultar lesivas a su estado de salud general o concreta, en cada momento.

Vigilancia de la salud

Se garantizará a los trabajadores la vigilancia de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo.

Esta vigilancia sólo podrá llevarse a cabo cuando el trabajador preste su consentimiento.

1.6.4. Servicios higiénicos

Cuando los trabajadores tengan que llevar ropa especial de trabajo deberán tener a su disposición vestuarios adecuados.

Los vestuarios deberán ser de fácil acceso, tener las dimensiones suficientes y disponer de asientos e instalaciones que permitan a cada trabajador, si fuera necesario, su ropa de trabajo.

Cuando las circunstancias lo exijan (por ejemplo sustancias peligrosas, humedad, suciedad) la ropa de trabajo deberá guardarse separada de la ropa de calle y de los efectos personales.

Cuando los vestuarios no sean necesarios, en el sentido del párrafo primero de este apartado, cada trabajador deberá poder disponer de un espacio para colocar su ropa y sus objetos personales bajo llave.

Cuando el tipo de actividad o la salubridad lo requieran, se deberán poner a disposición de los trabajadores duchas apropiadas y en número suficiente.

Las duchas deberán tener dimensiones suficientes para permitir que cualquier trabajador se asee sin obstáculos y e adecuadas condiciones de higiene. Las duchas deberán disponer de agua corriente caliente y fría.

Cuando, con arreglo al párrafo primero de este apartado, no sean necesarias duchas, deberá haber lavabos suficientes y apropiados con agua corriente caliente, si fuera necesario, cerca de los puestos de trabajo y de los vestuarios.

Si las duchas o los lavabos y los vestuarios estuvieran separados, la comunicación entre unos y otros deberá ser fácil.

Los servicios higiénicos dispondrán de un número de lavabos con agua fría y W.C. en función del número de trabajadores según Pliego de Prescripciones Técnicas, disponiendo de espejos, calefacción y calentadores de agua.

Se analizará el agua destinada al consumo de los trabajadores para garantizar su potabilidad, si no proviene de la red de abastecimiento de la población.

1.7. Prevención de riesgos de daños a terceros

En prevención de posibles accidentes a terceros, se colocarán las oportunas señales de advertencia de salida de camiones y de limitación de velocidad en las carreteras a las distintas reglamentarias del entronque con ella.

Se señalizarán los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso a todo personal ajeno a la misma, colocándose, en su caso, los cerramientos necesarios.

1.8. Prevención de riesgos en maquinaria, instalaciones provisionales y medios auxiliares

1.8.1. Maquinaria

1.8.1.1. Grúas autopropulsadas

Riesgos más frecuentes

Los riesgos más frecuentes son:

Golpes de la carga

Rotura del cable estorbo

Falta de visibilidad

Caída de la carga

Caída o vuelco de la grúa

Atropellos

Medios de protección

Protecciones personales

Será obligatorio el uso del casco.

La persona encargada del manejo de la grúa, tendrá perfecta visibilidad en todas las maniobras, tanto de la carga como de la traslación.

Protecciones colectivas

Estas grúas no comenzarán su trabajo sin haber apoyado los correspondientes gatos-soporte en el suelo, manteniendo las ruedas en el aire.

El personal nunca se situará debajo de una carga suspendida.

La traslación con carga de las grúas automóviles, se evitará siempre que sea posible. De no ser así, la pluma, con su longitud más corta y la carga suspendida a la menor altura posible, se orientará en la dirección del desplazamiento.

1.8.1.2. Sierra circular eléctrica

Riesgos más frecuentes

Los riesgos específicos de esta máquina son:

Rotura de discos

Corte y amputaciones

Polvo ambiental

Descarga de corriente

Proyección de partículas

Medios de protección:

Protecciones personales

Será obligatorio el uso del casco

El disco deberá tener una protección

La transmisión motor-máquina deberá tener una carcasa protectora.

Se deberá trabajar con mascarilla

La máquina se conectará a tierra a través del relé diferencial

Los dientes del disco estarán afilados

Protecciones colectivas

La máquina dispondrá de un interruptor de marcha y parada

La zona de trabajo deberá estar limpia

Las maderas que se utilicen deberán estar desprovistas de clavos

Preferentemente, en lugares cerrados, se trabajará con instalación de extracción de aire

En el caso de usarla para cortar material cerámico dispondrá de un sistema de humidificación para evitar la formación de polvo.

1.8.1.3. Grupo de soldadura

Riesgos más frecuentes

Quemaduras o Intoxicaciones

Descargas eléctricas o Lesiones en la vista o Caídas desde alturas o Golpes

Medios de protección

Protecciones personales

Será obligatorio el uso del casco

Será obligatorio el uso de mascarilla para soldar, guantes de cuero, polainas y mandil

Será obligatorio el uso del cinturón de seguridad para trabajar en altura.

En lugares de trabajo cerrados, se instalará una extracción forzada

Las máquinas se conectarán a tierra

1.8.1.4. Convertidores y vibradores eléctricos

Riesgos frecuentes

Descargas eléctricas

Salpicaduras de techada en ojos y piel

Caídas desde altura

Medios de protección

Protecciones personales

Será obligatorio el uso del casco

Se trabajará con guantes de cuero y gafas

Después de la utilización del vibrador se procederá a su limpieza

Para trabajos en altura se dispondrá de cinturón de seguridad y de andamios protegido y colocados de forma estable.

Protecciones colectivas

La salida de tensión del convertidor será a 24 V. Estará conectado a tierra y protegido por el relé diferencial.

El cable de alimentación deberá estar protegido.

1.8.1.5. Vibradores neumáticos

Riesgos más frecuentes

Descargas eléctricas

Salpicaduras de techada en ojos y piel

Caídas desde altura

Medios de protección

Protecciones personales

Será obligatorio el uso del casco

Se trabajará con guantes y gafas.

Después de la utilización del vibrador, se procederá a su limpieza

Para trabajos en altura, se dispondrá de cinturón de seguridad y de andamios colocados en posiciones estables.

1.8.1.6. Compresor de aire

Riesgos más frecuentes o Ruidos

Rotura de mangueras

Medios de protección

Protecciones personales

Será obligatorio el uso de casco o Protecciones colectivas

Se utilizarán mangueras para presión de aire

La conexión de mangueras de aire se realizará de forma perfecta

Al paralizar el compresor se abrirá la llave del aire

Se utilizarán compresores silenciosos

1.8.1.7. Martillo picador

Riesgos más frecuentes o Ruidos

Vibraciones y percusión o Proyección de partículas o Golpes

Descargas eléctricas

Medios de protección

Protecciones personales

Será obligatorio el uso del casco

Se utilizarán: protectores auditivos, cinturón anti-vibratorio, mangueras, gafas anti-impactos, guantes y mascarilla.

Protecciones colectivas

Se procederá al vallado de la zona donde caigan escombros

Los martillos eléctricos se conectarán a tierra

1.8.1.8. Hormigonera eléctrica

Riesgos más frecuentes

Corte y amputaciones

Descargas eléctricas

Salpicaduras de lechada en ojos y piel

Medios de protección

Protecciones personales

Será obligatorio el uso del casco

Se utilizarán guantes de cuero y gafas

Protecciones colectivas

Se conectará la máquina a tierra y al relé diferencial

Se protegerá la transmisión de la máquina con una carcasa

Se procurará ubicarla donde no dé lugar a otro cambio y que no pueda ocasionar vuelcos o desplazamientos involuntarios.

1.8.1.9. Pala cargadora y retroexcavadora

Riesgos más frecuentes o Golpes y atropellos

Electrocuciones y descargas eléctricas o Vuelcos

Atrapamientos

Medios de protección

Protecciones personales

Será obligatorio el uso del casco

Los operarios tendrán perfecta visibilidad en todas las maniobras

Protecciones colectivas

Todo el personal trabajará fuera del radio de acción de la máquina

La máquina, al circular, lo hará con la cuchara plegada

En marcha atrás la máquina dispondrá de señales acústicas

1.8.1.10. Camiones basculantes

Riesgos más frecuentes o Vuelcos

Colisiones o Golpes

Atropellos

Medios de protección

Protecciones personales

Será obligatorio el uso del casco

El conductor deberá tener buena visibilidad durante toda la conducción y respetará las normas del Código de Circulación

Protecciones colectivas

Periódicamente se revisarán frenos y neumáticos

No se circulará con la caja basculante levantada

En marcha atrás el camión dispondrá de señales acústicas

Todo el personal efectuará sus labores fuera de la zona de circulación de los camiones

No se utilizará como medio de transporte del personal

Se evitarán maniobras bruscas

No se sobrepasará la carga autorizada, según las características del vehículo.

Para efectuar una descarga junto al borde de excavación o taludes, se dispondrán topes de suficiente resistencia mecánica que impidan un acercamiento excesivo

1.8.1.11. Herramientas manuales

Riesgos más frecuentes

Descargas eléctricas

Proyección de partículas

Ruido

Polvo

Golpes, cortes, erosiones

Quemaduras

Medios de protección

Protecciones personales

Será obligatorio el uso del casco

Dependiendo de la máquina se usará también: protector auditivo, mascarillas, guantes de cuero, pantallas y protectores de disco.

Protecciones colectivas

Todas las máquinas eléctricas conectarán a tierra

Cuando no se trabaje con ellas deberán estar todas desconectadas y, sobre todo, fuera de las zonas de paso del personal.

1.8.2. Instalación eléctrica provisional

Una vez realizada la petición de suministro a la compañía eléctrica se procede al montaje de las instalaciones de la obra. Simultáneamente, con la petición de suministro, se solicita, si es necesario, el desvío de líneas aéreas o subterráneas que interfieran la ejecución de la obra.

Las acometidas, realizadas por la empresa suministradora, deben disponer de un armario de protección y medida directa de material aislante con protección de la intemperie. A continuación se sitúa el cuadro general de mando y protección, dotado de seccionador general, interruptor omnipolar y protección contra faltas a tierra y sobrecargas o cortocircuitos mediante interruptores magnetotérmicos.

Del cuadro general salen circuitos de alimentación a los cuadros secundarios.

Estos cuadros están dotados de interruptor omnipolar e interruptor general magnetotérmico. Las salidas están protegidas con interruptor magnetotérmicos y diferencial. La sensibilidad de estos interruptores debe ser de 300 mA para la instalación de fuerza y de 30 mA para la instalación de alumbrado. Existirán tantos interruptores magnetotérmicos como circuitos se disponga.

Enlaces entre los cuadros y máquinas

Los enlaces se deben hacer con conductores cuyas dimensiones estén determinadas por el valor de la corriente que deben conducir.

Debido a las condiciones meteorológicas desfavorables de una obra, se aconseja que los conductores lleven aislantes de neopreno por las ventajas que representan en sus cualidades mecánicas y eléctricas sobre los tradicionales con aislamiento de PVC.

Un cable deteriorado no debe forrarse con esparadrapo, cinta aislante, ni plástico, sino con cinta autovulcanizante, cuyo poder de aislamiento es muy superior a las anteriores.

Ningún cable se debe colocar por el suelo en zonas de paso de vehículos y acopio de cargas. En caso de no poder evitarse, se deben disponer elevados y fuera del alcance de los vehículos que por allí deban circular, o enterrados y protegidos por una canalización resistente.

Todos los enlaces se deben hacer mediante manguera de 3 o 4 conductores con toma de corriente en sus extremos con enclavamiento del tipo 2P+T o bien 3P+T, quedando así, aseguradas las tomas de tierra y los enlaces equipotenciales.

Toda maquinaria conexasionada a un cuadro principal o auxiliar debe disponer de manguera con hilo de tierra.

Protección contra contactos directos Las medidas de protección son:

Alejamiento de las partes activas de la instalación para evitar un contacto fortuito con las manos o por manipulación de objetos.

Interposición de obstáculos que impidan el contacto accidental.

Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de aislamiento apropiado que conserve sus propiedades con el paso del tiempo y que linde la corriente de contacto a un valor no superior a 1 mA.

Protección contra contactos indirectos

Se debe tener en cuenta:

Instalaciones con tensión hasta 250 V con relación a la tierra. Con tensiones hasta de 50 V en medios secos y no conductores, o 24 V en medios húmedos o mojados, no es necesario sistema de protección alguno. Con tensiones superiores a 50 V, es necesario un sistema de protección.

Instalaciones con tensiones superiores a 250 V con relación a la tierra. En todos los casos es necesario un sistema de protección, cualquiera que sea el medio.

Puesta a tierra de las masas

La puesta a tierra se define como toda ligazón metálica directa sin fusible de corte alguno, con objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones no haya diferencia

de potencial peligrosa, y que al mismo tiempo permita el paso a tierra de descargas eléctricas de origen atmosférico.

Según las características del terreno se debe usar el electrodo apropiado de los tres tipos sancionados por la práctica. Se debe mantener una vigilancia y comprobación constante de las puestas a tierra.

Otras medidas de protección:

Se deben extremar las medidas de seguridad en los emplazamientos cuya humedad relativa alcance o supere el 70% y en los locales mojados o con ambientes corrosivos.

Todo conmutador, seccionador e interruptor debe estar protegido mediante carcasas o cajas metálicas.

Cuando se produzca un incendio en una instalación eléctrica lo primero que debe hacerse es dejarla sin tensión.

En caso de reparación de cualquier parte de la instalación se debe colocar un cartel visible con la inscripción "no meter tensión, personal trabajando".

Siempre que sea posible se deben enterrar las líneas de conducción, protegiéndolas adecuadamente por medio de tubos que posean una resistencia tanto eléctrica como mecánica probada.

Señalización

Se deben colocar en lugares apropiados uno o varios avisos en los que:

Se prohíba la entrada a las personas no autorizadas a los locales donde está instalado el equipo eléctrico.

Se prohíba a las personas no autorizadas al manejo de los aparatos eléctricos.

Se den instrucciones sobre las medidas que han de tomarse en caso de incendio

Se den instrucciones para salvar a las personas que están en contacto con conductores de baja tensión y para reanimar a los que hayan sufrido un choque eléctrico.

Útiles eléctricos de mano

Las condiciones de utilización de cada material se deben ajustar a lo indicado por el fabricante en la placa de características o, en su defecto, a las indicaciones de tensión e intensidad que facilite el mismo, ya que la protección contra contactos indirectos puede no ser suficiente para cualquier tipo de condiciones ambientales, si no se utiliza el material dentro de los márgenes para los que ha sido proyectado.

Se debe verificar el aislamiento y protección que recubren a los conductores.

Las tomas de corriente prolongada y conectores se deben instalar de tal forma que las piezas desnudas bajo tensión no sean nunca accesibles durante la utilización del aparato.

Sólo se pueden utilizar lámparas portátiles manuales que están en perfecto estado y hayan sido concebidas a este efecto, según normas del Reglamento

Electrotécnico para Baja Tensión. El mango y el cesto protector de la lámpara debe ser de material aislante y el cable flexible de alimentación debe garantizar el suficiente aislamiento contra contactos eléctricos.

Las herramientas eléctricas portátiles como esmeriladoras, taladradoras, remachadoras y sierras deben llevar un aislamiento de Clase II.

Estas máquinas llevan en su placa de características dos cuadros concéntricos o inscritos uno en el otro y no deben ser puestas a tierra.

Almacenes

Los almacenes son locales cerrados, cobertizos y zonas al aire libre que albergan los materiales siguientes:

Materiales de construcción.

Materiales de montaje.

Útiles y herramientas.

Repuestos.

Material y medios de seguridad.

Varios.

Los almacenes deben estar comunicados con las zonas de actividad que se suministran de estos mediante los adecuados accesos. Han de disponer de cerramientos dotados de puertas, controlándose en todo momento la entrada a los mismos. La distribución interior de los almacenes debe ser la adecuada para que cumplan su finalidad de la forma más eficaz, teniendo presente evitar de riesgos del personal que hade manipular los materiales almacenados. La disposición de pasillos, zonas de apilamiento y estanterías ha de hacerse teniendo presente estas circunstancias.

Las operaciones que se realizan habitualmente en los almacenes incluyen la descarga y recepción de materiales, su almacenamiento y la salida seguida del transporte hasta el lugar de utilización de los materiales.

1.8.3. Medios auxiliares

1.8.3.1. Andamios

Plataforma de trabajo

El ancho mínimo del conjunto debe ser de 60 cm. Los elementos que la compongan se deben fijar a la estructura portante de modo que no puedan darse basculaciones, deslizamientos u otros movimientos peligrosos.

Cuando se encuentren a dos o más metros de altura, su perímetro se ha de proteger mediante barandillas resistentes de 90 cm de altura. En el caso de andamiajes, por la parte interior la altura de las barandillas puede ser de 70 cm. De altura.

Esta medida debe completarse con rodapiés de 20 cm de altura para evitar posibles caídas de materiales, así como con otra barra o listón intermedio que cubra el hueco que quede entre ambas.

Si se realiza con madera ésta debe ser sana, sin nudos ni grietas que puedan lugar a roturas, siendo su espesor mínimo de 5 cm.

Si son metálicas, deben tener una resistencia suficiente al esfuerzo a que van a ser sometidas.

Se cargaran, únicamente, los materiales necesarios para asegurar la continuidad del trabajo.

Andamios tubulares

Los apoyos en el suelo se deben realizar sobre zonas que no ofrezcan puntos débiles, por lo que es preferible usar durmientes de madera o bases de hormigón, que repartan las cargas sobre una mayor superficie y ayuden a mantener la horizontalidad de la plataforma de trabajo.

Se deben disponer varios puntos de anclaje distribuidos por cada cuerpo de andamio y cada planta de la obra, para evitar vuelcos. Todos los cuerpos del conjunto deben disponer de arriostramientos del tipo de "cruces de San Andrés".

Durante el montaje, se vigilará el grado de apriete de cada abrazadera para que sea el idóneo, evitando tanto que no sea suficiente y pueda soltarse, como que sea excesivo y pueda partirse.

En todo momento se debe mantener acotada la zona inferior a la que se realizan los trabajos y se eso no fuera suficiente, para evitar daños a terceros, se mantendrá una persona como vigilante.

Para los trabajos de montaje, desmontaje, ascenso y descenso, se utilizarán cinturones de seguridad y dispositivos anticaída, caso que la altura del conjunto

supere en más de 3 metros o se dispongan escaleras laterales especiales con suficiente protección contra caídas desde altura.

1.8.3.2. Encofrados

No se permite la circulación de operarios entre puntales una vez terminado el encofrado, en todo caso se hará junto a puntales arriostrados sin golpearlos.

La circulación sobre tableros de fondo, de operarios y/o carretillas manuales, se debe realizar repartiendo la carga sobre tablonos o elementos equivalentes. No se pueden transmitir al encofrado vibraciones de motores.

Los operarios, cuando trabajen en alturas superiores a 3 m, han de estar protegidos contra caída eventual, mediante red de protección y/o cinturón de seguridad anclado a punto fijo.

En épocas de fuertes vientos se deben atirantar con cables o cuerdas los encofrados de elementos verticales de hormigón con esbeltez mayor de 10.

En épocas de fuertes lluvias, se deben proteger los fondos de vigas, forjados o losas con lonas impermeabilizadas o plásticos.

El desencofrado se debe realizar cuando lo determine el Director de las obras, siempre bajo la vigilancia del encargado de los trabajos y en el orden siguiente:

Al comenzar el desencofrado, se aflojan gradualmente las cuñas y los elementos de apriete.

La clavazón de retira por medio de barras con extremos preparados para ello.

Advertir que en el momento de quitar el apuntalamiento nadie permanezca bajo la zona de caída del encofrado. Para ello, al quitar los últimos puntales, los operarios se deben auxiliar con cuerdas que les eviten quedar bajo la zona de peligro.

Al finalizar los trabajos de desencofrado, las maderas y puntales se apilan de modo que no puedan caer elementos sueltos a niveles inferiores. Los clavos se eliminan o doblan, dejando la zona limpia de los mismos.

1.9. Disposiciones generales de seguridad y salud

La realización de este Estudio de Seguridad y Salud en las obras, y las decisiones tomadas en él, se atienen a la normativa siguiente:

Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.

Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio, por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud para la Utilización por Trabajadores de los Equipos de Trabajo.

Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.

Real Decreto 487/1997 de 14 de abril, sobre Manipulación de Cargas.

Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo.

Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.

Ley 31/1995, del 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborables.

Real Decreto Legislativo 1/1995, de 24 de marzo, Estatuto de los Trabajadores.

En Palencia, junio de 2020

Fdo.: Alfonso Gómez Nieto

Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

2. Pliego de condiciones

2.1. Disposiciones legales de aplicación

2.1.1. Normas generales

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

Reglamento de los Servicios de Prevención (Real Decreto 39/1997 de 17 de Enero).

Disposiciones mínimas de salubridad y salud en las obras de construcción (Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre).

Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud (Real Decreto 485/1997 de 14 Abril).

Modelo de libro de incidencias en obras de construcción. O.M. 12-01-1998.

Modelo de notificaciones de accidentes de trabajo. O.M 16-12.1987.

Reglamento Seguridad e Higiene en el Trabajo de la Construcción. O.M 02-09-1966.

Cuadro de enfermedades provisionales (Real Decreto 1299/2006, de 10 de Noviembre).

Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo O.M. 09-03-1971.

Ordenanza trabajo industria (vidrio, cerámica, etc) O.M. 28-08.1970.

Señalización y otras medidas en obras fijas en vías fuera de poblaciones. O.M 31-08-1987.

Real Decreto 286/2006 de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

Disposición mínima de seguridad y salud sobre manipulación manual de cargas (Real Decreto 487/1997 de 14 de Abril).

Reglamento sobre trabajos con riesgo de amianto. O.M. 31-10-1984.

Regulación de la jornada laboral (Real decreto 1983/2001 de 28 de Julio).

2.1.2. Equipos de protección individuales

Disposiciones mínimas de seguridad y salud en equipos de protección individual (Real Decreto 773/1997 de 30 de Mayo).

Equipos de protección individual contra caída de altura (UNE-EN365:2005).

Requisitos y métodos de ensayo: calzado seguridad/protección/trabajo. UNE-EN ISO 2345:2005, 2346:2005 y 2347:2005.

Especificaciones calzado de seguridad uso profesional. UNE-EN 345/AI.

Especificaciones calzado protección uso profesional. UNE-EN 346/AI.

Especificaciones calzado trabajo uso profesional. UNE-EN 347/AI.

2.1.3. Instalaciones y equipos de obra

Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los equipos de trabajo (Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio).

Reglamento Electrónico de Baja Tensión (Real decreto 842/2002 de 2 de Agosto).

Carretillas automotoras de manutención. UNE-EN 1459:1999.

Reglamento de aparatos elevadores para obras. O.M 23-05-1977.

Reglamento de seguridad para las máquinas (Real Decreto 1495/1986 de 26 de mayo).

Regulación de la potencia acústica de la maquinaria (Real Decreto 212/2002 de 22 de Febrero).

Requisitos esenciales de Seguridad y Salud en las máquinas (Real Decreto 71/1992 de 27 de Noviembre).

2.2. Condiciones técnicas de los medios de protección

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva, tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose a su término. Cuando por las circunstancias de trabajo se produzca un deterioro rápido en una prenda, se repondrá ésta, independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.

Toda prenda o equipo que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido (por un accidente, por ejemplo) será desechado y reemplazado al momento.

Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante, también serán repuestas inmediatamente. El uso de una prenda o equipo de protección nunca representará un riesgo en sí mismo.

2.2.1. Protecciones personales

Todo elemento de protección personal se ajustará a las Normas de Homologación del Ministerio de Trabajo (O.M 17-05-1974). En los casos en que no exista norma de homologación oficial, serán de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones.

2.2.2. Protecciones colectivas

Los elementos de protección colectiva se ajustarán a:

Vallas de limitación y protección: tendrán como mínimo 0,9 metros de altura, estando construidas a base de tubo metálico, además de disponer de patas para mantener su verticalidad.

Topes de desplazamiento de vehículos: Podrán realizar con un par de tablones hembraidos, fijados al terreno por medios de redondos hincados al mismo, o de otra forma eficaz.

Pasillos de seguridad: Podrán realizarse a base de pórticos con pies derechos y dintel a base de tablones hembraidos, firmemente sujetos al terreno. Estos elementos podrán ser también metálicos. Estarán calculados para soportar el impacto de los objetos.

Barandillas: Dispondrán de un listón superior a una altura de 90 cm y de suficiente resistencia para garantizar la retención de personas. Llevarán un listón intermedio, así como el rodapié.

Redes: Serán de poliamida y sus dimensiones principales serán tales que cumplan con garantía la función protectora.

Cables de sujeción de cinturón de seguridad y anclajes: Tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos de acuerdo con su función protectora.

Extintores: serán los adecuados y se revisarán cada 6 meses como máximo.

Riesgos: Los caminos para vehículos cercanos a las construcciones se regarán convenientemente para que no se produzca levantamiento de polvo por el tránsito de los mismos.

2.3. Coordinador en materia de Seguridad y Salud

La designación del Coordinador en la elaboración del proyecto y en la ejecución de obra podrá recaer en la misma persona.

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 actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista.

Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en 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 sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesario la designación del Coordinador.

2.4. 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 la 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 de 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 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 de las empresas intervinientes en la misma y los responsables 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.

Una vez comunicado la autorización de la apertura del centro de trabajo, y por tanto de inicio de las obras, el Plan de Seguridad estará a disposición permanente de la Inspección Técnica de Trabajo y Seguridad Social y de los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en las Administraciones públicas correspondiente.

2.5. Obligaciones de contratistas y subcontratistas

El contratista y los subcontratistas estarán obligados a:

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 y 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 el control de 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.

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 trabajos.

La cooperación entre todos los intervinientes de la obra.

Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

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 Real Decreto.

Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a seguridad y salud.

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 todo lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratado. Además responderán solidariamente a las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Las responsabilidades del Coordinador, de la Dirección Facultativa y del Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas

2.6. Obligación de los trabajadores autónomos

Los trabajadores autónomos están obligado a:

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.

Almacenamiento y evacuación de los 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 de la obra.

Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.

Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anejo IV del Real Decreto.

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.

Cumplir las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/97.

Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1997.

Atender las indicaciones y cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

2.7. Libro de licencias

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 interviniente, los representantes de los trabajadores y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

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.

2.8. 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 incumplimientos 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 los trabajos, o en 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 los representantes de los trabajadores.

2.9. Derechos de los trabajadores

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de las medidas que hay que 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.

2.10. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud

Las obligaciones previstas en las tres partes del Anejo IV Real Decreto 1627/1997, 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.

3. Mediciones para presupuesto

A continuación se adjunta la salida a papel de las mediciones del Estudio de Seguridad y Salud que servirá para redactar su propio presupuesto y que se incluirá junto con el del proyecto completo en el Documento 5. Presupuesto.

Palencia, Junio de 2020

Fdo.: Alfonso Gómez Nieto

Grado en Ingeniería Agrícola del Medio Rural

1 Protecciones individuales

Nº	Ud	Descripción					Medición	
1.1	Ud	SEMI MÁSCARA ANTIPOLVO 1 FILTRO	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			10				10,000	
							10,000	10,000
							Total ud :	10,000
1.2	Ud	PANTALLA CASCO SEGURIDAD SOLDAR	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			3				3,000	
							3,000	3,000
							Total ud :	3,000
1.3	Ud	PAR GUANTES NITRILO ALTA-RESIST.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			10				10,000	
							10,000	10,000
							Total ud :	10,000
1.4	Ud	Par de guantes soldador	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			3				3,000	
							3,000	3,000
							Total Ud :	3,000
1.5	Ud	Par botas seg. punt.-suel met	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			10				10,000	
							10,000	10,000
							Total Ud :	10,000
1.6	Ud	PAR DE BOTAS DE AGUA	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			10				10,000	
							10,000	10,000

Total ud : 10,000

1.7 Ud Gafas antiproyecciones

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
10				10,000	
				10,000	10,000
Total Ud :					10,000

Ud Mono de trabajo en tergal

1.8

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
10				10,000	
				10,000	10,000
Total Ud :					10,000

1.9 Ud JUEGO TAPONES ANTIRUIDO SILIC.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
10				10,000	
				10,000	10,000
Total ud :					10,000

1.10 Ud Casco protector auditivo

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
10				10,000	
				10,000	10,000
Total Ud :					10,000

1.11 Ud Cinturón seguridad clase A

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
3				3,000	
				3,000	3,000
Total Ud :					3,000

Ud Mandil de cuero para soldador

1.12

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
3				3,000	
				<u>3,000</u>	3,000
				Total Ud :	3,000

1.13

Ud TRAJE IMPERMEABLE

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
10				10,000	
				<u>10,000</u>	10,000
				Total ud :	10,000

1.14

Ud PAR GUANTES VACUNO

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
10				10,000	
				<u>10,000</u>	10,000
				Total ud :	10,000

1.15

Ud FILTRO RECAMBIO MASCARILLA

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
20				20,000	
				<u>20,000</u>	20,000
				Total ud :	20,000

2 Protecciones colectivas

N°	Ud	Descripción						Medición
2.1	M.	BARANDILLA PUNTALES Y TUBOS	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			8				8,000	
							8,000	8,000
							Total m. :	8,000
2.2	Ud	VALLA OBRA 0,80x0,20 m. REFLEC.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			2				2,000	
							2,000	2,000
							Total ud :	2,000
2.3	Ud	Cartel riesgo	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			2				2,000	
							2,000	2,000
							Total Ud :	2,000
2.4	MI	Cinta plástico balizamiento	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			300				300,000	
							300,000	300,000
							Total MI :	300,000
2.5	Ud	Señal riesgo con soporte	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			2				2,000	
							2,000	2,000
							Total Ud :	2,000

3 Extinción de incendios

Nº	Ud	Descripción						Medición
3.1	Ud	Extintor homol. polvo 34A-144B						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			2				2,000	
							2,000	2,000
							Total Ud :	2,000

4 Instalación del personal

N°	Ud	Descripción					Medición	
4.1	Ms	ALQUILER CASETA ASEO de 1,60 m2.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			2				2,000	
							2,000	2,000
							Total ms :	2,000

5.1	Ud	REPOSICIÓN BOTIQUÍN						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,000	
							<hr/> 1,000	1,000
							Total ud :	1,000

5.2	Ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,000	
							<hr/> 1,000	1,000
							Total ud :	1,000

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
1	Ud Extintor de polvo ABC 9 Kg homologado de eficacia 34A-144B, instalado en paramentos verticales mediante fijación de cuelgue a una altura máxima de 1,70 metros sobre el nivel de pavimento. Medida la unidad instalada.	67,58	SESENTA Y SIETE EUROS CON CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS
2	Ud Gafas antiproyecciones con montura que proteja las partes superior, temporal e inferior del ojo y oculares ópticamente neutros, incoloros y resistentes al impacto, con ventilación dorsal indirecta, homologada de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997 y norma EN 166 "Protección individual de los ojos. Requisitos".	8,24	OCHO EUROS CON VEINTICUATRO CÉNTIMOS
3	Ud Cinturón de seguridad tipo A también llamado de sujección, provisto de una o dos zonas de conexión, compuesto por una faja y elemento de amarre con mosquetón de seguridad, homologado de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997 y norma EN 358 "sistemas de sujección".	32,45	TREINTA Y DOS EUROS CON CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS
4	Ud Mono de trabajo de una sola pieza y color uniforme, confeccionado con tergal, de amplitud suficiente para permitir cómodamente los movimientos del operario durante el desarrollo normal de su trabajo según norma EN 340 "Exigencias mínimas de las prendas de protección".	14,42	CATORCE EUROS CON CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS
5	Ud Mandil de cuero de una sola pieza para soldador, con peto, abrazadera de cuello y doble cinta de fijación en cintura según norma EN 470-1 "Prendas de protección para la soldadura y trabajos conexos".	14,48	CATORCE EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS
6	Ud Par de guantes de seraje para soldador, con protección parcial de antebrazo según norma PrEN 12477 "Guantes para soldadores" .	7,52	SIETE EUROS CON CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS
7	Ud Par de botas de cuero clase II, provistas de puntera de seguridad contra golpes de caída de objetos y plantillas o suela de seguridad para protección de la planta del pie contra pinchazos, homologadas de acuerdo a norma EN 347 "Calzado de trabajo de uso profesional".	36,72	TREINTA Y SEIS EUROS CON SETENTA Y DOS CÉNTIMOS
8	Ud Protector auditivo con orejeras adaptable a distintas alturas con una atenuación de ruido de 27 dB, homologados de acuerdo a norma EN-352-1.	11,93	ONCE EUROS CON NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS
9	Ml Cinta plástica de balizamiento negra y amarilla normalizada.	0,35	TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS
10	Ud Señal de riesgo con soporte autónomo, incluso instalación y movimiento de tres puestas.	63,75	SESENTA Y TRES EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS
11	Ud Cartel indicativo de riesgo colocado en obra, incluso tres puestas y retirada del mismo.	33,56	TREINTA Y TRES EUROS CON CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS
12	ud Valla de obra de 0,80x0,20 m. (con trípode) reflectante.	55,78	CINCUENTA Y CINCO EUROS CON SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
13	ms Mes de alquiler (min. 12 meses) de caseta prefabricada para aseo en obra de 1,70x0,90x2,30 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm., placa turca, y un lavabo, todo de fibra de vidrio con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenolítica antideslizante y resistente al desgaste. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, inst. eléctrica monofásica de 220 V. con automático. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.	186,30	CIENTO OCHENTA Y SEIS EUROS CON TREINTA CÉNTIMOS
14	ud Botiquín de urgencia para obra con contenidos mínimos obligatorios, colocado.	83,89	OCHENTA Y TRES EUROS CON OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
15	ud Reposición de material de botiquín de urgencia.	62,98	SESENTA Y DOS EUROS CON NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS
16	m. Barandilla de protección de perímetros de forjados, compuesta por puntales metálicos telescópicos colocados cada 2,5 m., (amortizable en 8 usos), fijado por apriete al forjado, pasamanos y travesaño intermedio formado por tubo 50 mm. (amortizable en 10 usos), pintado en amarillo y negro, y rodapié de 15x5 cm. (amortizable en 3 usos), para aberturas corridas, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97.	5,56	CINCO EUROS CON CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS
17	ud Pantalla de seguridad para soldador, con fijación en cabeza, (amortizable en 5 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	2,06	DOS EUROS CON SEIS CÉNTIMOS
18	ud Semi-mascarilla antipolvo un filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	2,33	DOS EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS
19	ud Filtro recambio de mascarilla para polvo y humos, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	1,85	UN EURO CON OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS
20	ud Juego de tapones antiruido de silicona ajustables. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	1,02	UN EURO CON DOS CÉNTIMOS
21	ud Traje impermeable de trabajo, 2 piezas de PVC. Amortizable en un uso. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	6,18	SEIS EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS
22	ud Par de guantes de nitrilo alta-resistencia. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	3,09	TRES EUROS CON NUEVE CÉNTIMOS
23	ud Par de guantes de uso general de piel de vacuno. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	3,09	TRES EUROS CON NUEVE CÉNTIMOS
24	ud Par de botas altas de agua. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	6,18	SEIS EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS

Cuadro de precios nº 1			
Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)

.....

Cuadro de precios nº 2			
Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
	1 Protecciones individuales		
1.1	ud Semi-mascarilla antipolvo un filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97. (Materiales)		
	Semi-mascarilla 1 filtro	0,333 ud	6,800
	3% Costes indirectos		0,07
			2,33
1.2	ud Pantalla de seguridad para soldador, con fijación en cabeza, (amortizable en 5 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97. (Materiales)		
	Casco pantalla soldador	0,200 ud	10,000
	3% Costes indirectos		0,06
			2,06
1.3	ud Par de guantes de nitrilo alta-resistencia. Certificado CE; s/ R.D. 773/97. (Materiales)		
	Par guantes nitrilo amarillo	1,000 ud	3,000
	3% Costes indirectos		0,09
			3,09
1.4	Ud Par de guantes de seraje para soldador, con protección parcial de antebrazo según norma PrEN 12477 "Guantes para soldadores" . (Materiales)		
	Par guantes para soldador	1,000 Ud	7,300
	3% Costes indirectos		0,22
			7,52
1.5	Ud Par de botas de cuero clase II, provistas de puntera de seguridad contra golpes de caída de objetos y plantillas o suela de seguridad para protección de la planta del pie contra pinchazos, homologadas de acuerdo a norma EN 347 "Calzado de trabajo de uso profesional". (Materiales)		
	Par botas seg.punt.-suel. met	1,000 Ud	35,650
	3% Costes indirectos		1,07
			36,72
1.6	ud Par de botas altas de agua. Certificado CE; s/ R.D. 773/97. (Materiales)		
	Par botas altas de agua (negras)	1,000 ud	6,000
	3% Costes indirectos		0,18
			6,18

Cuadro de precios nº 2			
Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
1.7	Ud Gafas antiproyecciones con montura que proteja las partes superior, temporal e inferior del ojo y oculares ópticamente neutros, incoloros y resistentes al impacto, con ventilación dorsal indirecta, homologada de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997 y norma EN 166 "Protección individual de los ojos. Requisitos". (Materiales)		
	Gafas antiproyecciones	1,000 Ud	8,000
	3% Costes indirectos		0,24
			8,24
1.8	Ud Mono de trabajo de una sola pieza y color uniforme, confeccionado con tergal, de amplitud suficiente para permitir comodamente los movimientos del operario durante el desarrollo normal de su trabajo según norma EN 340 "Exigencias mínimas de las prendas de protección". (Materiales)		
	Mono trabajo tergal	1,000 Ud	14,000
	3% Costes indirectos		0,42
			14,42
1.9	ud Juego de tapones antiruido de silicona ajustables. Certificado CE. s/ R.D. 773/97. (Materiales)		
	Juego tapones antiruido silicona	1,000 ud	0,990
	3% Costes indirectos		0,03
			1,02
1.10	Ud Protector auditivo con orejeras adaptable a distintas alturas con una atenuación de ruido de 27 dB, homologados de acuerdo a norma EN-352-1. (Materiales)		
	Protector auditivo c/orejeras	1,000 Ud	11,580
	3% Costes indirectos		0,35
			11,93
1.11	Ud Cinturón de seguridad tipo A también llamado de sujección, provisto de una o dos zonas de conexión, compuesto por una faja y elemento de amarre con mosquetón de seguridad, homologado de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997 y norma EN 358 "sistemas de sujección". (Materiales)		
	Cinturón seguridad clase A	1,000 Ud	31,500
	3% Costes indirectos		0,95
			32,45
1.12	Ud Mandil de cuero de una sola pieza para soldador, con peto, abrazadera de cuello y doble cinta de fijación en cintura según norma EN 470-1 "Prendas de protección para la soldadura y trabajos conexos". (Materiales)		
	Mandil de cuero para soldador	1,000 Ud	14,060
			14,06

Cuadro de precios nº 2				
Nº	Designación	Importe		
		Parcial (Euros)	Total (Euros)	
	3% Costes indirectos		0,42	
1.13	ud Traje impermeable de trabajo, 2 piezas de PVC. Amortizable en un uso. Certificado CE; s/ R.D. 773/97. (Materiales)			14,48
	Traje impermeable 2 p. P.V.C. 1,000 ud 6,000		6,00	
	3% Costes indirectos		0,18	
1.14	ud Par de guantes de uso general de piel de vacuno. Certificado CE; s/ R.D. 773/97. (Materiales)			6,18
	Par guantes vacuno 1,000 ud 3,000		3,00	
	3% Costes indirectos		0,09	
1.15	ud Filtro recambio de mascarilla para polvo y humos, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97. (Materiales)			3,09
	Filtro antipolvo 1,000 ud 1,800		1,80	
	3% Costes indirectos		0,05	
2.1	2 Protecciones colectivas m. Barandilla de protección de perímetros de forjados, compuesta por puntales metálicos telescópicos colocados cada 2,5 m., (amortizable en 8 usos), fijado por apriete al forjado, pasamanos y travesaño intermedio formado por tubo 50 mm. (amortizable en 10 usos), pintado en amarillo y negro, y rodapié de 15x5 cm. (amortizable en 3 usos), para aberturas corridas, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97. (Mano de obra)			1,85
	Oficial primera 0,125 h. 10,710		1,34	
	Peón ordinario 0,125 h. 10,240		1,28	
	(Materiales)			
	Puntal metálico telescópico 3 m. 0,065 ud 11,270		0,73	
	Tabla madera pino 15x5 cm. 0,003 m3 272,800		0,82	
	Pasamanos tubo D=50 mm. 0,240 m. 4,170		1,00	
	Brida soporte para barandilla 0,150 ud 1,530		0,23	
	3% Costes indirectos		0,16	
2.2	ud Valla de obra de 0,80x0,20 m. (con trípode) reflectante.			5,56

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
	(Mano de obra)		
	Peón ordinario 0,500 h. 10,240	5,12	
	(Materiales)		
	Valla obra 0,80x0,20 reflect. 1,000 ud 49,040	49,04	
	3% Costes indirectos	1,62	
			55,78
2.3	Ud Cartel indicativo de riesgo colocado en obra, incluso tres puestas y retirada del mismo.		
	(Mano de obra)		
	Peon ordinario 0,150 H 10,880	1,63	
	(Materiales)		
	Cartel riesgo sin soporte 1,000 Ud 30,000	30,00	
	(Resto obra)	0,95	
	3% Costes indirectos	0,98	
			33,56
2.4	MI Cinta plástica de balizamiento negra y amarilla normalizada.		
	(Mano de obra)		
	Peon ordinario 0,020 H 10,880	0,22	
	(Materiales)		
	Cinta plástico balizamiento 1,000 MI 0,110	0,11	
	(Resto obra)	0,01	
	3% Costes indirectos	0,01	
			0,35
2.5	Ud Señal de riesgo con soporte autónomo, incluso instalación y movimiento de tres puestas.		
	(Mano de obra)		
	Peon ordinario 0,100 H 10,880	1,09	
	(Materiales)		
	Señal riesgo con soporte 1,000 Ud 59,000	59,00	
	(Resto obra)	1,80	
	3% Costes indirectos	1,86	
			63,75
3.1	3 Extinción de incendios Ud Extintor de polvo ABC 9 Kg homologado de eficacia 34A-144B, instalado en paramentos verticales mediante fijación de cuelgue a una altura máxima de 1,70 metros sobre el nivel de pavimento. Medida la unidad instalada.		

Cuadro de precios nº 2					
Nº	Designación			Importe	
				Parcial (Euros)	Total (Euros)
	(Mano de obra)				
	Oficial de segunda	0,250 H	11,690	2,92	
	(Materiales)				
	Material compl./piezas espec.	2,000 Ud	0,340	0,68	
	Extintor polvo ABC 9Kg 34A-144B	1,000 Ud	60,100	60,10	
	(Resto obra)				
	3% Costes indirectos			1,91	
				1,97	
					67,58
	4 Instalación del personal				
4.1	ms Mes de alquiler (min. 12 meses) de caseta prefabricada para aseo en obra de 1,70x0,90x2,30 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm., placa turca, y un lavabo, todo de fibra de vidrio con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenolítica antideslizante y resistente al desgaste. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, inst. eléctrica monofásica de 220 V. con automático. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.				
	(Mano de obra)				
	Peón ordinario	0,085 h.	10,240	0,87	
	(Materiales)				
	Alq. caseta pref. aseo 1,70x0,90	1,000 ud	60,000	60,00	
	Transp.200km.entr.y rec.1 módulo	0,250 ud	480,000	120,00	
	3% Costes indirectos			5,43	
					186,30
	5 Servicios de prevención				
5.1	ud Reposición de material de botiquín de urgencia.				
	(Materiales)				
	Reposición de botiquín	1,000 ud	61,150	61,15	
	3% Costes indirectos			1,83	
					62,98
5.2	ud Botiquín de urgencia para obra con contenidos mínimos obligatorios, colocado.				
	(Mano de obra)				
	Peón ordinario	0,100 h.	10,240	1,02	
	(Materiales)				
	Botiquín de urgencias	1,000 ud	80,430	80,43	

Cuadro de precios nº 2			
Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
	3% Costes indirectos	2,44	
			83,89

Proyecto de plantación de 46,39 ha de almendros en regadío en el término municipal Villalar de los Comuneros (Valladolid).

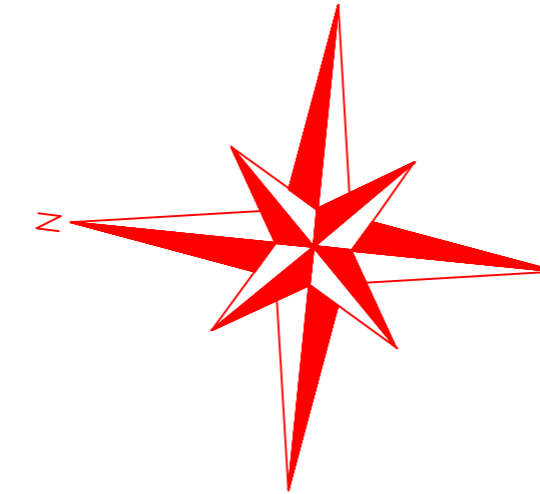
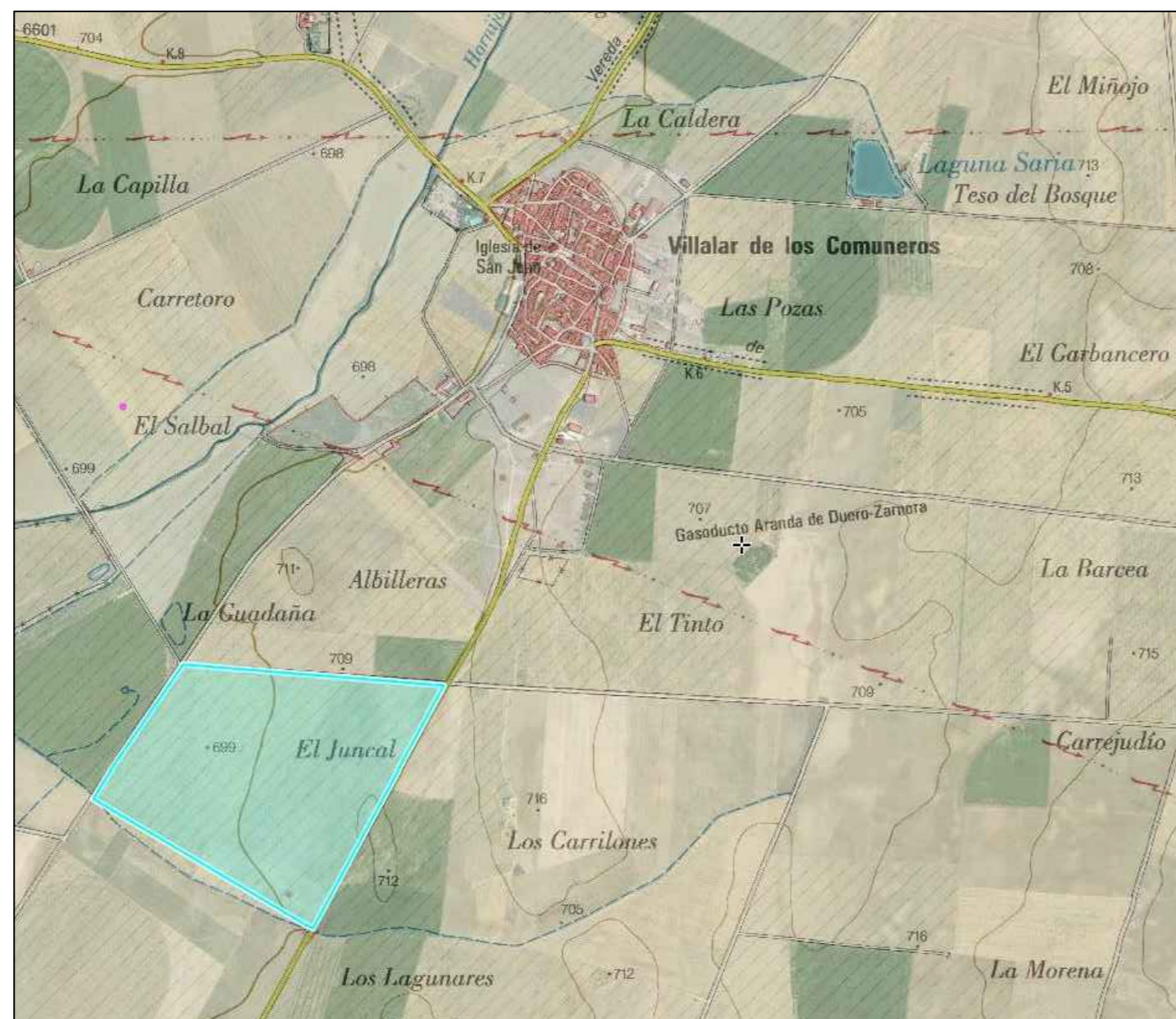
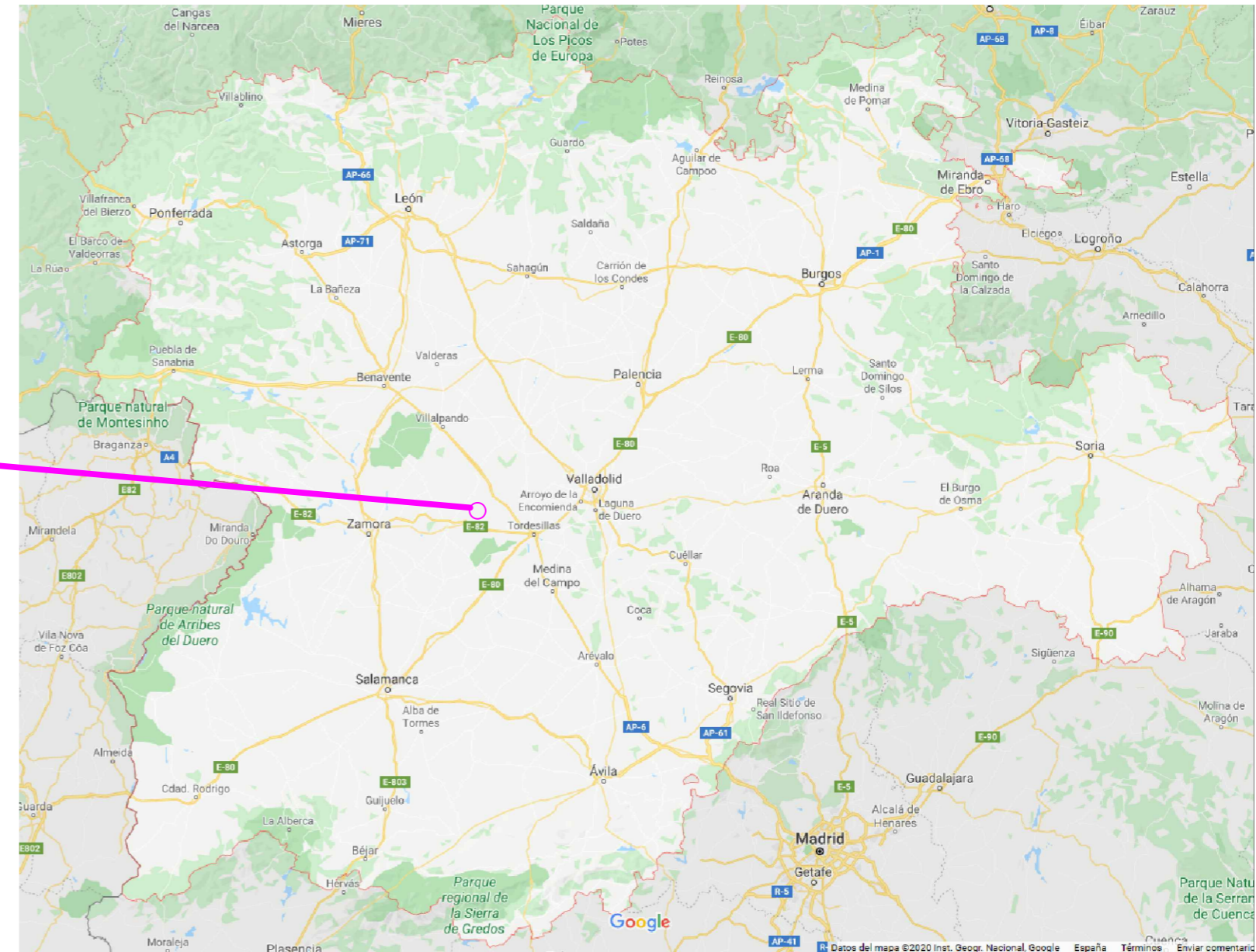
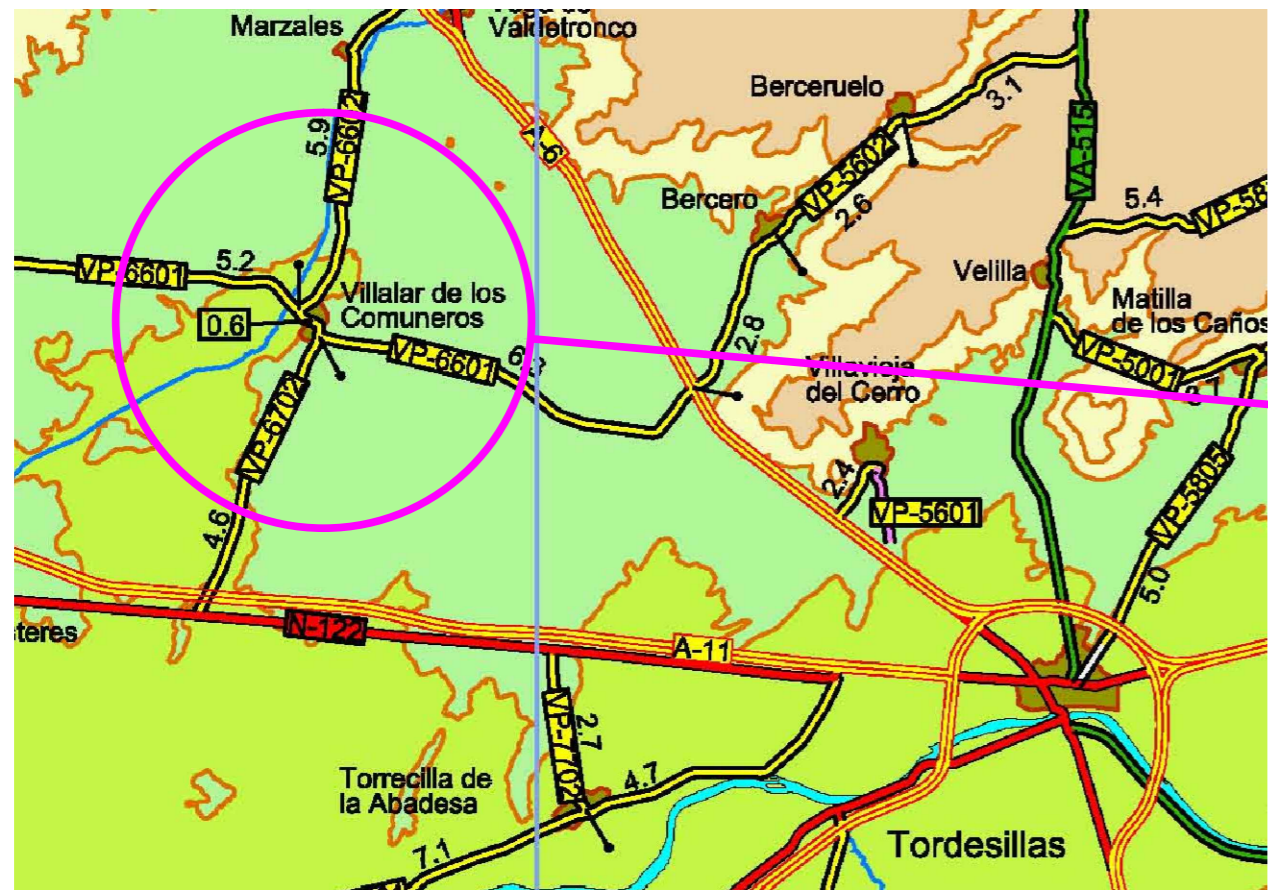
1 Protecciones individuales	1.138,53
2 Protecciones colectivas	455,66
3 Extinción de incendios	135,16
4 Instalación del personal	372,60
5 Servicios de prevención	146,87
<hr/>	
Presupuesto de ejecución material (PEM)	2.248,82
16% de gastos generales	359,82
6% de beneficio industrial	134,92
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)	2743,56
21% IVA	576,14
Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)	3319,70

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de TRES MIL TRESCIENTOS DIECINUEVE EUROS CON SETENTA CÉNTIMOS.

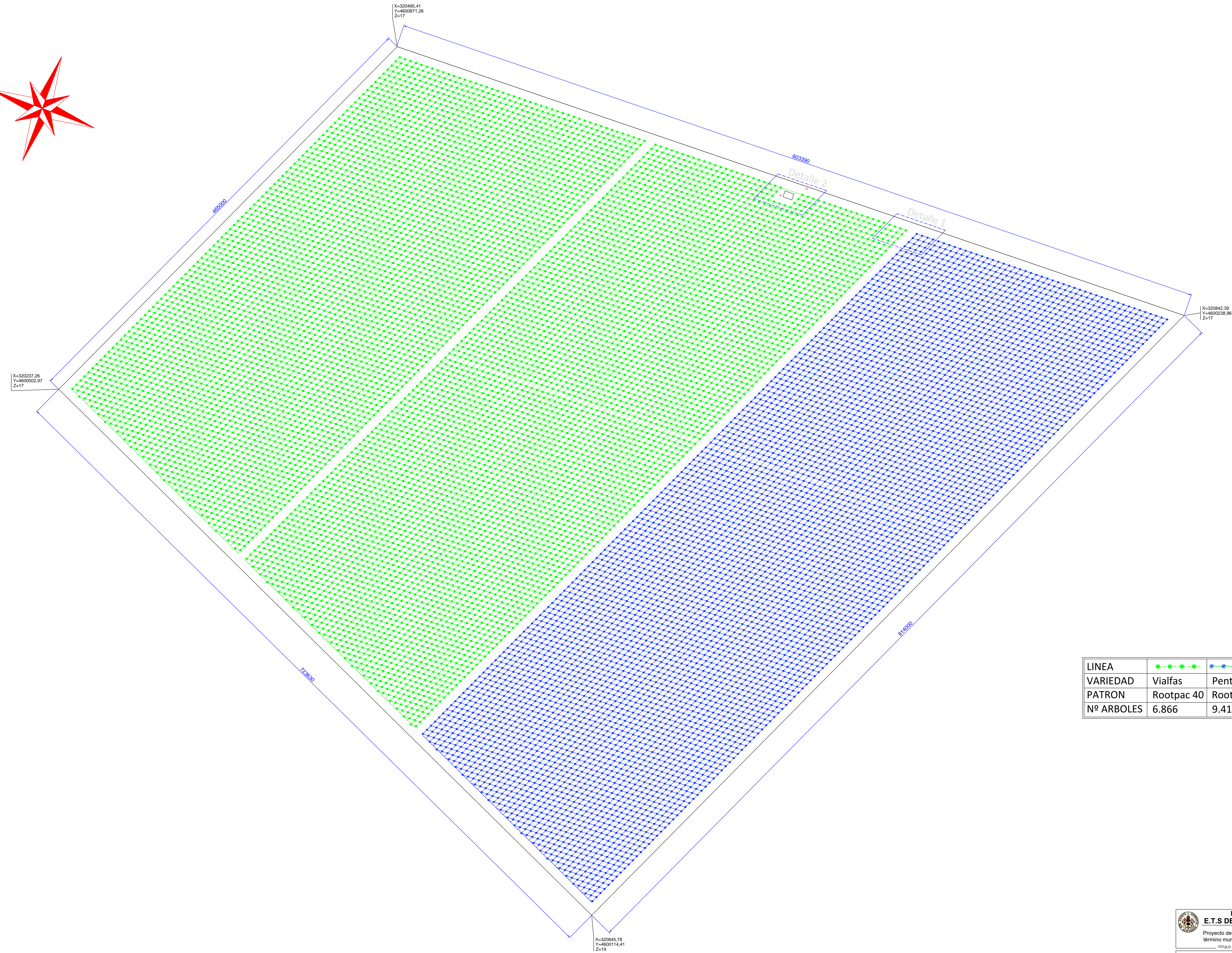
DOCUMENTO 2: PLANOS

ÍNDICE DE PLANOS

- Plano 1. Situación y emplazamiento
- Plano 2. Distribución general de la plantación
- Plano 3. Detalle de la plantación
- Plano 4. Detalle ubicación de la caseta
- Plano 5. Caseta de riego
- Plano 6. Estructura de la caseta
- Plano 7. Detalle del sistema de riego
- Plano 8. Distribución del sistema de riego
- Plano 9. Cabezal de riego
- Plano 10. Instalación eléctrica
- Plano 11. Esquema unifilar y transformador



 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA) 		
Proyecto de plantación de 46,39 Ha de almendro regadio en el termino municipal de Villalar de los comuneros		
TÍTULO DEL PROYECTO _____		
ALFONSO GOMEZ NIETO PROMOTOR _____	S/E ESCALA _____	1 Nº PLANO _____
EMPLAZAMIENTO TÍTULO DEL PLANO _____		ALUMNO/A: Alfonso Gomez Nieto
Grado en Ingeniería Agrícola y Medio Rural TITULACIÓN _____		FECHA: 15/06/2020 FIRMA _____



LÍNEA		
VARIEDAD	Vialfas	Penta
PATRON	Rootpac 40	Rootpac 40
Nº ARBOLES	6.866	9.414

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)

Proyecto de plantación de 46,39 ha de almendros en regadío en el término municipal Villalar de los comuneros (Valladolid)

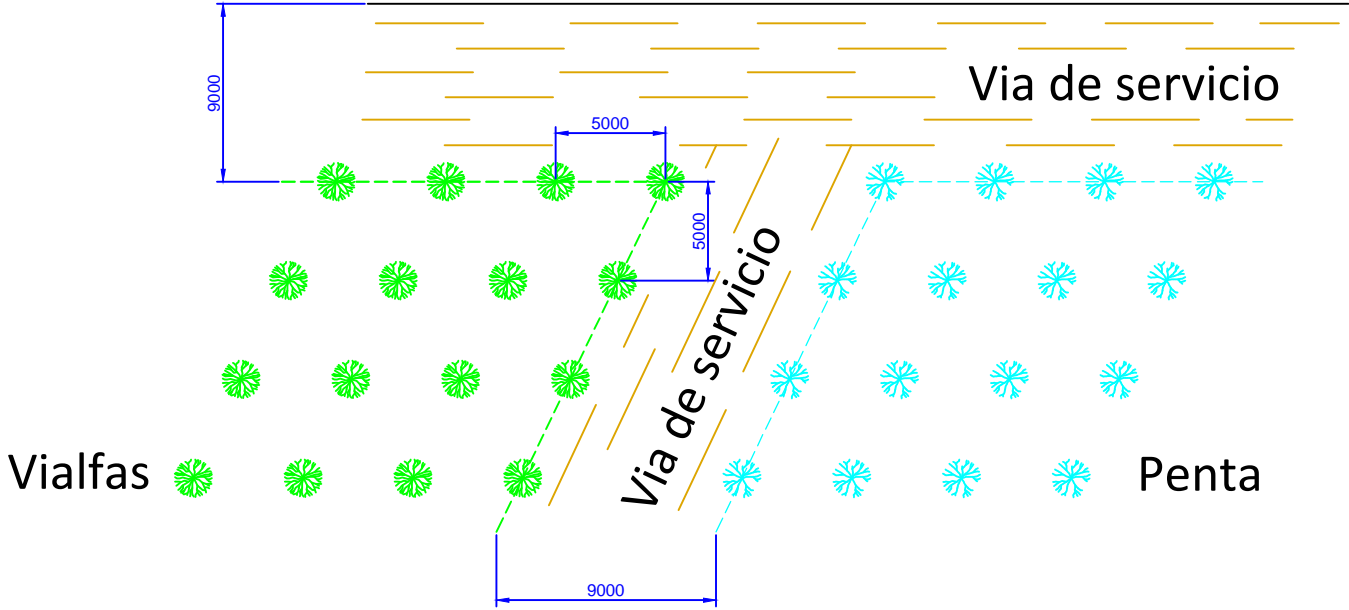
TÍTULO DEL PROYECTO

PROMOTOR: **Alfonso Gómez Nieto** ESCALA: **1:125** Nº PLANO: **2**


TÍTULO DEL PLANO: **Distribución general de la plantación** ALUMNIA: Alfonso Gómez Nieto

Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural TITULACIÓN FECHA: 15/06/2020 FIRMA:

Detalle 1



LINEA		
VARIEDAD	Vialfas	Penta


UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)


Proyecto de plantación de 46,39 ha de almendros en regadío
 en el término municipal Villalar de los comuneros (Valladolid)

TÍTULO DEL PROYECTO _____

Alfonso Gómez Nieto PROMOTOR _____	1:250 ESCALA _____	3 N° PLANO _____
--	------------------------------	----------------------------

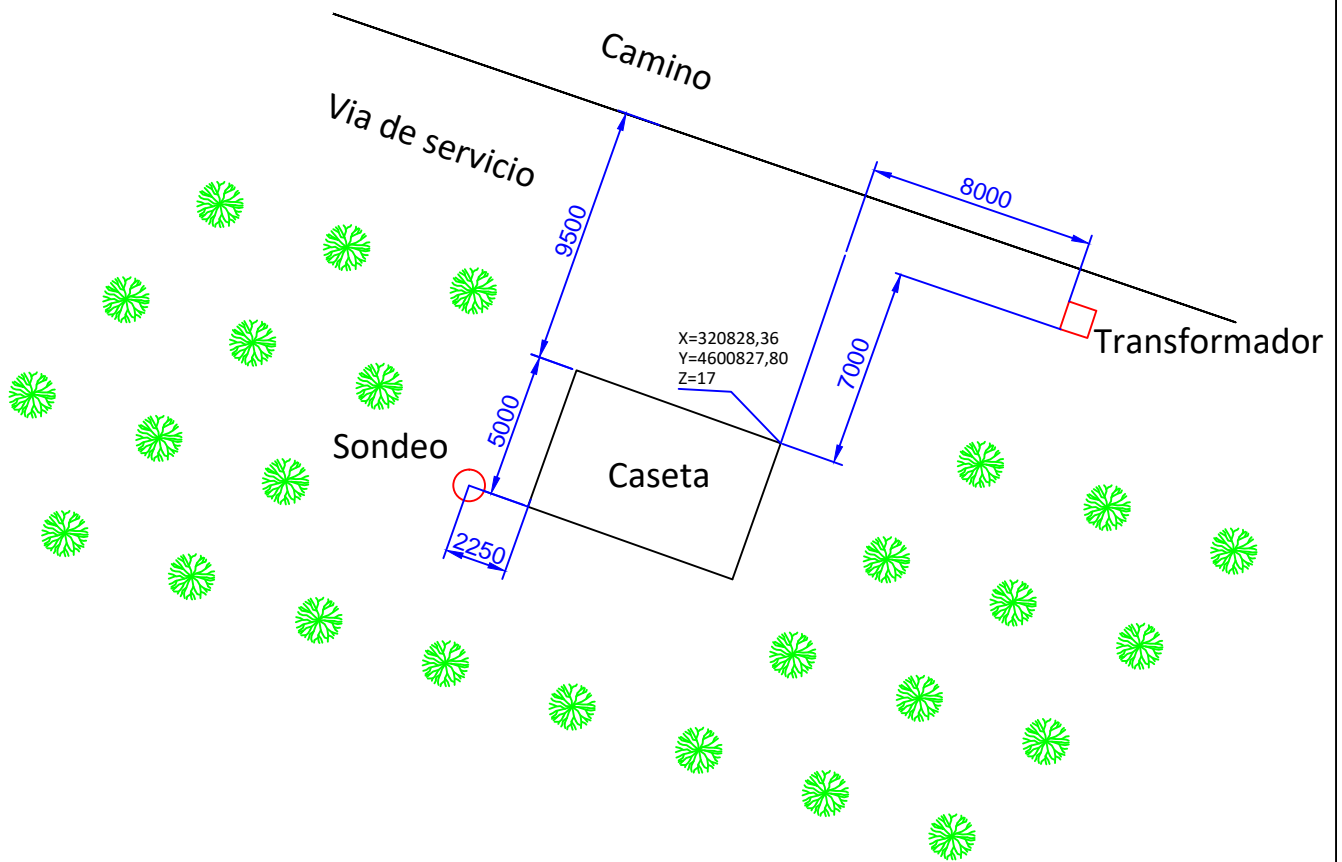
Detalle de la plantación
 TÍTULO DEL PLANO _____

ALUMNO/A: Alfonso Gómez Nieto

Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural
 TITULACIÓN _____

FECHA: 15/06/2020
 FIRMA _____

Detalle 2



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)



Proyecto de plantación de 46,39 ha de almendros en regadío
en el término municipal Villalar de los comuneros (Valladolid)

TÍTULO DEL PROYECTO _____

Alfonso Gómez Nieto

PROMOTOR _____

1:250

ESCALA _____

4

Nº PLANO _____

Detalle ubicacion caseta

TÍTULO DEL PLANO _____

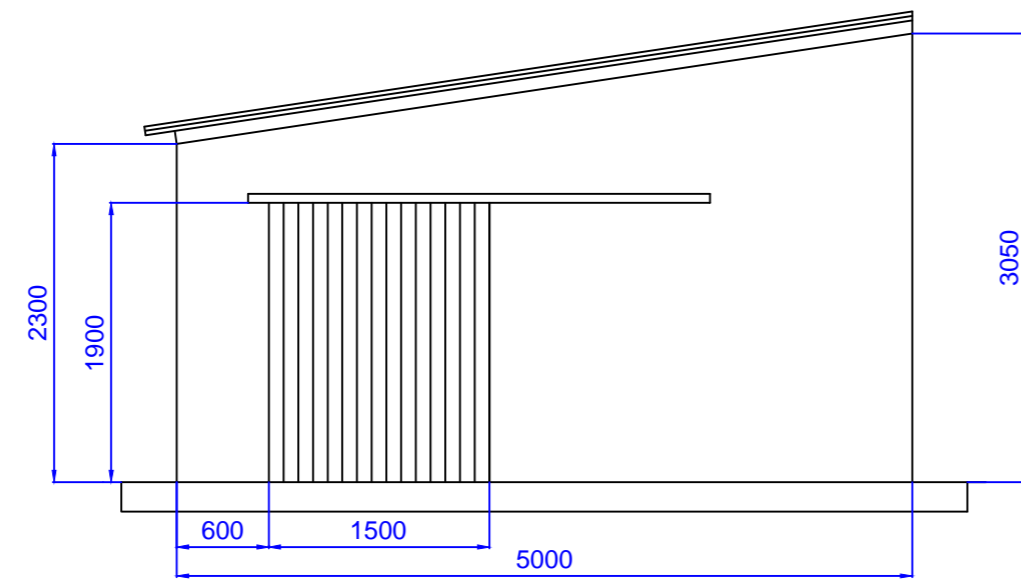
Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

TITULACIÓN _____

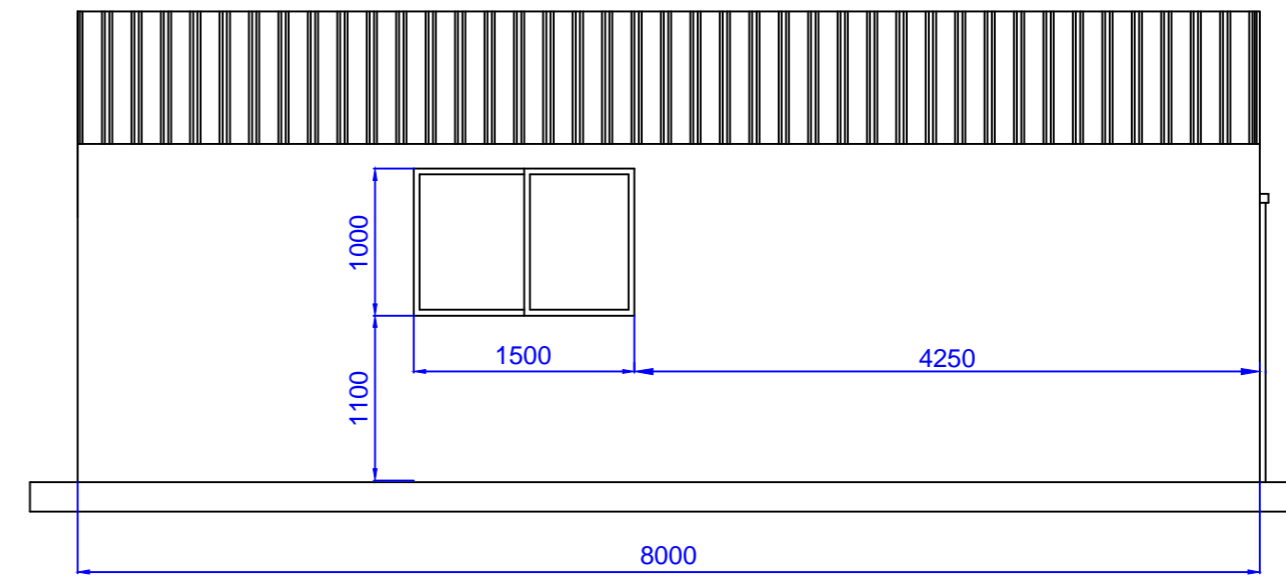
ALUMNO/A: Alfonso Gómez Nieto

FECHA: 15/06/2020

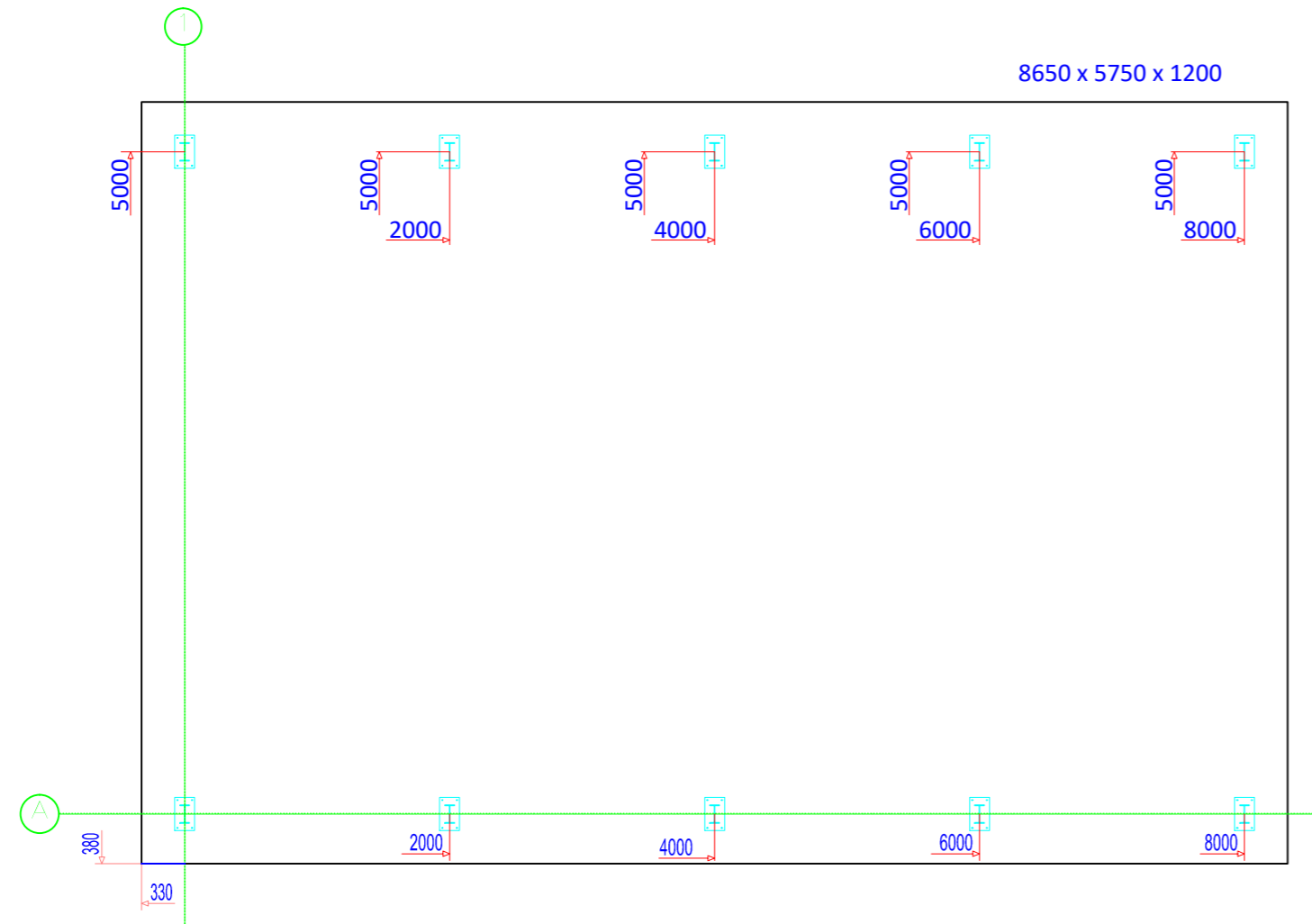
FIRMA _____



Lateral N

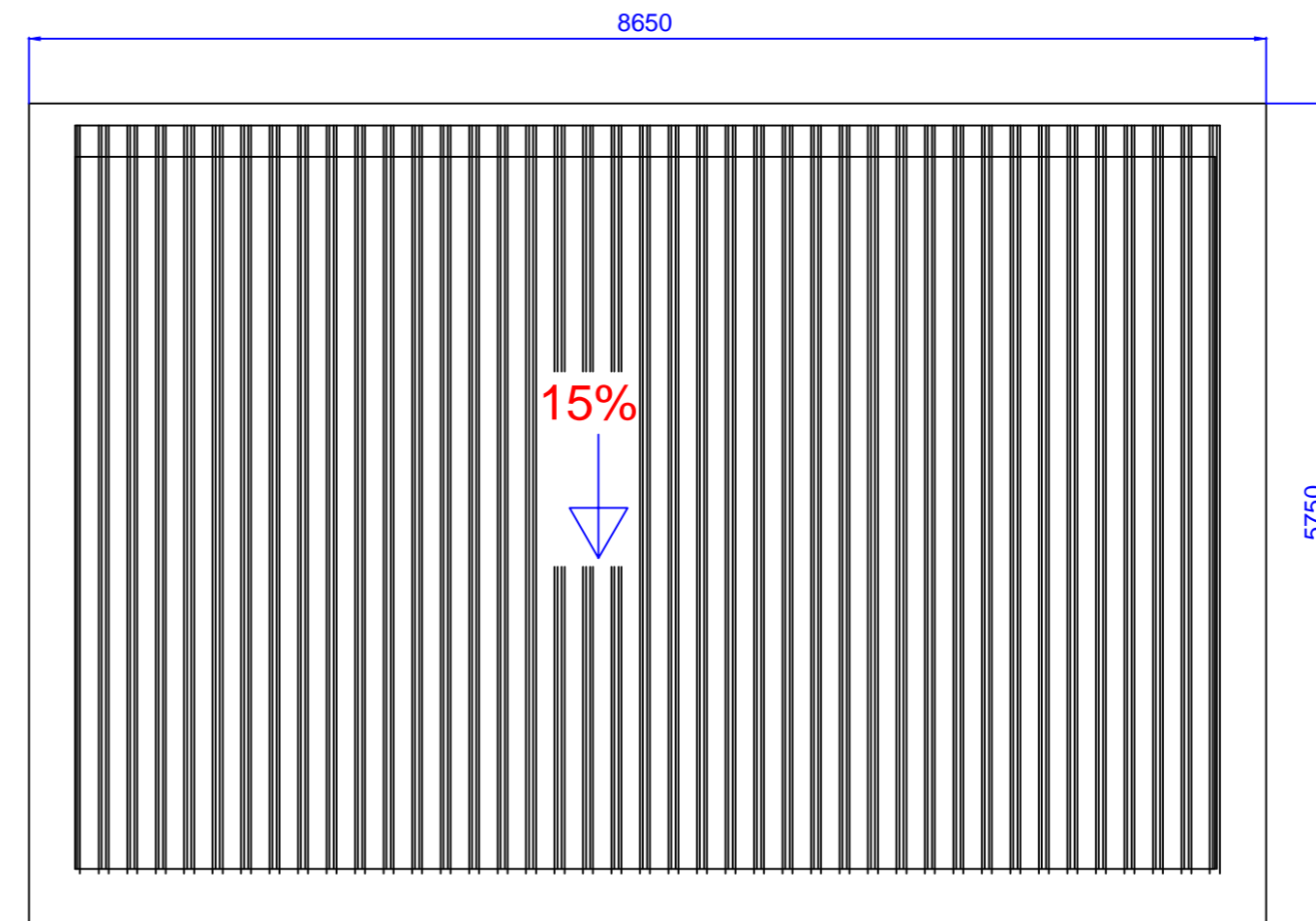


Alzado



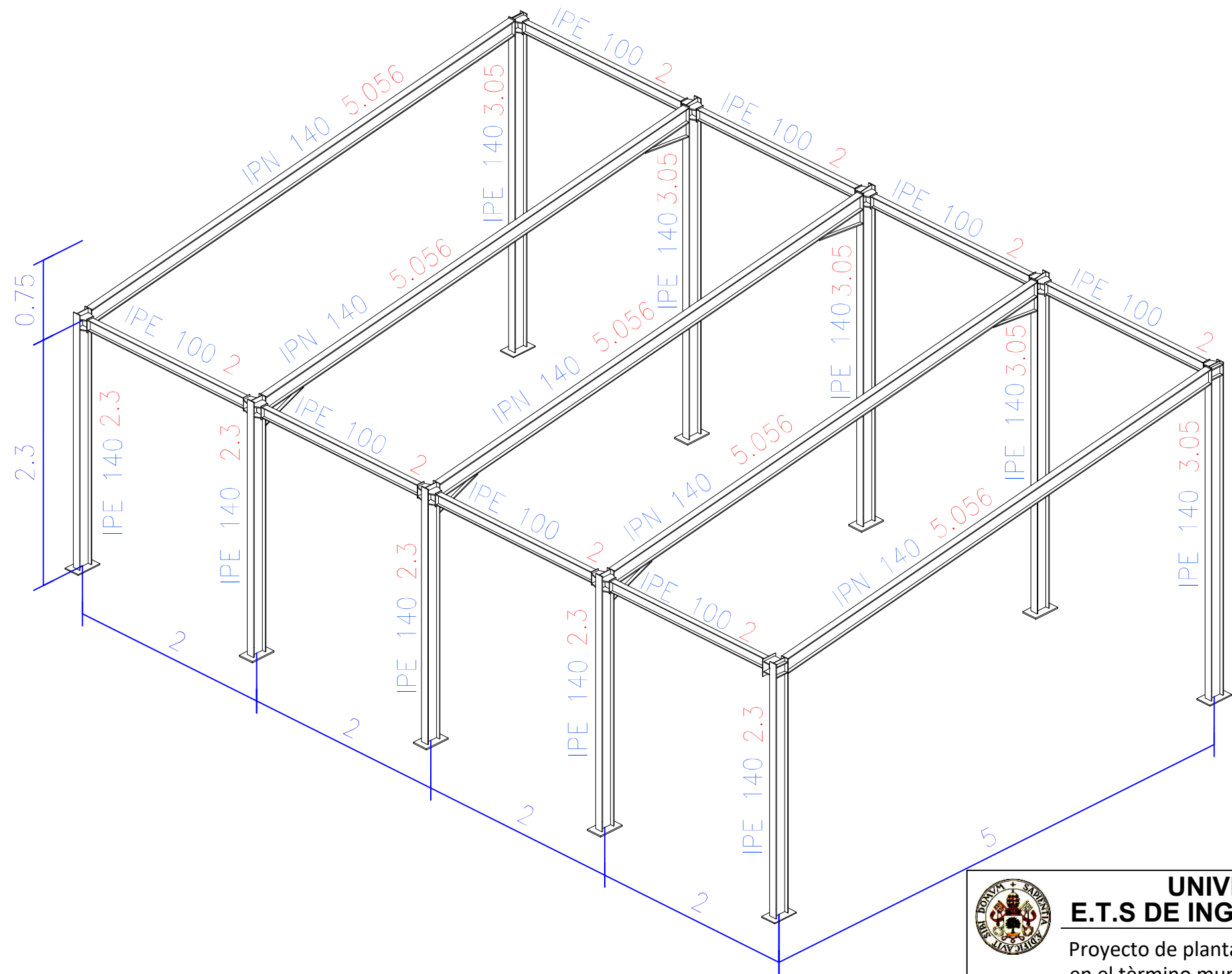
Cota del plano de cimentación: 0 m.

Situacion placas de anclaje



Cubierta

	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)		
	Proyecto de plantacion de 46,39 Ha de almendro regadio en el termino municipal de Villalar de los comuneros		
TÍTULO DEL PROYECTO _____			
ALFONSO GOMEZ NIETO <small>PROMOTOR</small>	1/50 <small>ESCALA</small>	5 <small>Nº PLANO</small>	
CASETA DE RIEGO <small>TÍTULO DEL PLANO</small>		<small>ALUMNO/A: Alfonso Gomez Nieto</small>	
Grado en Ingenieria Agricola y Medio Rural <small>TITULACIÓN</small>		<small>FECHA: 12/12/2019</small>	<small>FIRMA</small>



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)



Proyecto de plantación de 46,39 ha de almendros en regadío
 en el término municipal Villalar de los comuneros (Valladolid)

TÍTULO DEL PROYECTO _____

Alfonso Gómez Nieto
 PROMOTOR _____

1:50
 ESCALA _____

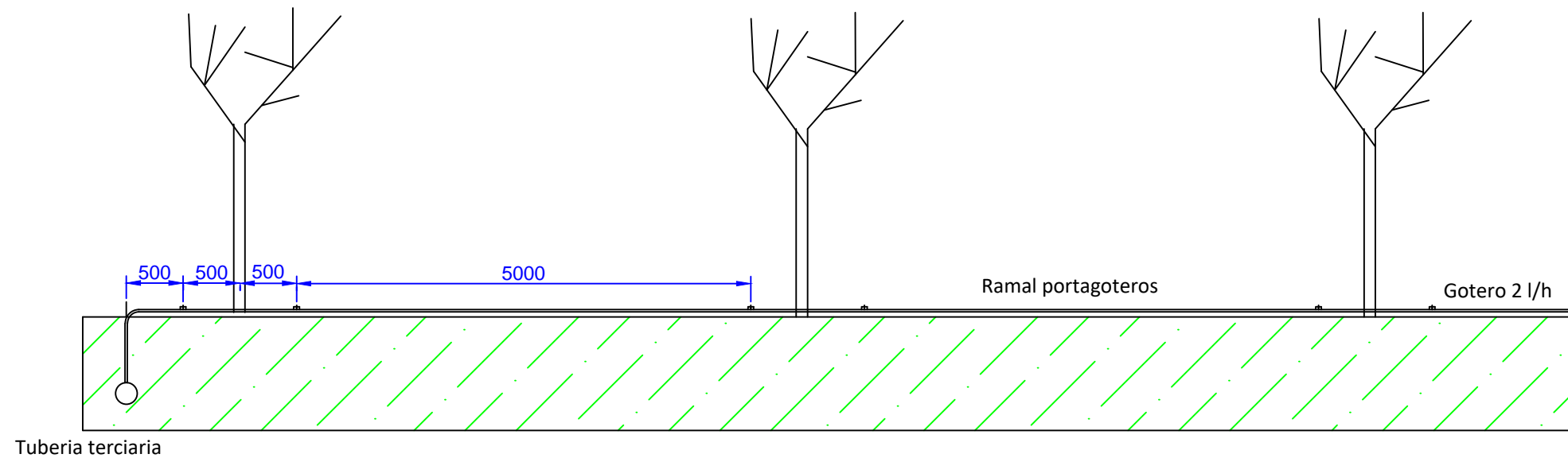
6
 N° PLANO _____

Estructura caseta
 TÍTULO DEL PLANO _____

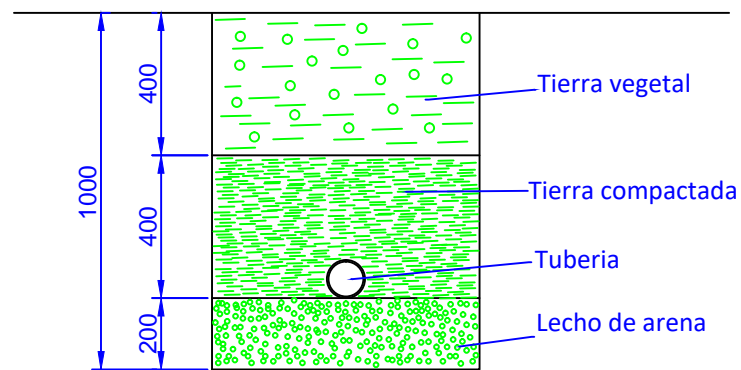
ALUMNO/A: Alfonso Gómez Nieto

Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural
 TITULACIÓN _____

FECHA: 15/06/2020
 FIRMA _____



Tubería terciaria



Detalle de Tubería enterrada

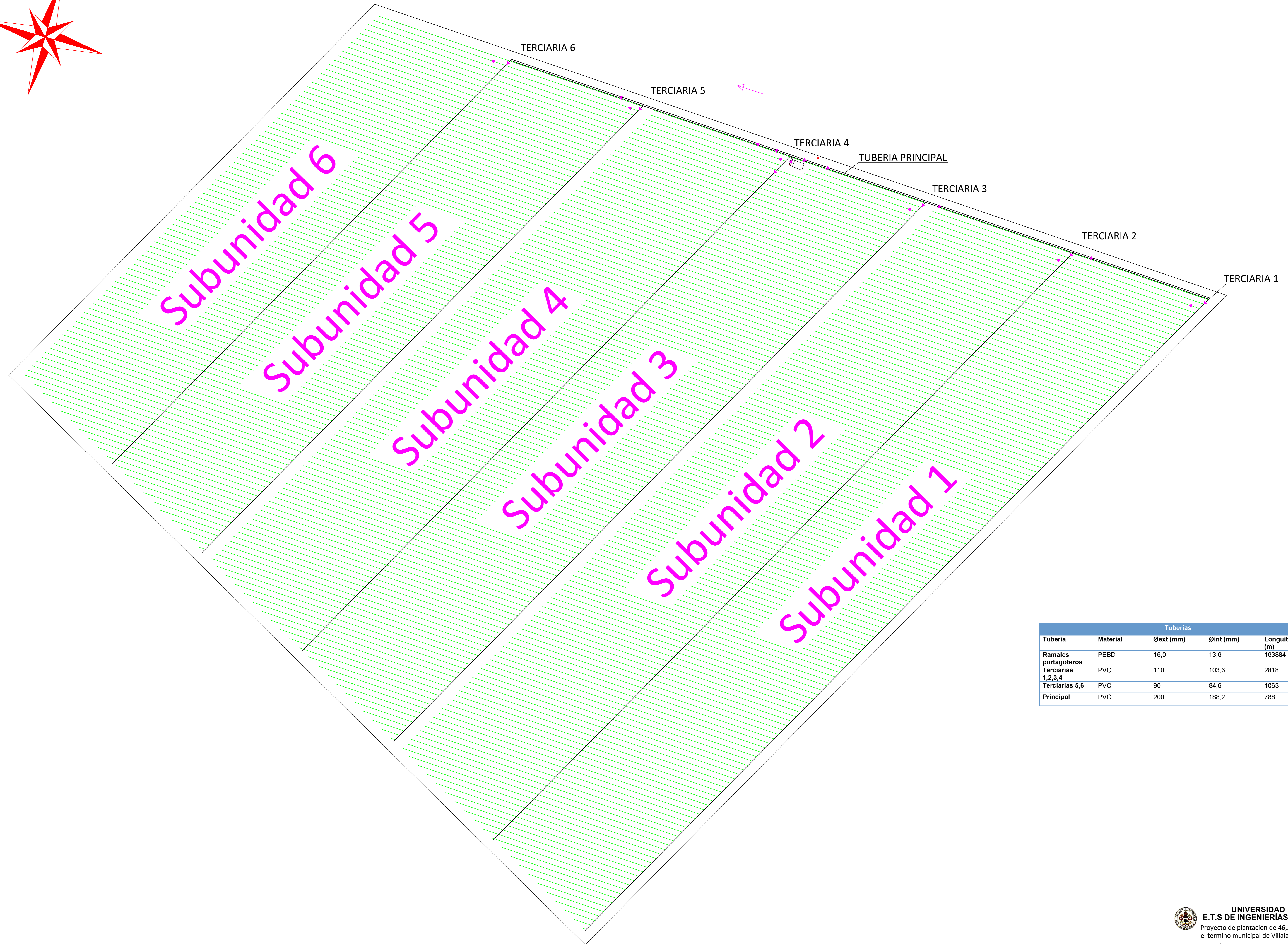
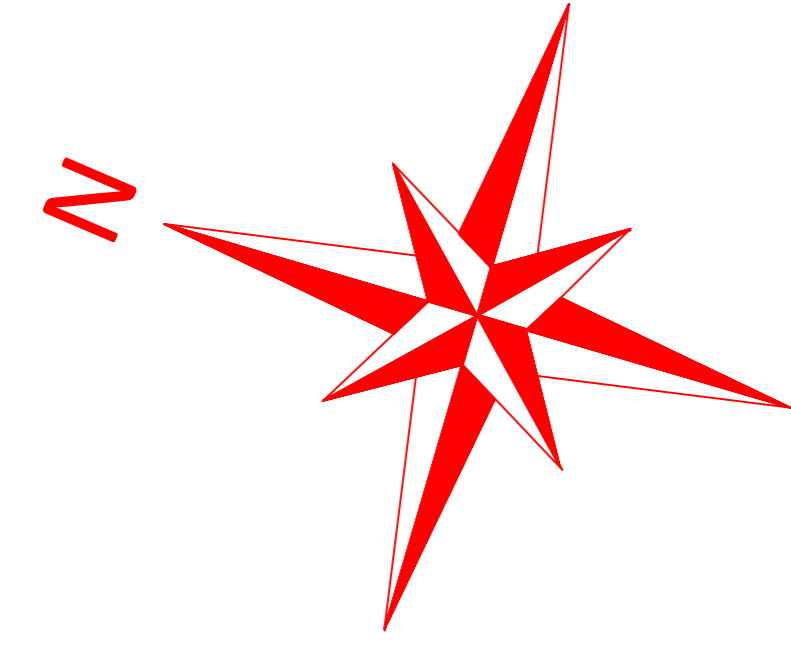
E 1/20

	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)		
	Proyecto de plantación de 46,39 ha de almendros en regadío en el término municipal Villalar de los comuneros (Valladolid)		
TÍTULO DEL PROYECTO _____			

Alfonso Gómez Nieto PROMOTOR _____	1:50 ESCALA _____	7 N° PLANO _____
--	-----------------------------	----------------------------

Detalle del sistema de riego TÍTULO DEL PLANO _____	ALUMNO/A: Alfonso Gómez Nieto
---	-------------------------------

Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural TITULACIÓN _____	FECHA: 15/06/2020 FIRMA _____
--	----------------------------------



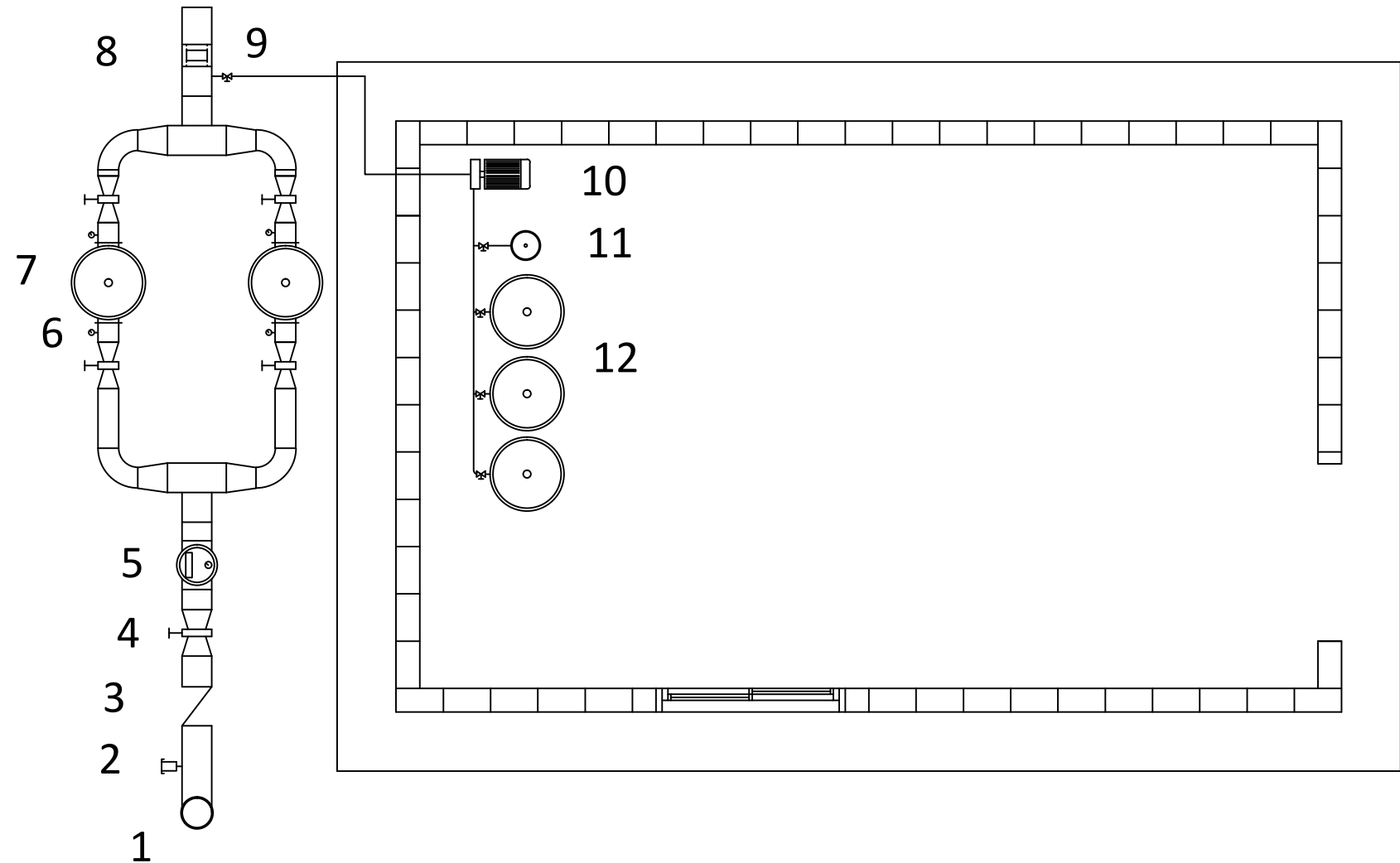
Tuberías				
Tubería	Material	Øext (mm)	Øint (mm)	Longitud (m)
Ramales portagateros	PEBD	16,0	13,6	163884
Terciarias 1,2,3,4	PVC	110	103,6	2818
Terciarias 5,6	PVC	90	84,6	1063
Principal	PVC	200	188,2	788


UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)
 Proyecto de plantación de 46,39 Ha de almendro regadio en el término municipal de Villalar de los comuneros

TÍTULO DEL PROYECTO: **ALFONSO GOMEZ NIETO**
 PROMOTOR: _____ ESCALA: **1/125** Nº PLANO: **8**

DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO
 TÍTULO DEL PLANO: _____ ALUMNIA: Alfonso Gomez Nieto
 Grado en Ingeniería Agrícola y Medio Rural FECHA: 15/06/2020 FIRMA: _____

- 12 Deposito de 1000 L.
- 11 Deposito de 400 L.
- 10 Bomba dosificadora
- 9 Llave de paso
- 8 Filtro de malla
- 7 Filtro de arena
- 6 Manometro
- 5 Contador Woltman
- 4 Válvula de compuerta
- 3 Válvula de retención
- 2 Ventosa
- 1 Bomba

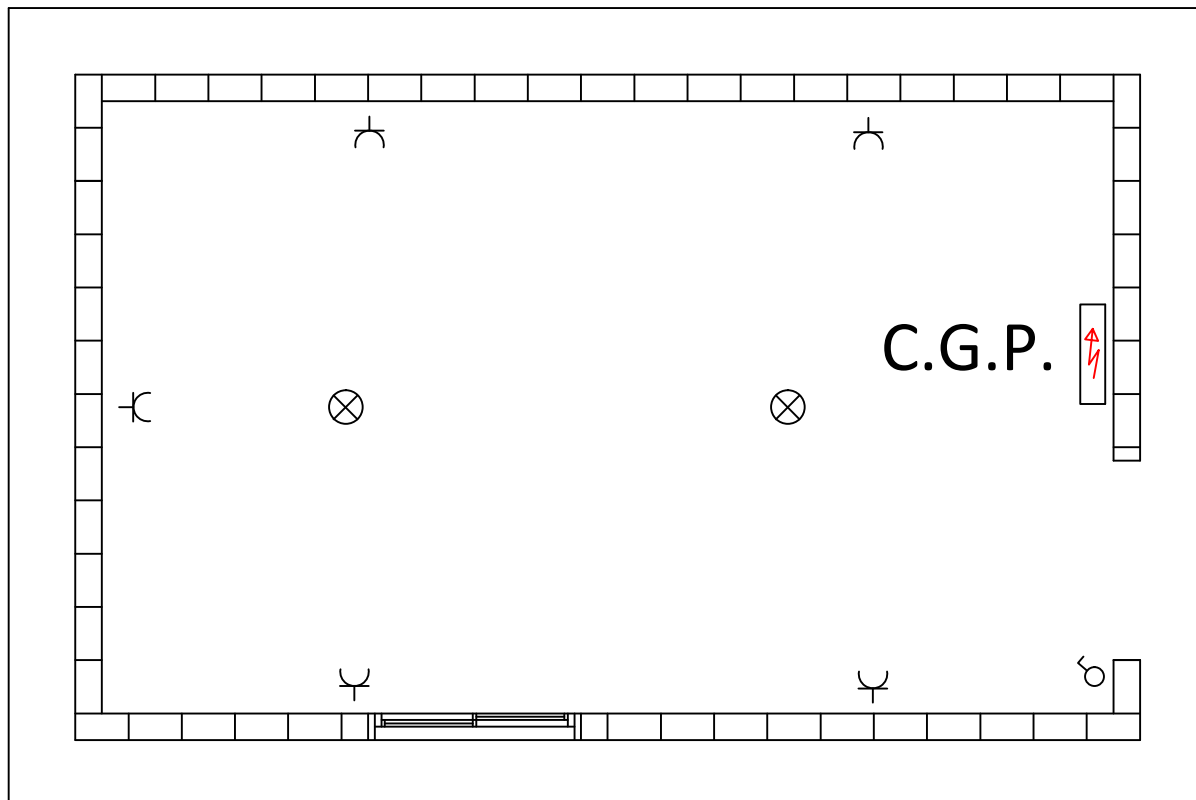






	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)	
Proyecto de plantación de 46,39 ha de almendros en regadío en el término municipal Villalar de los comuneros (Valladolid)		
TÍTULO DEL PROYECTO _____		

Alfonso Gómez Nieto <small>PROMOTOR</small>	S/E <small>ESCALA</small>	9 <small>Nº PLANO</small>
---	-------------------------------------	-------------------------------------

Cabezal de riego <small>TÍTULO DEL PLANO</small>	<small>ALUMNO/A:</small> Alfonso Gómez Nieto
--	--

Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural <small>TITULACIÓN</small>	<small>FECHA:</small> 15/06/2020	<small>FIRMA</small> _____
---	----------------------------------	----------------------------



-  Cuadro general de mando y proteccion
-  Interruptor
-  Enchufe monofasico
-  Punto de luz



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)



Proyecto de plantación de 46,39 ha de almendros en regadío
 en el término municipal Villalar de los comuneros (Valladolid)

TÍTULO DEL PROYECTO _____

Alfonso Gómez Nieto
 PROMOTOR _____

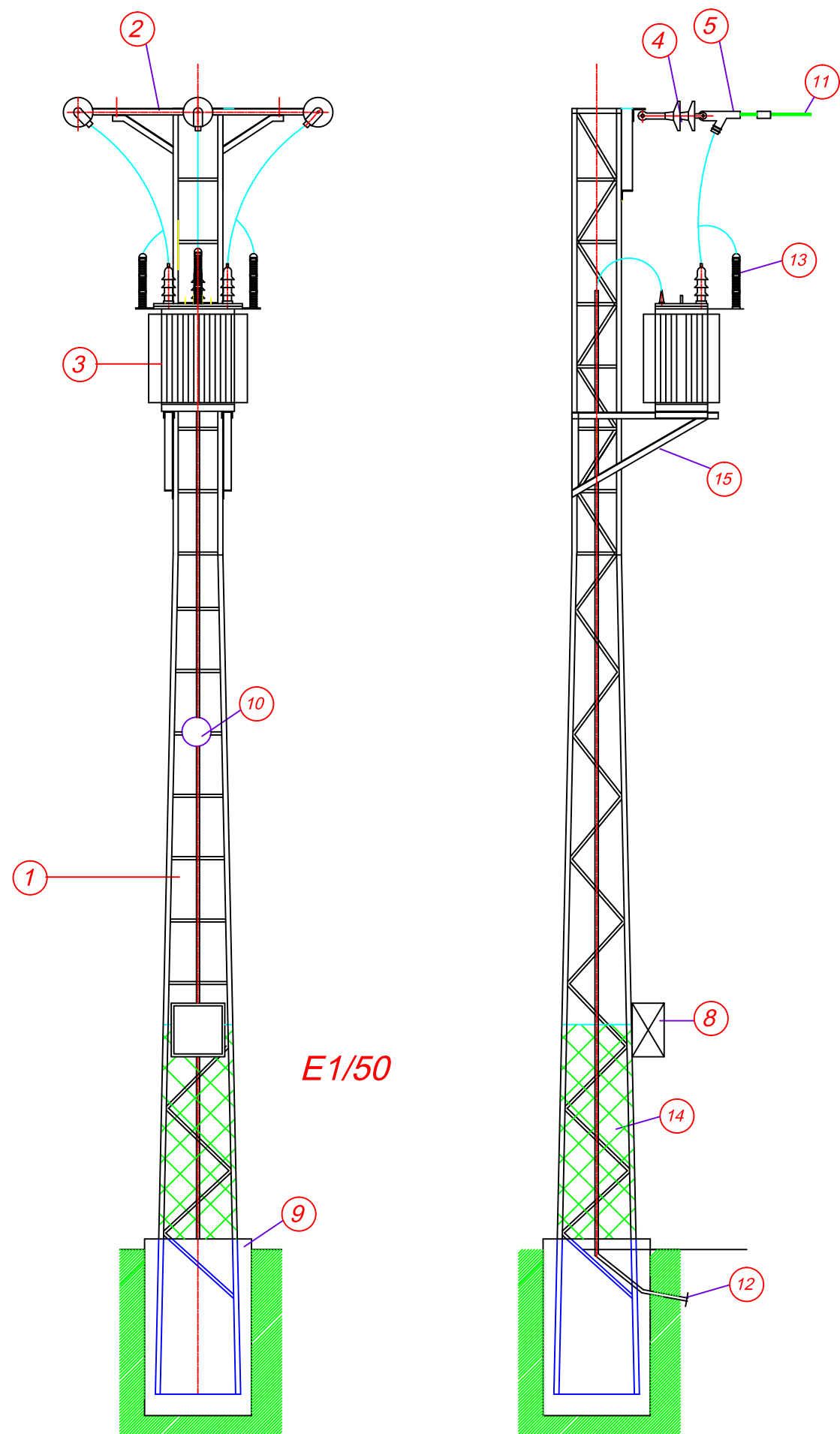
S/E
 ESCALA _____

10
 N° PLANO _____

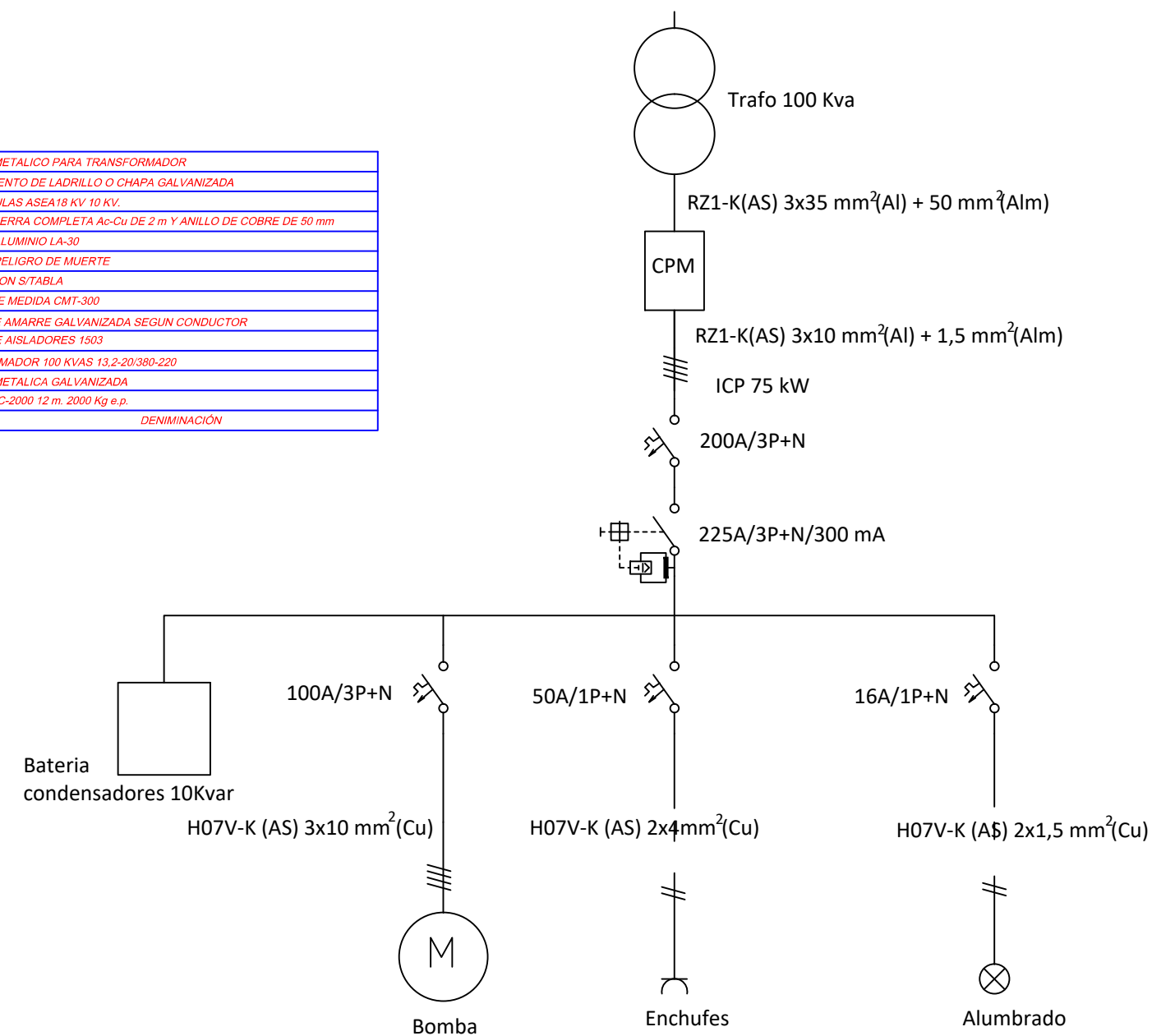
Instalacion electrica
 TÍTULO DEL PLANO _____

Grado en Ingenieria Agricola y del Medio Rural
 TITULACIÓN _____

ALUMNO/A: Alfonso Gómez Nieto
 FECHA: 15/06/2020
 FIRMA _____



15	1	SOPORTE METALICO PARA TRANSFORMADOR
14	1	RECUBRIMIENTO DE LADRILLO O CHAPA GALVANIZADA
13	1	AUTOVALVULAS ASEA18 KV 10 KV.
12	4	TOMA DE TIERRA COMPLETA Ac-Cu DE 2 m Y ANILLO DE COBRE DE 50 mm
11	1	CABLE DE ALUMINIO LA-30
10	1	PLACA DE PELIGRO DE MUERTE
9	1	CIMENTACION S/TABLA
8	1	MODULO DE MEDIDA CMT-300
5	3	GRAPAS DE AMARRE GALVANIZADA SEGUN CONDUCTOR
4	3	CADENA DE AISLADORES 1503
3	1	TRANSFORMADOR 100 KVAS 13,2-20/380-220
2	1	CRUCETA METALICA GALVANIZADA
1	1	T.M. Acacia C-2000 12 m. 2000 Kg e.p.
ORDEN	Nº	DENIMINACIÓN



E1/50


UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)
 Proyecto de plantación de 46,39 ha de almendros en regadío en el término municipal Villalar de los comuneros (Valladolid)

TÍTULO DEL PROYECTO _____
Alfonso Gómez Nieto **S/E** **11**
 PROMOTOR ESCALA N° PLANO

Unifilar y Transformador
 TÍTULO DEL PLANO _____
 ALUMNO/A: Alfonso Gómez Nieto

Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural FECHA: 15/06/2020
 TITULACIÓN FIRMA

DOCUMENTO 3: PLIEGO DE CONDICIONES

Índice Documento 3: Pliego de condiciones

TÍTULO I: CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES.....	14
PRIMERA PARTE: CONDICIONES GENERALES.....	14
Artículo 1. Naturaleza y objeto del pliego general.....	14
Artículo 2. Documentación del contrato de obra.....	14
Artículo 3. Calidad de los materiales.....	14
Artículo 4. Pruebas y ensayos de materiales.....	14
Artículo 5. Materiales no consignados en proyecto.....	15
Artículo 6. Condiciones generales de ejecución.....	15
SEGUNDA PARTE: DE CARÁCTER AGRARIO.....	15
CAPÍTULO I : LABORES GENERALES DE CULTIVO.....	15
Artículo 1. Diseño de plantación.....	15
Artículo 2. Labores previas.....	15
Artículo 3. Plantación.....	15
Artículo 4. Procedencia y tipo de plantones.....	15
Artículo 5. Plazo de plantación.....	15
Artículo 6. Reposición de marras.....	15
CAPÍTULO II: TÉCNICAS DE CULTIVO.....	16
CAPÍTULO III: FORMACIÓN Y PODA.....	16
Artículo 8. Normas a seguir.....	16
Artículo 9. Mano de obra.....	16
Artículo 10. Mantenimiento.....	16
Artículo 11. Restos de poda.....	16
CAPÍTULO IV: RIEGO.....	16
Artículo 12. Calendario y dosis de riego.....	16
Artículo 13. Revisiones.....	17
Artículo 14. Reparaciones.....	17
Artículo 15. Mantenimiento.....	17
CAPÍTULO V: FERTILIZANTES Y FERTIRRIGACIÓN.....	17
Artículo 16. Normativa.....	17
Artículo 17. Riqueza de los fertilizantes.....	17
Artículo 18. Envasado y etiquetado.....	17

Artículo 19. Facturas.....	17
Artículo 20. Fraude	17
Artículo 21. Peticiones.....	17
Artículo 22. Manejo	18
Artículo 23. Almacenamiento	18
Artículo 24. Empleo	18
CAPÍTULO VI: MANTENIMIENTO DEL SUELO	18
Artículo 25. Normas a seguir	18
Artículo 26. Mano de obra.....	18
Artículo 27. Forma y dosis de aplicación	18
Artículo 28. Labor de segadora.....	18
CAPÍTULO VII: PRODUCTOS FITOSANITARIOS	18
Artículo 29. Manejo	18
Artículo 30. Limpieza	18
Artículo 31. Almacenamiento	18
Artículo 32. Normativa	19
Artículo 33. Fraude	19
Artículo 34. Seguridad	19
Artículo 35. Mezcla	19
Artículo 36. Aplicación.....	19
Artículo 37. Envasado y etiquetado.....	19
Artículo 38. Facturas.....	19
Artículo 38b. Cuaderno de la explotación	19
CAPÍTULO VIII: RECOLECCIÓN.....	20
Artículo 39. Normas a seguir	20
Artículo 40. Mano de obra.....	20
Artículo 41. Plazo de tiempo	20
Artículo 42. Material.....	20
CAPÍTULO IX: MAQUINARIA Y EQUIPOS	20
Artículo 43. Características	20
Artículo 44. Utilización.....	20
Artículo 45. Manejo y mantenimiento	20

Artículo 46. Almacenamiento	21
Artículo 47. Averías.....	21
Artículo 48. Seguridad personal	21
Artículo 49. Reglamentación	21
CAPÍTULO X: OBLIGACIONES DEL CAPATAZ Y EMPLEADOS.....	21
Artículo 50. Obligaciones del capataz.....	21
Artículo 51. Obligaciones del empleado.....	22
CAPÍTULO XI: COMERCIALIZACIÓN	22
Artículo 52. Manejo	22
TERCERA PARTE: CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN	22
CAPÍTULO I: CONDICIONES GENERALES DE LOS MATERIALES Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	22
Artículo 1. Emplazamiento	22
Artículo 2. Sistema general de distribución.....	22
Artículo 3. Profundidad de la cimentación	22
Artículo 4. Obras accesorias	23
Artículo 5. Movimiento de tierras	23
5.1. Explanación y préstamos	23
5.1.2. De la ejecución.....	24
5.1.3. Medición y abono	26
5.2. Excavación en zanjas y pozos	26
5.2.1. De los componentes	26
5.2.2. De la ejecución.....	26
5.2.3. Medición y abono	29
5.3. Relleno y apisonado de zanjas y pozos.....	29
5.3.1. De los componentes	29
5.3.2. De la ejecución.....	30
5.3.3. Medición y abono	31
Artículo 6. Base de zahorra natural	31
Artículo 7. Hormigones.....	32
7.1. De los componentes	32
7.2. De la ejecución del elemento.	40
7.3. Medición y abono	48

Artículo 8. Morteros	48
Artículo 9. Carpintería metálica.....	48
9.1. De los Componentes.....	49
9.2. De la ejecución.....	50
9.3. Medición y abono	51
9.4. Mantenimiento.....	52
Artículo 10. Pintura.....	52
10.1. De los componentes	52
10.2. De la ejecución.....	53
Artículo 11. Instalación eléctrica baja tensión.....	54
11.1. De los componentes	54
11.2. De la ejecución.....	56
11.3. Medición y abono	58
11.4. Mantenimiento.....	59
Artículo 12. Precauciones a adoptar	59
Artículo 13. Control del hormigón	59
CUARTA PARTE: CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA DEL SISTEMA DE RIEGO	60
CAPÍTULO I. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LOS EMISORES UTILIZADOS EN EL RIEGO LOCALIZADO.	60
Artículo 1. Definición	60
1.1. Emisor (gotero).....	60
1.2. Emisor autocompensante (o de caudal fijo).....	60
1.3. Entrada del emisor.....	60
1.4. Salida del emisor.....	60
1.5. Presión nominal de ensayo (Pn)	60
1.6. Campo de variación de presiones de trabajo	60
1.7. Intervalo de regulación.....	60
1.8. Caudal nominal de ensayo (qn)	60
Artículo 2. Clasificación.....	61
2.1. Uniformidad categoría A	61
2.2. Uniformidad categoría B.....	61
Artículo 3. Identificación.....	61

4.1. Construcción	61
4.2. Materiales	61
Artículo 5. Muestras y condiciones generales de los ensayos.....	62
5.1. Muestras para ensayo	62
5.2. Descripción de las condiciones del ensayo.....	62
5.3. Precisión de los aparatos de medida.....	62
Artículo 6. Ensayos de comprobación de características	62
6.1. Aspecto	62
6.2. Conductos interiores del emisor	62
6.3. Resistencia a la presión hidrostática	63
Artículo 7. Ensayos de funcionamiento.....	63
7.1. Uniformidad de caudal	63
7.1.1. Emisores autocompensantes.....	63
7.2. Curva caudal-presión	64
7.2.1. Emisores autocompensantes.....	64
Artículo 8. Datos a facilitar por el fabricante.....	64
8.1. Indicaciones generales	64
8.2. Instrucciones de funcionamiento	65
CAPÍTULO II. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LAS TUBERÍAS DE POLIETILENO UTILIZADAS EN EL RIEGO LOCALIZADO	65
Artículo 1. Condiciones generales	65
1.2. Definiciones	65
1.2.1. Polietileno.....	65
1.2.2. Tubo de polietileno.....	65
1.2.3. Tubo de polietileno de baja densidad (LDPE).....	65
1.2.4. Diámetro nominal.....	66
1.2.5. Diámetro exterior medio en una recta (De).....	66
1.2.6. Diámetro exterior en un punto cualquiera (Di).....	66
1.2.7. Espesor nominal (e)	66
1.2.8. Espesor en un punto cualquiera (ei).....	66
1.2.9. Espesor medio (em).....	66
1.2.10. Diámetro interior medio en una sección recta (Di).....	66

1.2.11. Ovalación	66
1.2.12. Presión nominal (Pn)	66
1.2.13. Presión de trabajo (Pt).....	66
1.2.14. Esfuerzo tangencial de trabajo (σ).....	67
1.2.15. Serie	67
Artículo 2. Medidas y tolerancias	67
2.1. Medidas y tolerancias.....	67
2.2. Diámetros nominales.....	67
2.3. Diámetro exterior medio	67
2.4. Espesor puntual	67
2.5. Diámetro interior medio.....	68
2.6. Ovalación	68
2.7. Longitud de los tubos	68
Artículo 3. Materias primas. Características y métodos de ensayo	68
3.1. Materiales componentes de los tubos de PE	68
3.2. Ensayos de los materiales.....	69
3.2.1. Aspecto	69
3.2.2. Determinación de la densidad.....	69
3.2.3. Determinación del índice de fluidez	69
3.2.4. Contenido en volátiles.....	70
3.2.5. Contenido en cenizas.....	70
Artículo 4. Fabricación	70
4.1. Procedimiento de fabricación	70
4.2. Acabado de tuberías.....	70
4.3. Laboratorio y banco de pruebas.....	70
Artículo 5. Características de los tubos	70
5.1. Aspecto	70
5.2. Contenido en negro de carbono.....	71
5.3. Dispersión del negro de carbono.....	71
5.4.Índice de fluidez.....	71
5.5. Resistencia a la tracción	71
5.6. Alargamiento en la rotura	71

5.7. Resistencia a la presión interna en función del tiempo	71
5.8. Estanqueidad	71
5.9. Comportamiento al calor.....	72
5.10. Juntas.....	72
5.11. Uniformidad.....	72
5.12. Marcado de tubos y accesorios	72
6.1. Ensayos y pruebas en fábrica	73
6.1.1. Prueba de aspecto	73
6.1.2. Determinación de las dimensiones	73
6.1.3. Determinación de la densidad.....	74
6.1.4. Determinación del contenido en negro de carbono	74
6.1.5. Determinación de la dispersión del negro de carbono	74
6.1.6. Determinación de la resistencia a la tracción y del alargamiento en la rotura.....	74
6.1.7. Determinación de la resistencia a la presión interna en función del tiempo	74
6.1.8. Prueba de estanqueidad.....	74
6.1.9. Determinación del comportamiento al calor	74
6.2. Pruebas de obra.....	74
6.2.1. Prueba de presión hidráulica.....	74
CAPÍTULO III. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LAS TUBERÍAS DE PRESIÓN DE PVC NO PLASTIFICADO UTILIZADAS EN EL RIEGO LOCALIZADO	
75	
Artículo 1. Condiciones generales	75
1.1. Campo de aplicación.....	75
1.2. Definiciones	75
1.2.1. Tubos de policloruro de vinilo (PVC) no plastificado.....	75
1.2.2. Accesorios de policloruro de vinilo no plastificado	75
1.2.3. Piezas especiales.....	75
1.2.4. Juntas.....	76
1.2.5. Longitud del tubo.....	76
1.2.6. Diámetro nominal (Dn).....	76
1.2.7. Diámetro exterior medio (De)	76
1.2.8. Espesor nominal (e)	76
1.2.9. Espesor en un punto cualquiera (ef)	76

1.2.10. Espesor medio (em).....	76
1.2.11. Ovalación en una sección recta de los tubos	76
1.2.12. Ovalación en una sección recta de los accesorios inyectados	77
1.2.13. Presión nominal (Pn)	77
1.2.14. Presión de trabajo (Pt).....	77
1.3 .Características de los tubos	77
1.3.1. Características físicas de los tubos	77
1.3.2. Características físicas de los accesorios.....	77
1.3.3. Aspecto	77
1.3.4. Características geométricas de tubos y accesorios	77
1.3.5. Resistencia a la presión interna.....	78
1.3.6. Resistencia al impacto a 0°C y 200 °C	78
1.3.7. Comportamiento del calor	78
1.3.8. Absorción de agua	78
1.4. Tipos de juntas.....	78
1.4.1. Juntas por encolado.....	79
1.4.2. Juntas elásticas	79
1.5. Accesorios para tuberías	79
1.6. Uniformidad.....	80
1.7. Marcado de los tubos y accesorios.....	80
Artículo 2. Materiales	80
2.1. Materiales componentes de las tuberías de policloruro de vinilo (PVC) rígido	80
2.2. Resina sintética de policloruro de vinilo.....	80
2.3. Policloruro de vinilo no plastificado (rígido).....	81
2.4. Aditivos empleados en la fabricación del PVC no plastificado	81
2.5. Adhesivos disolventes para juntas soldadas	81
2.6. Lubricantes para juntas elásticas.....	81
2.7. Pintura y otros revestimientos	81
2.8. Otros materiales no especificados	82
Artículo 3. Fabricación	82
3.1. Procedimiento de fabricación de los tubos	82
3.2. Procedimiento de fabricación de los accesorios	82

3.3. Fabricación en serie	82
3.4. Laboratorio y banco de pruebas.....	82
Artículo 4. Pruebas y métodos de ensayo	83
4.1 .Clasificación	83
4.2. Pruebas en fábrica	83
4.2.1. Normativa general	83
4.2.2. Ensayos de materias primas	83
4.2.3. Control del proceso de fabricación.....	83
4.2.4. Pruebas sobre los productos acabados	84
4.3. Pruebas en obra.....	87
4.3.1. Prueba a presión hidráulica interior	87
4.3.2. Prueba de estanqueidad.....	87
4.3.3. Prueba de estanqueidad en llaves y ventosas.....	88
Artículo 5. Tolerancias	88
5.1. Tolerancias en el diámetro exterior medio	88
5.2. Tolerancias en el espesor de la pared	89
5.3. Tolerancias en la ovalación para tubos y accesorios.....	89
5.4. Tolerancia en la longitud nominal	89
5.5. Tolerancias en la longitud de la embocadura de tubos y accesorios para uniones por encolado y por junta elástica.....	89
5.6. Tolerancias en el diámetro interior de la embocadura de tubos y accesorios para uniones por encolado y por junta elástica.....	89
5.7. Tolerancias en la ortogonalidad de los extremos.....	89
5.8. Tolerancias en la alineación.....	89
CAPÍTULO IV. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LOS ELEMENTOS DE LA ESTACION DE BOMBEO Y LA RED DE RIEGO	89
Artículo 1. Equipos de impulsión	89
1.1. Definiciones	89
1.2. Elementos habituales que forman parte de la aspiración y de la impulsión.....	90
1.3. Condiciones de funcionamiento de una bomba.....	92
1.4. Golpe de ariete en estación de bombeo	92
1.5. Automatización de estaciones de bombeo	92
1.6. Condiciones para los acopios	92

1.7. Características de las bombas utilizadas	92
1.8. Condiciones de los materiales	93
1.9. Ejecuciones generales.....	93
1.10. Ensayo y pruebas	94
Artículo 2. Filtro	94
2.1. Definición.....	94
2.2. Etiquetado	94
2.3. Velocidad de filtración y composición de filtros	95
2.4. Pérdidas de carga y determinación del momento de la limpieza	95
Artículo 3. Válvulas	96
3.1. Válvulas de compuerta	96
3.2. Válvulas de mariposa.....	97
3.3. Válvulas de pequeño diámetro.....	98
Artículo 4. Tubería de acero galvanizado	98
4.1. Definición.....	98
4.2. Espesores y timbrajes	98
4.3. Pruebas en las conducciones.....	98
Artículo 5. Ventosas.....	98
5.1. Calidad de los materiales.....	99
5.2. Control de calidad.....	99
5.2.1. Resistencia mecánica.....	99
5.2.2. Estanqueidad	100
5.2.3. Características neumáticas	100
5.2.4. Resistencia a la fatiga	101
5.3. Marcado.....	101
TITULO II: CONDICIONES FACULTATIVAS.....	103
CAPÍTULO I. DELIMITACION GENERAL DE FUNCIONES TÉCNICAS.....	103
Artículo 1. El Ingeniero Director	103
Artículo 2. El Graduado en Ingeniería.....	103
Artículo 3. El Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra	103
Artículo 4. El Constructor.....	104
TITULO III: CONDICIONES ECONÓMICAS	113

CAPÍTULO I: PRINCIPIO GENERAL	113
Artículo 1.	113
Artículo 2.	113
CAPÍTULO II: FIANZAS Y GARANTÍAS	113
Artículo 3.	113
Artículo 4. Fianza provisional.....	113
Artículo 5. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza	114
Artículo 6. De su devolución general.....	114
Artículo 7. Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales.....	114
CAPÍTULO III: DE LOS PRECIOS.....	114
Artículo 8. Composición de los precios unitarios	114
Artículo 9. Precios de contrata. Importe de contrata.....	115
Artículo 10. Precios contradictorios	115
Artículo 11. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios.....	116
Artículo 12. De la revisión de los precios contratados	116
Artículo 13. Acopio de materiales	116
CAPÍTULO IV: OBRAS POR ADMINISTRACIÓN.....	116
Artículo 14. Administración	116
Artículo 15. Obras por Administración directa.....	117
Artículo 16. Obras por Administración delegada o indirecta	117
Artículo 17. Liquidación de obras por Administración	117
Artículo 18. Abono al Constructor de las cuentas de Administración delegada	118
Artículo 19. Normas para la adquisición de materiales y aparatos.....	118
Artículo 20. Del Constructor en el bajo rendimiento de los obreros	118
Artículo 21. Responsabilidad del Constructor	119
CAPÍTULO V: DE LA VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS.....	119
Artículo 22. Formas varias de abono de las obras.....	119
Artículo 23. Relaciones valoradas y certificaciones.....	120
Artículo 24. Mejoras de obras libremente ejecutadas	121
Artículo 25. Abono de trabajos presupuestados con partida alzada	121
Artículo 26. Abono de agotamientos, ensayos y otros trabajos especiales no contratados	122
Artículo 27. Pagos	122

Artículo 28. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía.....	122
CAPÍTULO VI: DE LAS INDEMNIZACIONES MUTUAS.....	122
Artículo 29. Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras.....	122
Artículo 30. Demora de los pagos por parte del propietario	123
CAPÍTULO VII: VARIOS	123
Artículo 31. Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios	123
Artículo 32. Unidades de obra defectuosas pero aceptables.....	124
Artículo 33. Seguro de las obras	124
Artículo 34. Conservación de la obra.....	124
Artículo 35. Uso por el Contratista de edificio o bienes del Promotor	125
TITULO IV: CONDICIONES LEGALES	125
Artículo 1. Preliminar.....	125
Artículo 2. Contratista.....	125
Artículo 3. Sistemas de contratación.....	126
Artículo 4. Adjudicación de las obras	126
Artículo 5. Formalización del contrato	126
Artículo 6. Responsabilidad del contratista.....	126
Artículo 7. Accidentes de trabajo y daños a terceros.....	127
Artículo 8. Pago de tributos.....	127
Artículo 9. Hallazgos	127
Artículo 10. Causas de rescisión del contrato	128
Artículo 11. Litigios y reclamaciones el contratista	129
Artículo 12. Liquidación en caso de rescisión.....	129
Artículo 13. Dudas y omisiones en la realización del proyecto	129
Artículo 14. Tribunales.....	130

TITULO I: CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

PRIMERA PARTE: CONDICIONES GENERALES

Artículo 1. Naturaleza y objeto del pliego general

El presente Pliego de Condiciones particulares del Proyecto tiene como objetivo regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al Promotor o dueño de la obra, al Contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, al Ingeniero, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

Artículo 2. Documentación del contrato de obra

Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

1. Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiera.
2. Memoria, planos, mediciones y presupuesto.
3. El presente Pliego de Condiciones particulares.
4. El Pliego General de Condiciones.

Las órdenes e instrucciones de la Dirección facultativa de las obras se incorporan al Proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

Artículo 3. Calidad de los materiales

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.

Los productos de construcción que se incorporen con carácter permanente a los edificios, en función de su uso previsto, llevarán el marcado CE, de conformidad con la Directiva 89/106/CEE de productos de construcción, transpuesta por el Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, modificado por el Real Decreto 1329/1995, de 28 de julio, y disposiciones de desarrollo, u otras Directivas Europeas que les sean de aplicación.

Artículo 4. Pruebas y ensayos de materiales

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 y seguridad.

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.

Artículo 5. Materiales no consignados en proyecto

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Artículo 6. Condiciones generales de ejecución

Condiciones generales de ejecución. Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán minuciosamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción, de acuerdo con las condiciones establecidas en el artículo 7, del Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación

SEGUNDA PARTE: DE CARÁCTER AGRARIO

CAPÍTULO I : LABORES GENERALES DE CULTIVO

Artículo 1. Diseño de plantación

La disposición de la plantación, densidad, marco de plantación y orientación de las filas, se realizará de acuerdo con las descripciones efectuadas en el Anejo III: Estudio de alternativas.

Artículo 2. Labores previas

Las labores previas a la plantación, se realizarán conforme al orden en que se describen en el Anejo IV: Ingeniería del proceso.

Artículo 3. Plantación

La plantación de los árboles se realizará con el arado plantador de la forma que se indica en el Anejo IV: Ingeniería del proceso, realizándose seguidamente un riego de plantación y una revisión de plantones.

Artículo 4. Procedencia y tipo de plantones

Los plantones utilizados procederán de viveros especializados, que garanticen la calidad y sanidad de los mismos, siendo estos de las características que se adjuntan en el Anejo IV: Ingeniería del proceso. Dichos plantones serán revisados por el capataz inmediatamente después de ser recibidos, pudiendo éste rechazar aquellos que no cumplan las condiciones exigidas

El material vegetal utilizado será selecto y de calidad, es decir, será planta certificada por el Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero, sometida a la selección clonal y libre de virus.

Artículo 5. Plazo de plantación

La plantación se realizará siguiendo rigurosamente normas, orden y tiempos que se marcan en el Anejo IV: Ingeniería del proceso.

Artículo 6. Reposición de marras

A principios del mes de mayo, del mismo año en que se lleva a cabo la plantación, se procederá a la revisión de la plantación, realizando la reposición de marras habidas en la

plantación, y realizando las posibles correcciones de las mismas, así como, la revisión sanitaria de los plantones.

CAPÍTULO II: TÉCNICAS DE CULTIVO

Artículo 7. Calendario de las labores

En la recolección, poda y tratamientos fitosanitarios, se deberán de cumplir las fechas de inicio y de fin de las mismas, impuestas por afección al cultivo o comercialización de los frutos.

El capataz o encargado de la plantación, puede contratar personal eventual en horas extras, si fuese necesario, para cumplir las normas que se indican en el Anejo IV: Ingeniería del proceso.

El capataz de la finca podrá variar los calendarios de labores, siempre y cuando haya una causa que los justifique y no afecten a las normas básicas y principios expresados en el Documento 1: Memoria, haciendo hincapié en lo referente al mantenimiento del suelo y la formación de árboles.

CAPÍTULO III: FORMACIÓN Y PODA

Artículo 8. Normas a seguir

El sistema de formación elegido se realizará conforme a lo establecido, siguiendo los pasos y fechas descritos en el Anejo IV: Ingeniería del proceso, teniendo especial cuidado con la formación del árbol, ya que de ello depende el futuro de la plantación y su buena recolección.

Artículo 9. Mano de obra

Durante el primer año la poda será realizada por el capataz. En los años sucesivos se llevará a cabo por el capataz ayudado de personal cualificado en esta tarea.

Artículo 10. Mantenimiento

El equipo utilizado en la poda (tijeras neumáticas) será cuidado y mantenido con buen filo, así como desinfectado en una solución anticriptogámica, para evitar enfermedades.

Artículo 11. Restos de poda

Los restos de poda serán triturados con una segadora-trituradora, con el fin de que no entorpezcan el paso por la calle.

CAPÍTULO IV: RIEGO

Artículo 12. Calendario y dosis de riego

Se autoriza al capataz de la explotación a realizar los cambios oportunos en el calendario de riegos y dosis por año, conforme a las directrices marcadas en el Anejo IV: Ingeniería del proceso, siempre que los cambios se ajusten a la realidad de la finca.

Artículo 13. Revisiones

El técnico de la instalación instruirá y asesorará al capataz en el manejo y mantenimiento del sistema de riego, ya que será el encargado de su mantenimiento y funcionamiento.

Artículo 14. Reparaciones

En caso de avería importante del sistema y que requiera la presencia de un técnico, el capataz será el encargado de llamar lo antes posible al técnico correspondiente para que la avería suponga el mínimo trastorno posible en el calendario de riego.

Artículo 15. Mantenimiento

Se tendrá en la finca las piezas de reposición más frecuentes, así como las herramientas necesarias para su colocación.

El capataz, como encargado del mantenimiento, realizará la limpieza asidua de las tuberías y depósitos con ácido nítrico, y realizará lavados de arena y anillas de los filtros, así como la limpieza de los goteros obstruidos.

CAPÍTULO V: FERTILIZANTES Y FERTIRRIGACIÓN

Artículo 16. Normativa

Los abonos orgánicos y minerales que se utilicen en la explotación deberán ajustarse a la normativa vigente relativa a la pureza y a la composición de los mismos.

Artículo 17. Riqueza de los fertilizantes

La riqueza de los fertilizantes debe venir expresada como N, para el nitrógeno, P₂O₅ para el fósforo y K₂O para el potasio.

Artículo 18. Envasado y etiquetado

Todos los abonos envasados o transportados en camiones cisterna, deberán llevar en la etiqueta de la factura, expresado en letra, el porcentaje de riqueza de cada elemento fertilizante, la denominación y clase de abono, el peso neto y la dirección del fabricante o comerciante que los elabore o manipule. Los envases y camiones cisterna deben de ir precintados.

Artículo 19. Facturas

Además de los detalles expuestos en el artículo 18, en las facturas deberán figurar el número y clase de envase, el precio total de la partida y la firma de conformidad de ambas partes.

Artículo 20. Fraude

En caso de fraude o sospecha del mismo, con relación a los fertilizantes adquiridos, se inmovilizará la partida en cuestión y se tomarán tres muestras por los ingenieros agrónomos o técnicos agrícolas del Servicio de Defensa contra Fraudes, para su posterior análisis, del que derivarán las responsabilidades mencionadas anteriormente.

Artículo 21. Peticiones

El capataz será el encargado de realizar la petición de las partidas de abonos, así como de programar la fertirrigación conforme a lo expuesto en el Anejo IV: Ingeniería del proceso.

Artículo 22. Manejo

Las mezclas y distribución de abonos se harán bajo las recomendaciones técnicas que correspondan a cada caso, ajustándose siempre a los criterios de compatibilidad de los abonos.

Artículo 23. Almacenamiento

El almacenamiento de los abonos se hará siempre de modo que conserven intactas todas sus propiedades, guardándose en los tanques de la caseta preservados de toda humedad.

Artículo 24. Empleo

Se seguirán las normas, en cuanto a las dosis y tipos de fertilizantes, expresadas en el proyecto. En caso de no disponer de ninguno de ellos, se consultará la utilización de otro producto alternativo.

CAPÍTULO VI: MANTENIMIENTO DEL SUELO

Artículo 25. Normas a seguir

El sistema de mantenimiento elegido se realizará conforme a lo establecido (siguiendo los pasos y fechas) en el Anejo IV, Ingeniería del proceso, teniendo especial cuidado durante los primeros años, debido a que en estos el árbol será más delicado.

Artículo 26. Mano de obra

Dichas labores de mantenimiento serán realizadas por el capataz.

Artículo 27. Forma y dosis de aplicación

La aplicación de los herbicidas será por medio del pulverizador. El tipo y dosis de estos productos se especifica en el Anejo IV: Ingeniería del proceso

Artículo 28. Labor de segadora

Se realizará con la trituradora de restos de poda, siguiendo la forma de llevarla a cabo y la época que se reseña en el proyecto (Anejo IV: Ingeniería del proceso).

CAPÍTULO VII: PRODUCTOS FITOSANITARIOS

Artículo 29. Manejo

El capataz será el encargado de la conducción del tractor y aplicación de los productos fitosanitarios por medio del atomizador. El usuario deberá ir con el equipo de protección, compuesto por una máscara, traje y guantes.

Artículo 30. Limpieza

Después de cada tratamiento fitosanitario, se realizará una limpieza del equipo de tratamientos, para evitar la mezcla de los mismos. El capataz se encargará de realizar estas operaciones.

Artículo 31. Almacenamiento

Los productos fitosanitarios se guardarán en la nave almacén, bien cerrados y en sus envases, siendo controlado su uso y llevando un riguroso control de las cantidades utilizadas. El capataz será el encargado de realizar estas tareas.

Artículo 32. Normativa

Los productos fitosanitarios que se empleen en la explotación deberán cumplir la normativa vigente, según el Real Decreto 1311/2012 – BOE con sus posteriores modificaciones
Última modificación: 28 de septiembre de 2019.

Artículo 33. Fraude

En caso de duda sobre la autenticidad de los productos o de sus etiquetas, se realizarán los análisis oportunos en la delegación de agricultura, o bien en el servicio de defensa contra fraudes del ministerio de agricultura.

Artículo 34. Seguridad

En caso de utilizar cualquier producto se adoptarán las medidas que se reflejan en el artículo 29, pero en caso de afección o intoxicado se seguirán las indicaciones que aparezcan en la etiqueta del producto usado.

En los tratamientos, fundamentalmente en los previos a la recolección, se tendrán en cuenta los plazos de seguridad que estipula el fabricante y se cumplirán estrictamente.

Se instalará un botiquín de urgencia equipado según las normas del ministerio de sanidad y seguridad social, en el que figuren visiblemente las pautas a seguir en caso de intoxicación.

Artículo 35. Mezcla

El uso y mezcla de productos fitosanitarios se hará bajo asesoramiento técnico y con las correspondientes medidas de seguridad.

Artículo 36. Aplicación

El capataz, como encargado jefe de la explotación no usará nuevos productos fitosanitarios, ni variará la dosis de los utilizados, sin consultar previamente con el director técnico, el cual deberá determinar por escrito las normas de utilización de los mismos. Los tratamientos fitosanitarios se darán en la época y forma en que se explica en los cuadros de cultivo y a la dosis estrictamente indicada en el Anejo IV: Ingeniería del proceso.

Artículo 37. Envasado y etiquetado

Los productos deberán estar envasados, precintados y etiquetados según el modelo oficial. En él constará el número de registro del producto y la composición química, así como la expresión de riqueza de la materia activa.

Artículo 38. Facturas

Las facturas de compra de productos fitosanitarios consignarán todos los datos que se relacionan en las etiquetas, expuestos en el artículo 37, así como el firmado de conformidad de ambas partes.

Artículo 38b. Cuaderno de la explotación

Según El Real Decreto 1311/2012 en su artículo 16.1, establece que cada explotación agraria deberá mantener actualizado un registro de tratamientos fitosanitarios denominado

“cuaderno de explotación” en el que se anotarán todos los tratamientos fitosanitarios realizados

CAPÍTULO VIII: RECOLECCIÓN

Artículo 39. Normas a seguir

Las pautas a seguir en la recolección serán las expresadas en el Anejo IV: Ingeniería del proceso.

Artículo 40. Mano de obra

Se contratarán peones no especializados para la recolección, siendo esta una operación supervisada por el capataz.

Artículo 41. Plazo de tiempo

Se tendrá un cuidado extremo en las fechas de inicio y fin de la recolección, como se adjunta en el Anejo IV, Ingeniería del proceso.

Si fuese necesario se realizarán horas extras para llevar a cabo el cumplimiento de las mismas. Se podrán adelantar o retrasar estas fechas, siendo labor del capataz elegir la fecha adecuada, cuando la cosecha, debido a las condiciones climatológicas, se adelante o se retrase.

Artículo 42. Material

Las cajas y material utilizado en la recolección serán tal y como se reflejan en el Anejo IV: Ingeniería del proceso.

CAPÍTULO IX: MAQUINARIA Y EQUIPOS

Artículo 43. Características

Las características de la maquinaria están reseñadas en el Anejo IV: Ingeniería del proceso, maquinaria y equipos. Si por alguna circunstancia, no fueran exactamente estas, queda autorizado el capataz de la explotación a introducir las variantes oportunas, siempre y cuando las innovaciones introducidas estén de acuerdo con las labores a efectuar y la experiencia del capataz, sin que repercuta en las condiciones económicas y establecidas.

Artículo 44. Utilización

La maquinaria de la explotación solo será utilizada por manos expertas y en los trabajos para los cuales fueron adquiridas.

Artículo 45. Manejo y mantenimiento

Se cumplirán las normas que figuren en los libros de instrucciones de la maquinaria, en especial cuando concierne a engrase, ajuste y conservación de los diferentes elementos, siendo el capataz el que debe de realizarlo.

Todos los residuos de la maquinaria (aceites utilizados, ruedas gastadas, piezas...) serán depositados en contenedores especiales o lugares habilitados para ello.

Artículo 46. Almacenamiento

La maquinaria permanecerá en el almacén siempre que no se esté utilizando, evitando con ello su deterioro por exposición a la intemperie.

Artículo 47. Averías

Las averías producidas en la maquinaria durante su uso en la explotación son incumbencia del propietario y los gastos de reparación correrán por su cuenta. Para averías de reconocida entidad mecánica, solo estará facultado, para su reparación, el especialista de la casa distribuidora, recibiendo la ayuda, si esta fuera necesaria, del capataz.

Artículo 48. Seguridad personal

En lo que al uso de maquinaria se refiere, el operario deberá trabajar en las condiciones de máxima seguridad.

Artículo 49. Reglamentación

Los tractores deberán estar inscritos en la sección agronómica de las delegaciones de la conserjería de agricultura de la junta de Castilla y León, tienen que cumplir con los requisitos de dicha inscripción.

CAPÍTULO X: OBLIGACIONES DEL CAPATAZ Y EMPLEADOS

Artículo 50. Obligaciones del capataz

Es obligación del capataz el conocer las técnicas de cultivo de la plantación.

Es obligación del capataz el contratar al personal necesario para la realización de las labores de poda y de recolección, siempre con la previa conformidad del propietario.

El capataz atenderá a cuantas ordenes le sean comunicadas por el propietario o por el Director de obra.

Es obligación del capataz llevar al día las distintas partes de la organización y control de las técnicas de cultivo, llevando estrictamente el cuaderno diario de la explotación, donde anotará aspectos que tengan relación con la misma, como pueden ser los tiempos invertidos en las técnicas de cultivo, las fechas de realización de las mismas, las materias primas utilizadas, el personal eventual utilizado y su paga y el control de la maquinaria y del riego.

Todas las salidas y entradas en la explotación, en materias de contabilidad, serán anotadas y archivadas en forma de facturas y/o recibos.

Cualquier variación de los precios de los jornales debe de ser comunicada por el capataz al propietario de la explotación.

Es responsabilidad del capataz el abrir y cerrar la nave, cuidando que ningún material o equipo quede fuera de la nave, excepto causa de fuerza mayor, una vez se haya cerrado la nave.

Es obligación del capataz el empleo y realización de las técnicas de cultivo de la explotación que estén bajo su tutela, según el documento N° 1, memoria.

El capataz poseerá una copia de las técnicas de cultivo, de los jornales, del estudio económico,... que se incluyen en el proyecto.

Artículo 51. Obligaciones del empleado

Es obligación de todos los empleados el cumplir las normas de uso y seguridad de la maquinaria y de los productos fertilizantes y fitosanitarios.

Una vez puestas en conocimiento del capataz estas condiciones, y verificando el oportuno reconocimiento, se podrán llevar esas condiciones a un documento, que deberá de ser firmado por el propietario y por empleados.

Los empleados serán los responsables de los fallos cometidos por el cumplimiento de las presentes condiciones.

CAPÍTULO XI: COMERCIALIZACIÓN

Artículo 52. Manejo

Los frutos serán depositados en remolques, de la forma especificada en el Anejo IV: Ingeniería del proceso.

Artículo 53. Transporte

Los remolques cargados con los frutos serán transportados hasta el almacén que haya comprado la producción, habiendo sido la compra previamente pactada.

TERCERA PARTE: CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN

CAPÍTULO I: CONDICIONES GENERALES DE LOS MATERIALES Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Artículo 1. Emplazamiento

El emplazamiento de la explotación será el indicado en el Documento 2: Planos.

Artículo 2. Sistema general de distribución

Todas las unidades de obra que se detallan en las hojas adjuntas de mediciones, presupuesto y las complementarias, serán ejecutadas de acuerdo con las normas de la construcción.

Artículo 3. Profundidad de la cimentación

Por la propia naturaleza de la cimentación, se entenderá que las cotas de profundidad que se citan en el proyecto no son sino un primer dato aproximado, dicho dato puede confirmarse o variarse parcial o totalmente en vista de la naturaleza real del terreno, sin que el contratista tenga otro derecho que el de percibir el importe que resulta en caso de la variación.

Artículo 4. Obras accesorias

Se consideran obras accesorias aquellas de importancia secundaria o que por su naturaleza no pueden ser previstas en todos sus detalles, sino a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Se consideran con arreglo a los proyectos particulares que se redacten durante la construcción, a medida que se vaya conociendo su necesidad, y quedarán sujetos a las mismas condiciones que rigen para los análogos que figuran en la contrata con proyecto definido.

Artículo 5. Movimiento de tierras

5.1. Explanación y préstamos

Comprende los trabajos previos de limpieza y desbroce del terreno y la retirada de la tierra vegetal.

Los trabajos de limpieza del terreno consisten en extraer y retirar de la zona de excavación, los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, escombros, basuras o cualquier tipo de material no deseable, así como excavación de la capa superior de los terrenos cultivados o con vegetación, mediante medios manuales o mecánicos.

La retirada de la tierra vegetal consiste en rebajar el nivel del terreno mediante la extracción, por medios manuales o mecánicos, de la tierra vegetal para obtener una superficie regular definida por los planos donde se han de realizar posteriores excavaciones.

5.1.1. De los componentes.

Productos constituyentes

Tierras de préstamo o propias.

Control y aceptación

En la recepción de las tierras se comprobará que no sean expansivas, no contengan restos vegetales y no estén contaminadas.

El contratista comunicará al director de obra, con suficiente antelación, la apertura de los préstamos, a fin de que se puedan medir su volumen y dimensiones sobre el terreno natural no alterado.

En el caso de préstamos autorizados, una vez eliminado el material inadecuado, se realizarán los oportunos ensayos para su aprobación, si procede, necesarios para determinar las características físicas y mecánicas del nuevo suelo: Identificación granulométrica. Límite líquido. Contenido de humedad. Contenido de materia orgánica. Índice CBR e hinchamiento. Densificación de los suelos bajo una determinada energía de compactación (ensayos "Proctor Normal" y "Proctor Modificado").

El material inadecuado, se depositará de acuerdo con lo que se ordene al respecto.

Los taludes de los préstamos deberán ser suaves y redondeados y, una vez terminada su explotación, se dejarán en forma que no dañen el aspecto general del paisaje.

5.1.2. De la ejecución

Preparación

Se solicitará de las correspondientes compañías la posición y solución a adoptar para las instalaciones que puedan verse afectadas, así como las distancias de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

Se solicitará la documentación complementaria acerca de los cursos naturales de aguas superficiales o profundas, cuya solución no figure en la documentación técnica.

Replanteo. Se marcarán unos puntos de nivel sobre el terreno, indicando el espesor de tierra vegetal a excavar.

En el terraplenado se excavarán previamente el terreno natural, hasta una profundidad no menor que la capa vegetal, y como mínimo de 15 cm, para preparar la base del terraplenado.

A continuación, para conseguir la debida trabazón entre el relleno y el terreno, se escarificará éste.

Cuando el terreno natural presente inclinaciones superiores a 1/5, se excavarán, realizando mermas de una altura entre 50 y 80 cm y una longitud no menor de 1,50 m, con pendientes de mesetas del 4%, hacia adentro en terrenos permeables y hacia afuera en terrenos impermeables.

Si el terraplén hubiera de construirse sobre terreno inestable, turba o arcillas blandas, se asegurará la eliminación de éste material o su consolidación.

Fase de ejecución

Durante la ejecución de los trabajos se tomarán las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia del terreno no excavado. En especial, se adoptarán las medidas adecuadas para evitar los siguientes fenómenos: inestabilidad de taludes en roca debida a voladuras inadecuadas o descontroladas, deslizamientos ocasionados por el descalce del pie de la excavación, erosiones locales y encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso de las obras.

Limpieza y desbroce del terreno y retirada de la tierra vegetal:

Todos los tocones y raíces mayores de 10 cm de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a 50 cm por debajo de la rasante de excavación y no menor de 15 cm bajo la superficie natural del terreno.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces, se rellenarán con material análogo al suelo que ha quedado descubierto, y se compactará hasta que su superficie se ajuste al terreno existente.

La tierra vegetal se extenderá en el interior de la finca objeto del proyecto

Evacuación de las aguas y agotamientos:

El contratista adoptará las medidas necesarias para evitar la entrada de agua y mantener libre de agua la zona de las excavaciones. Las aguas superficiales serán desviadas y encauzadas antes de que alcancen las proximidades de los taludes o paredes de la excavación, para evitar que la estabilidad del terreno pueda quedar disminuida por un incremento de presión del agua intersticial y para que no se produzcan erosiones de los taludes.

Tierra vegetal:

La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones y que no se hubiera extraído en el desbroce, se removerá y se acopiará para su utilización posterior en protección de taludes o superficies erosionables, o donde ordene el director de obra.

Todos los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos, y demás usos fijados en el proyecto, o que señale el director de obra. Las rocas o bolas de piedra que aparezcan en la explanada en zonas de desmonte en tierra, deberán eliminarse.

La superficie de la explanada quedará limpia y los taludes estables.

Para aceptar la unidad, se realizarán 2 comprobaciones cada 1000 m² de planta.

Los puntos de observación para la realización de las comprobaciones serán los siguientes:

Limpieza y desbroce del terreno.

El control de los trabajos de desbroce se realizará mediante inspección ocular, comprobando que las superficies desbrozadas se ajustan a lo especificado. Se controlará:

- ❖ Situación del elemento. Cota de la explanación. Situación de vértices del perímetro.
- ❖ Distancias relativas a otros elementos. Forma y dimensiones del elemento.
- ❖ Horizontalidad: nivelación de la explanada.
- ❖ Altura: grosor de la franja excavada. Condiciones de borde exterior. Limpieza de la superficie de la explanada en cuanto a eliminación de restos vegetales y restos susceptibles de pudrición.

Retirada de tierra vegetal: Comprobación geométrica de las superficies resultantes tras la retirada de la tierra vegetal.

Conservación hasta la recepción de las obras

No se concentrarán cargas superiores a 200 kg/m junto a la parte superior de bordes ataluzados ni se modificará la geometría del talud socavando en su pie o coronación.

Cuando se observen grietas paralelas al borde del talud se consultará a técnico competente que dictaminará su importancia y en su caso la solución a adoptar.

No se depositarán basuras, escombros o productos sobrantes de otros tajos, y se regará regularmente. Se mantendrán exentos de vegetación, tanto en la superficie como en los taludes.

5.1.3. Medición y abono

Metro cuadrado de limpieza y desbroce del terreno. Con medios manuales o mecánicos.

Metro cúbico de retirada de tierra vegetal. Retirado y apilado de capa de tierra vegetal, con medios manuales o mecánicos

5.2. Excavación en zanjas y pozos

Excavaciones abiertas y asentadas en el terreno, accesibles a operarios, realizadas con medios manuales o mecánicos, con ancho o diámetro no mayor de 2 m ni profundidad superior a 7 m.

Las zanjas son excavaciones con predominio de la longitud sobre las otras dos dimensiones, mientras que los pozos son excavaciones de boca relativamente estrecha con relación a su profundidad.

5.2.1. De los componentes

Productos constituyentes:

- ❖ **Entibaciones.** Tablones y codales de madera, clavos, cuñas, etc.
- ❖ **Maquinaria.** Pala cargadora, compresor, retroexcavadora, martillo neumático, martillo rompedor, motoniveladora, etc.
- ❖ **Materiales auxiliares.** Bomba de agua, etc.

5.2.2. De la ejecución

Preparación

Antes de comenzar las excavaciones, estarán aprobados por la dirección facultativa el replanteo y las circulaciones que rodean al corte.

Las camillas de replanteo serán dobles en los extremos de las alineaciones, y estarán separadas del borde del vaciado no menos de 1 m.

Se solicitará de las correspondientes Compañías, la posición y solución a adoptar para las instalaciones que puedan ser afectadas por la excavación, así como la distancia de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

Se dispondrán puntos fijos de referencia, en lugares que no puedan ser afectados por la excavación, a los que se referirán todas las lecturas de cotas de nivel y desplazamientos horizontales y/o verticales de los puntos del terreno y/o edificaciones próximas señalados en la documentación técnica. Las lecturas diarias de los desplazamientos referidos a estos puntos, se anotarán en un estadillo para su control por la dirección facultativa.

Se determinará el tipo, situación, profundidad y dimensiones de cimentaciones que estén a una distancia de la pared del corte igual o menor de dos veces la profundidad de la zanja. Se evaluará la tensión de compresión que transmite al terreno la cimentación próxima.

El contratista notificará al director de las obras, con la antelación suficiente el comienzo de cualquier excavación, a fin de que éste pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado.

Fase de ejecución

Una vez efectuado el replanteo de las zanjas o pozos, el director de obra autorizará el inicio de la excavación.

La excavación continuará hasta llegar a la profundidad señalada en los planos y obtenerse una superficie firme y limpia a nivel o escalonada, según se ordene por la dirección facultativa.

El director de obra podrá autorizar la excavación en terreno meteorizable o erosionable hasta alcanzar un nivel equivalente a 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería o conducción a instalar y posteriormente excavar, en una segunda fase, el resto de la zanja hasta la rasante definitiva del fondo.

El comienzo de la excavación de zanjas o pozos, cuando sea para cimientos, se acometerá cuando se disponga de todos los elementos necesarios para proceder a su construcción, y se excavarán los últimos 30 cm en el momento de hormigonar.

Los fondos de las zanjas se limpiarán de todo material suelto y sus grietas o hendiduras se rellenarán con el mismo material que constituya el apoyo de la tubería o conducción.

En general, se evitará la entrada de aguas superficiales a las excavaciones, achicándolas lo antes posible cuando se produzcan, y adoptando las soluciones previstas para el saneamiento de las profundas.

En tanto se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondo de la excavación, se conservarán las contenciones, apuntalamientos y apeos realizados para la sujeción de las construcciones y/o terrenos adyacentes, así como de vallas y/o cerramientos.

Los productos de excavación de la zanja, aprovechables para su relleno posterior, se podrán depositar en caballones situados a un solo lado de la zanja, y a una separación del borde de la misma de un mínimo de 60 cm.

Acabados

Se retirarán los fragmentos de roca, lajas, bloques, y materiales térreos, que hayan quedado en situación inestable en la superficie final de la excavación, con el fin de evitar posteriores desprendimientos.

El refino de tierras se realizará siempre recortando y no recreciendo, si por alguna circunstancia se produce un sobreancho de excavación, inadmisibles bajo el punto de vista de estabilidad del talud, se rellenará con material compactado.

En los terrenos meteorizables o erosionables por lluvias, las operaciones de refino se realizarán en un plazo comprendido entre 3 y 30 días, según la naturaleza del terreno y las condiciones climatológicas del sitio.

Control y aceptación

Las zanjas se inspeccionarán cada 20 m o fracción, y los pozos cada unidad.

Controles durante la ejecución

Los puntos de observación serán los siguientes:

❖ Replanteo.

Cotas entre ejes.

Dimensiones en planta.

Zanjas y pozos. No aceptación de errores superiores al 2,5/1000 y variaciones iguales o superiores a ± 10 cm.

❖ Durante la excavación del terreno.

Comparar terrenos atravesados con lo previsto en Proyecto y Estudio Geotécnico.

Identificación del terreno de fondo en la excavación. Compacidad.

Comprobación cota de fondo.

Excavación colindante a medianerías. Precauciones.

Nivel freático en relación con lo previsto.

Defectos evidentes, cavernas, galerías, colectores, etc.

Agresividad del terreno y/o del agua freática.

Pozos. Entibación en su caso.

❖ Comprobación final.

El fondo y paredes de las zanjas y pozos terminados, tendrán las formas y dimensiones exigidas, con las modificaciones inevitables autorizadas, debiendo refinarse hasta conseguir unas diferencias de ± 5 cm, con las superficies teóricas.

Las irregularidades localizadas, previa a su aceptación, se corregirán de acuerdo con las instrucciones de la dirección facultativa.

Se comprobarán las cotas y pendientes, verificándolo con las estacas colocadas en los bordes del perfil transversal de la base del firme y en los correspondientes bordes de la coronación de la trinchera.

Conservación hasta la recepción de las obras

Se conservarán las excavaciones en las condiciones de acabado, tras las operaciones de refino, limpieza y nivelación, libres de agua y con los medios necesarios para mantener la estabilidad.

En los casos de terrenos meteorizables o erosionables por las lluvias, la excavación no deberá permanecer abierta a su rasante final más de 8 días sin que sea protegida o finalizados los trabajos de colocación de la tubería, cimentación o conducción a instalar en ella.

5.2.3. Medición y abono

- ❖ Metro cúbico de excavación a cielo abierto, medidos sobre planos de perfiles transversales del terreno, tomados antes de iniciar este tipo de excavación, y aplicadas las secciones teóricas de la excavación, en terrenos deficientes, blandos, medios, duros y rocosos, con medios manuales o mecánicos.
- ❖ Metro cuadrado de refino, limpieza de paredes y/o fondos de la excavación y nivelación de tierras. En terrenos deficientes, blandos, medios y duros, con medios manuales o mecánicos, sin incluir carga sobre transporte.

5.3. Relleno y apisonado de zanjas y pozos

Se definen como obras de relleno, las consistentes en la extensión y compactación de suelos procedentes de excavaciones o préstamos que se realizan en zanjas y pozos.

5.3.1. De los componentes

Productos constituyentes

Tierras o suelos procedentes de la propia excavación o de préstamos autorizados por la dirección facultativa.

Control y aceptación

Previa a la extensión del material se comprobará que es homogéneo y que su humedad es la adecuada para evitar su segregación durante su puesta en obra y obtener el grado de compactación exigido.

Los acopios de cada tipo de material se formarán y explotarán de forma que se evite su segregación y contaminación, evitándose una exposición prolongada del material a la intemperie, formando los acopios sobre superficies no contaminantes y evitando las mezclas de materiales de distintos tipos.

El soporte

La excavación de la zanja o pozo presentará un aspecto cohesivo. Se habrán eliminado los lentejones y los laterales y fondos estarán limpios y perfilados.

5.3.2. De la ejecución

Preparación

Cuando el relleno haya de asentarse sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán las segundas, conduciéndolas fuera del área donde vaya a realizarse el relleno, ejecutándose éste posteriormente.

Fase de ejecución

En general, se verterán las tierras en el orden inverso al de su extracción cuando el relleno se realice con tierras propias. Se rellenará por tongadas apisonadas de 20 cm, exentas las tierras de áridos o terrones mayores de 8 cm.

En los últimos 50 cm se alcanzará una densidad seca del 100% de la obtenida en el ensayo Próctor Normal y del 95% en el resto. Cuando no sea posible este control, se comprobará que el pisón no deje huella tras apisonarse fuertemente el terreno y se reducirá la altura de tongada a 10 cm y el tamaño del árido o terrón a 4 cm. Si las tierras de relleno son arenosas, se compactará con bandeja vibratoria.

Control y aceptación

Las zanjas se inspeccionarán cada 50 m³ o fracción, y no se realizarán menos de una inspección por zanja.

Se rechazará si la compactación no se ajusta a lo especificado o si presenta asientos en su superficie. Se comprobará, para volúmenes iguales, que el peso de muestras de terreno apisonado no sea menor que el terreno inalterado colindante.

Conservación hasta la recepción de las obras

El relleno se ejecutará en el menor plazo posible, cubriéndose una vez terminado, para evitar en todo momento la contaminación del relleno por materiales extraños o por agua de lluvia que produzca encharcamientos superficiales.

Si a pesar de las precauciones adoptadas, se produjese una contaminación en alguna zona del relleno, se eliminará el material afectado, sustituyéndolo por otro en buenas condiciones.

5.3.3. Medición y abono

- ❖ **Metro cúbico de relleno y extendido de material filtrante.** Compactado, incluso refino de taludes.

- ❖ **Metro cúbico de relleno de zanjas o pozos.** Con tierras propias, tierras de préstamo y arena, compactadas por tongadas uniformes, con pisón manual o bandeja vibratoria.

Artículo 6. Base de zahorra natural

Los materiales serán áridos no triturados procedentes de graveras o depósitos naturales, o bien suelos granulares, o mezcla de ambos.

La fracción cernida por el tamiz 0,063 UNE, será menor que los dos tercios (2/3) de la fracción cernida por el tamiz 0,25 UNE, en peso.

El contenido ponderal de compuestos de azufre totales (expresados en SO₃), determinado según la UNE-EN 1744-1, será inferior al cinco por mil (< 0,5 %) donde los materiales están en contacto con capas tratadas con cemento, e inferior al uno por ciento (< 1 %) en los demás casos.

El tamaño máximo no será superior a la mitad (1/2) del espesor de la tongada extendida y compactada.

El coeficiente de desgaste medido por el ensayo de Los Ángeles será inferior a cuarenta (40). El ensayo se realizará según la norma UNE-EN 1097-2.

El material estará exento de terrones de arcilla, marga, materia orgánica o cualquier otra que pueda afectar a la durabilidad de la capa.

El coeficiente de limpieza según la Norma UNE 146130 deberá ser inferior a dos (2). El Equivalente de Arena será mayor de treinta (30).

Tendrá un C.B.R. mayor de veinte (20).

El material será “no plástico” (UNE 103104).

La compactación exigida para la base de zahorra natural será de noventa y ocho por ciento (98 %) de la máxima obtenida en el ensayo “Proctor modificado” y se realizará por tongadas, convenientemente humectadas, de un espesor comprendido entre diez y treinta centímetros (10 cm - 30 cm), después de compactarlas.

La zahorra natural no se extenderá hasta que se haya comprobado que la superficie sobre la que haya de asentarse tenga las condiciones de calidad y forma previstas, con las tolerancias establecidas.

La ejecución de la base deberá evitar la segregación del material, creará las pendientes necesarias para el drenaje superficial y contará con una humectación uniforme. Todas las operaciones de aportación de agua tendrán lugar antes de la compactación. Después la única humectación admisible será la destinada a lograr en superficie la humedad necesaria

para la ejecución de la capa siguiente. La superficie acabada no podrá tener irregularidades superiores a veinte milímetros (20 mm.) y no podrá rebasar a la superficie teórica en ningún punto. Las zahorras naturales se podrán emplear siempre que las condiciones climatológicas no hayan producido alteraciones en la humedad del material tales que se supere en más de dos (2) puntos porcentuales la humedad óptima. Se suspenderá la ejecución con temperatura ambiente a la sombra, igual o inferior a dos grados centígrados (2°C).

En todos los extremos no señalados en el presente Pliego, la ejecución de esta unidad de obra se ajustará a lo indicado en el artículo "Zahorras" del PG-3.

Medición y abono

Esta unidad se medirá y abonará al precio que para el metro cúbico (m³) de subbase de zahorra natural figura en el Cuadro de Precios Número 1 que incluye el material, su manipulación, transporte, extendido, humectación, compactación y operaciones complementarias de preparación de la superficie de asiento y terminación.

Artículo 7. Hormigones

El hormigón armado es un material compuesto por otros dos: el hormigón (mezcla de cemento, áridos y agua y, eventualmente, aditivos y adiciones, o solamente una de estas dos clases de productos) y el acero, cuya asociación permite una mayor capacidad de absorber solicitaciones que generen tensiones de tracción, disminuyendo además la fisuración del hormigón y confiriendo una mayor ductilidad al material compuesto.

Nota: Todos los artículos y tablas citados a continuación se corresponden con la Instrucción EHE-08 "Instrucción de Hormigón Estructural", salvo indicación expresa distinta.

7.1. De los componentes

Productos constituyentes

- ❖ **Hormigón para armar.** Se tipificará de acuerdo con el artículo 39.2 indicando la resistencia característica especificada, que no será inferior a 25 N/mm² en hormigón armado, (artículo 30.5); el tipo de consistencia, medido por su asiento en cono de Abrams, (artículo 30.6); el tamaño máximo del árido (artículo 28.2) y la designación del ambiente (artículo 8.2.1).

- ❖ **Tipos de hormigón.**

Hormigón fabricado en central de obra o preparado.

Hormigón no fabricado en central.

- ❖ **Materiales constituyentes.**

Cemento.

Los cementos empleados podrán ser aquellos que cumplan la vigente Instrucción para la Recepción de Cementos (RC-16), correspondan a la clase resistente 32,5 o superior y cumplan las especificaciones del artículo 26 de la Instrucción EHE-08.

El cemento se almacenará de acuerdo con lo indicado en el artículo 26.3; si el suministro se realiza en sacos, el almacenamiento será en lugares ventilados y no húmedos; si el suministro se realiza a granel, el almacenamiento se llevará a cabo en silos o recipientes que lo aislen de la humedad.

Agua.

El agua utilizada, tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra, no contendrá sustancias nocivas en cantidades tales que afecten a las propiedades del hormigón o a la protección de las armaduras. En general, podrán emplearse todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.

Se prohíbe el empleo de aguas de mar o salinas análogas para el amasado o curado de hormigón armado, salvo estudios especiales. Deberá cumplir las condiciones establecidas en el artículo 27.

Áridos.

Los áridos deberán cumplir las especificaciones contenidas en el artículo 28. Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arenas y gravas existentes en yacimientos naturales o rocas machacadas, así como otros productos cuyo empleo se encuentre sancionado por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudios realizados en laboratorio. Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables. Los áridos se designarán por su tamaño mínimo y máximo en mm.

El tamaño máximo de un árido grueso será menor que las dimensiones siguientes:

- 0,8 de la distancia horizontal libre entre armaduras que no formen grupo, o entre un borde de la pieza y una armadura que forme un ángulo mayor de 45° con la dirección del hormigonado;
- 1,25 de la distancia entre un borde de la pieza y una armadura que forme un ángulo no mayor de 45° con la dirección de hormigonado,
- 0,25 de la dimensión mínima de la pieza, excepto en los casos siguientes:

Losa superior de los forjados, donde el tamaño máximo del árido será menor que 0,4 veces el espesor mínimo.

Piezas de ejecución muy cuidada y aquellos elementos en los que el efecto pared del encofrado sea reducido (forjados, que sólo se encofran por una cara), en cuyo caso será menor que 0,33 veces el espesor mínimo.

Los áridos deberán almacenarse de tal forma que queden protegidos de una posible contaminación por el ambiente, y especialmente, por el terreno, no debiendo mezclarse de forma incontrolada las distintas fracciones granulométricas.

Deberán también adoptarse las necesarias precauciones para eliminar en lo posible la segregación, tanto durante el almacenamiento como durante el transporte.

Otros componentes.

Podrán utilizarse como componentes del hormigón los aditivos y adiciones, siempre que se justifique con la documentación del producto o los oportunos ensayos que la sustancia agregada en las proporciones y condiciones previstas produce el efecto deseado sin perturbar excesivamente las restantes características del hormigón ni representar peligro para la durabilidad del hormigón ni para la corrosión de armaduras.

En los hormigones armados se prohíbe la utilización de aditivos en cuya composición intervengan cloruros, sulfuros, sulfitos u otros componentes químicos que puedan ocasionar o favorecer la corrosión de las armaduras.

La Instrucción EHE recoge únicamente la utilización de cenizas volantes y el humo de sílice (artículo 29.2).

Las armaduras pasivas serán de acero y estarán constituidas por:

- Barras corrugadas: Los diámetros nominales se ajustarán a la serie siguiente: 6- 8-10 - 12 - 14 - 16 -20 -25 - 32 y 40 mm.
- Mallas electrosoldadas: Los diámetros nominales de los alambres corrugados empleados se ajustarán a la serie siguiente: 5 - 5,5 - 6- 6,5 - 7 - 7,5 - 8- 8,5 - 9 - 9,5 - 10 -10,5 - 11 - 11,5- 12 y 14 mm.

Cumplirán los requisitos técnicos establecidos en las UNE 36068:94, 36092:96 y 36739:95 EX, respectivamente, entre ellos las características mecánicas mínimas, especificadas en el artículo 31 de la instrucción EHE-08.

Tanto durante el transporte como durante el almacenamiento, las armaduras pasivas se protegerán de la lluvia, la humedad del suelo y de posibles agentes agresivos. Hasta el momento de su empleo se conservarán en obra, cuidadosamente clasificadas según sus tipos, calidades, diámetros y procedencias.

Control y aceptación

A. Hormigón fabricado en central de obra u hormigón preparado

❖ Control documental.

En la recepción se controlará que cada carga de hormigón vaya acompañada de una hoja de suministro, firmada por persona física, a disposición de la dirección de obra, y en la que figuren, los datos siguientes:

1. Nombre de la central de fabricación de hormigón.
2. Número de serie de la hoja de suministro.
3. Fecha de entrega.
4. Nombre del peticionario y del responsable de la recepción.
5. Especificación del hormigón.
 - a) Tipo, clase, y marca del cemento.
 - b) Consistencia.
 - c) Tamaño máximo del árido.
 - d) Tipo de aditivo, según UNE-EN 934-2:98, si lo hubiere, y en caso contrario, indicación expresa de que no contiene.
 - e) Procedencia y cantidad de adición (cenizas volantes o humo de sílice, artículo 29.2) si la hubiere, y en caso contrario, indicación expresa de que no contiene.
6. Designación específica del lugar del suministro (nombre y lugar).
7. Cantidad del hormigón que compone la carga, expresada en metros cúbicos de hormigón fresco.
8. Identificación del camión hormigonera (o equipo de transporte) y de la persona que proceda a la descarga, según artículo 69.2.9.2.
9. Hora límite de uso para el hormigón.

La dirección de obra podrá eximir de la realización del ensayo de penetración de agua cuando, además, el suministrador presente una documentación que permita el control documental sobre los siguientes puntos:

1. Composición de las dosificaciones de hormigón que se va a emplear.
2. Identificación de las materias primas.
3. Copia del informe con los resultados del ensayo de determinación de profundidad de penetración de agua bajo presión realizados por laboratorio oficial o acreditado, como máximo con 6 meses de antelación.
4. Materias primas y dosificaciones empleadas en la fabricación de las probetas utilizadas en los anteriores ensayos, que deberán coincidir con las declaradas por el suministrador para el hormigón empleado en obra.

❖ **Ensayos de control del hormigón.**

El control de la calidad del hormigón comprenderá el de su resistencia, consistencia y durabilidad:

1. Control de la consistencia (artículo 83.2). Se realizará siempre que se fabriquen probetas para controlar la resistencia, en control reducido o cuando lo ordene la dirección de obra.
2. Control de la durabilidad (artículo 85). Se realizará el control documental, a través de las hojas de suministro, de la relación a/c y del contenido de cemento. Si la clase de exposición es IV o cuando el ambiente presente cualquier clase de exposición específica, se realizará el control de la penetración de agua. Se realizará siempre que se fabriquen probetas para controlar la resistencia, en control reducido o cuando lo ordene la dirección de obra.
3. Control de la resistencia (artículo 84). Con independencia de los ensayos previos y característicos (preceptivos si no se dispone de experiencia previa en materiales, dosificación y proceso de ejecución previstos), y de los ensayos de información complementaria, la Instrucción EHE-08 establece con carácter preceptivo el control de la resistencia a lo largo de la ejecución del elemento mediante los ensayos de control, indicados en el artículo 88.

Ensayos de control de resistencia.

Tienen por objeto comprobar que la resistencia característica del hormigón de la obra es igual o superior a la de proyecto. El control podrá realizarse según las siguientes modalidades:

1. Control a nivel reducido (artículo 88.2).
2. Control al 100 por 100, cuando se conozca la resistencia de todas las amasadas (artículo 88.3).
3. Control estadístico del hormigón cuando sólo se conozca la resistencia de una fracción de las amasadas que se colocan (artículo 88.4 de la Instrucción EHE-08). Este tipo de control es de aplicación general a obras de hormigón estructural. Para la realización del control se divide la obra en lotes con unos tamaños máximos en función del tipo de elemento estructural de que se trate. Se determina la resistencia de N amasadas por lote y se obtiene la resistencia característica estimada. Los criterios de aceptación o rechazo del lote se establecen en el artículo 88.5.

B. Hormigón no fabricado en central.

En el hormigón no fabricado en central se extremarán las precauciones en la dosificación, fabricación y control.

❖ Control documental.

El constructor mantendrá en obra, a disposición de la dirección de obra, un libro de registro donde constará:

1. La dosificación o dosificaciones nominales a emplear en obra, que deberá ser aceptada expresamente por la dirección de obra. Así como cualquier corrección realizada durante el proceso, con su correspondiente justificación.
2. Relación de proveedores de materias primas para la elaboración del hormigón.
3. Descripción de los equipos empleados en la elaboración del hormigón.
4. Referencia al documento de calibrado de la balanza de dosificación del cemento.
5. Registro del número de amasadas empleadas en cada lote, fechas de hormigonado y resultados de los ensayos realizados, en su caso. En cada registro se indicará el contenido de cemento y la relación agua cemento empleados y estará firmado por persona física.

❖ **Ensayos de control del hormigón.**

Ensayos previos del hormigón.

Para establecer la dosificación, el fabricante de este tipo de hormigón deberá realizar ensayos previos, según el artículo 86, que serán preceptivos salvo experiencia previa.

- Ensayos característicos del hormigón: Para comprobar, en general antes del comienzo de hormigonado, que la resistencia real del hormigón que se va a colocar en la obra no es inferior a la de proyecto, el fabricante de este tipo de hormigón deberá realizar ensayos, según el artículo 87, que serán preceptivos salvo experiencia previa.
- Ensayos de control del hormigón: Se realizarán los mismos ensayos que los descritos para el hormigón fabricado en central.
- De los materiales constituyentes:

Cemento (artículos 26 y 81.1 de la Instrucción EHE-08, Instrucción RC- 16).

Se establece la recepción del cemento conforme a la vigente Instrucción para la Recepción de Cementos (RC-16). El responsable de la recepción del cemento deberá conservar una muestra preventiva por lote durante 100 días.

Control documental

Cada partida se suministrará con un albarán y documentación anexa, que acredite que está legalmente fabricado y comercializado, de acuerdo con lo establecido en el apartado 9, Suministro e Identificación de la Instrucción RC-16

Ensayos de control

Antes de comenzar el hormigonado, o si varían las condiciones de suministro y cuando lo indique la dirección de obra, se realizarán los ensayos de recepción previstos en la Instrucción RC-16 y los correspondientes a la determinación del ión cloruro, según el artículo 26 de la Instrucción EHE-08.

Al menos una vez cada tres meses de obra y cuando lo indique la dirección de obra, se comprobarán: componentes del cemento, principio y fin de fraguado, resistencia a compresión y estabilidad de volumen.

Distintivo de calidad. Marca AENOR. Homologación MICT.

Cuando el cemento posea un distintivo reconocido o un CC-EHE, se le eximirá de los ensayos de recepción. En tal caso, el suministrador deberá aportar la documentación de identificación del cemento y los resultados de autocontrol que se posean.

Con independencia de que el cemento posea un distintivo reconocido o un CC- EHE, si el período de almacenamiento supera 1, 2 ó 3 meses para los cementos de las clases resistentes 52,5, 42,5, 32,5, respectivamente, antes de los 20 días anteriores a su empleo se realizarán los ensayos de principio y fin de fraguado y resistencia mecánica inicial a 7 días (si la clase es 32,5) o a 2 días (las demás clases).

Agua (artículos 27 y 81.2).

Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, se realizarán los siguientes ensayos según normas UNE: Exponente de hidrógeno pH. Sustancias disueltas. Sulfatas. Ion Cloruro. Hidratos de carbono. Sustancias orgánicas solubles en éter.

Áridos (artículo 28).

Control documental

Cada carga de árido irá acompañada de una hoja de suministro que estará en todo momento a disposición de la dirección de obra, y en la que figuren los datos que se indican en el artículo 28.4.

Ensayos de control: (según normas UNE): Terrones de arcilla. Partículas blandas (en árido grueso). Materia que flota en líquido de p.e. = 2. Compuesto de azufre. Materia orgánica (en árido fino). Equivalente de arena. Azul de metileno. Granulometría. Coeficiente de forma. Finos que pasan por el tamiz 0,063 UNE EN 933-2:96. Determinación de cloruros. Además para firmes rígidos en viales: Friabilidad de la arena. Resistencia al desgaste de la grava. Absorción de agua. Estabilidad de los áridos.

Salvo que se disponga de un certificado de idoneidad de los áridos que vayan a utilizarse emitido como máximo un año antes de la fecha de empleo, por un laboratorio oficial o acreditado, deberán realizarse los ensayos indicados.

Aditivos (artículo 29).

Control documental

No podrán utilizarse aditivos que no se suministren correctamente etiquetados y acompañados del certificado de garantía del fabricante, firmado por una persona física. Cuando se utilicen cenizas volantes o humo de sílice, se exigirá el correspondiente certificado de garantía emitido por un laboratorio oficial u oficialmente acreditado con los resultados de los ensayos prescritos en el artículo 29.2.

Ensayos de control

Se realizarán los ensayos de aditivos y adiciones indicados en los artículos 29 y

81.4 acerca de su composición química y otras especificaciones.

Antes de comenzar la obra se comprobará en todos los casos el efecto de los aditivos sobre las características de calidad del hormigón. Tal comprobación se realizará mediante los ensayos previos citados en el artículo 86.

Acero en armaduras pasivas.

Control documental

- a) Aceros certificados (con distintivo reconocido o CC-EHE según artículo 1): Cada partida de acero irá acompañada de:
 1. Acreditación de que está en posesión del mismo.
 2. Certificado específico de adherencia, en el caso de barras y alambres corrugados.
 3. Certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física, en el que se indiquen los valores límites de las diferentes características expresadas en los artículos 31.2 (barras corrugadas), 31.3 (mallas electrosoldadas) y 31.4 (armaduras básicas electrosoldadas en celosía) que justifiquen que el acero cumple las exigencias contenidas en la Instrucción EHE-08.

- b) Aceros no certificados (sin distintivo reconocido o CC-EHE según artículo 1): Cada partida de acero irá acompañada de:
 1. Resultados de los ensayos correspondientes a la composición química, características mecánicas y geométricas.
 2. Certificado específico de adherencia, en el caso de barras y alambres corrugados.
 3. CC-EHE, que justifiquen que el acero cumple las exigencias establecidas en los artículos 31.2, 31.3 y 31.4, según el caso.

Ensayos de control

Se tomarán muestras de los aceros para su control según lo especificado en el artículo 90, estableciéndose los siguientes niveles de control:

- a) **Control a nivel reducido, sólo para aceros certificados.** Se comprobará sobre cada diámetro que la sección equivalente cumple lo especificado en el artículo 31.1, realizándose dos verificaciones en cada partida; no formación de grietas o fisuras en las zonas de doblado y ganchos de anclaje, mediante inspección en obra. Las condiciones de aceptación o rechazo se establecen en el artículo 90.5.
- b) **Control a nivel normal.** Las armaduras se dividirán en lotes que correspondan a un mismo suministrador, designación y serie. Se definen las siguientes series:
 1. Serie fina: diámetros inferiores o iguales 10 mm
 2. Serie media: diámetros de 12 a 25 mm
 3. Serie gruesa: diámetros superiores a 25 mm

El tamaño máximo del lote será de 40 t para acero certificado y de 20 t para acero no certificado.

Se comprobará sobre una probeta de cada diámetro, tipo de acero y suministrador en dos ocasiones:

1. Límite elástico, carga de rotura y alargamiento en rotura. Por cada lote, en dos probetas, se comprobará que la sección equivalente cumple lo especificado en el artículo 31.1, se comprobarán las características geométricas de los resaltos, según el art. 31.2, se realizará el ensayo de doblado-desdoblado indicado en el artículo 31.2 y 31.3.
2. En el caso de existir empalmes por soldadura se comprobará la soldabilidad (artículo 90.4). Las condiciones de aceptación o rechazo se establecen en el artículo 90.5.

Compatibilidad

Se prohíbe el empleo de aluminio en moldes que vayan a estar en contacto con el hormigón. Se tomarán las precauciones necesarias, en función de la agresividad ambiental a la que se encuentre sometido cada elemento, para evitar su degradación pudiendo alcanzar la duración de la vida útil acordada. Se adoptarán las prescripciones respecto a la durabilidad del hormigón y de las armaduras, según el artículo 37, con la selección de las formas estructurales adecuadas, la calidad adecuada del hormigón y en especial de su capa exterior, el espesor de los recubrimientos de las armaduras, el valor máximo de abertura de fisura, la disposición de protecciones superficiales en al caso de ambientes muy agresivos y en la adopción de medidas contra la corrosión de las armaduras, quedando prohibido poner en contacto las armaduras con otros metales de muy diferente potencial galvánico.

7.2. De la ejecución del elemento.

Preparación

Deberán adoptarse las medidas necesarias durante el proceso constructivo, para que se verifiquen las hipótesis de carga consideradas en el cálculo de las estructura (empotramientos, apoyos, etc.).

Además de las especificaciones que se indican a continuación, son de observación obligada todas las normas y disposiciones que exponen la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08 y la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02. En caso de duda o contraposición de criterios, serán efectivos los que den las Instrucciones, siendo intérprete la dirección facultativa de las obras. Documentación necesaria para el comienzo de las obras.

Disposición de todos los medios materiales y comprobación del estado de los mismos.
Replanteo de la estructura que va a ejecutarse. Condiciones de diseño

Fases de ejecución

❖ Ejecución de la ferralla.

Corte. Se llevará a cabo de acuerdo con las normas de buena práctica, utilizando cizallas, sierras, discos o máquinas de oxicorte y quedando prohibido el empleo del arco eléctrico.

Doblado, según artículo 66.3. Las barras corrugadas se doblarán en frío, ajustándose a los planos e instrucciones del proyecto, se realizará con medios mecánicos, con velocidad moderada y constante, utilizando mandriles de tal forma que la zona doblada tenga un radio de curvatura constante y con un diámetro interior que cumpla las condiciones establecidas en el artículo 66.3.

Los cercos y estribos podrán doblarse en diámetros inferiores a los indicados con tal de que ello no origine en dichos elementos un principio de fisuración. En ningún caso el diámetro será inferior a 3 cm ni a 3 veces el diámetro de la barra.

En el caso de mallas electrosoldadas rigen también siempre las limitaciones que el doblado se efectúe a una distancia igual a 4 diámetros contados a partir del nudo, o soldadura, más próximo. En caso contrario el diámetro mínimo de doblado no podrá ser inferior a 20 veces el diámetro de la armadura.

Colocación de las armaduras. Las jaulas o ferralla serán lo suficientemente rígidas y robustas para asegurar la inmovilidad de las bañas durante su transporte y montaje y el hormigonado de la pieza, de manera que no varíe su posición especificada en proyecto y permitan al hormigón envolventes sin dejar coqueras.

La distancia libre, horizontal y vertical, entre dos bañas aisladas consecutivas, salvo el caso de grupos de bañas, será igual o superior al mayor de los tres valores siguientes:

2 cm

El diámetro de la mayor.

1,25 veces el tamaño máximo del árido.

Separadores. Los calzos y apoyos provisionales en los encofrados y moldes deberán ser de hormigón, mortero o plástico o de otro material apropiado, quedando prohibidos los de madera y, si el hormigón ha de quedar visto, los metálicos.

Se comprobarán en obra los espesores de recubrimiento indicados en proyecto, que en cualquier caso cumplirán los mínimos del artículo 37.2.4.

Los recubrimientos deberán garantizarse mediante la disposición de los correspondientes elementos separadores colocados en obra.

Anclajes. Se realizarán según indicaciones del artículo 66.5.

Empalmes. No se dispondrán más que aquellos empalmes indicados en los planos y los que autorice la dirección de obra. En los empalmes por solapo, la separación entre las bañas será de 4 diámetros como máximo.

En las armaduras en tracción esta separación no será inferior a los valores indicados para la distancia libre entre barras aisladas.

Para los empalmes por solapo en grupo de barras y de mallas electrosoldadas se ejecutará lo indicado respectivamente, en los artículos 66.6.3 y 66.6.4. Para empalmes mecánicos se estará a lo dispuesto en el artículo 66.6.6.

Los empalmes por soldadura deberán realizarse de acuerdo con los procedimientos de soldadura descritos en la UNE 36832:97, y ejecutarse por operarios debidamente cualificados.

Las soldaduras a tope de barras de distinto diámetro podrán realizarse siempre que la diferencia entre diámetros sea inferior a 3 mm.

❖ **Fabricación y transporte a obra del hormigón.**

Las materias primas se amasarán de forma que se consiga una mezcla íntima y uniforme, estando todo el árido recubierto de pasta de cemento.

La dosificación del cemento, de los áridos y en su caso, de las adiciones, se realizará por peso. No se mezclarán masas frescas de hormigones fabricados con cementos no compatibles debiendo limpiarse las hormigoneras antes de comenzar la fabricación de una masa con un nuevo tipo de cemento no compatible con el de la masa anterior.

Hormigón fabricado en central de obra o preparado.

En cada central habrá una persona responsable de la fabricación, con formación y experiencia suficiente, que estará presente durante el proceso de producción y que será distinta del responsable del control de producción.

En la dosificación de los áridos, se tendrá en cuenta las correcciones debidas a su humedad, y se utilizarán básculas distintas para cada fracción de árido y de cemento. El tiempo de amasado no será superior al necesario para garantizar la uniformidad de la

mezcla del hormigón, debiéndose evitar una duración excesiva que pudiera producir la rotura de los áridos.

La temperatura del hormigón fresco debe, si es posible, ser igual o inferior a 30°C e igual o superior a 5°C en tiempo frío o con heladas. Los áridos helados deben ser descongelados por completo previamente o durante el amasado.

Hormigón no fabricado en central

La dosificación del cemento se realizará por peso. Los áridos pueden dosificarse por peso o por volumen, aunque no es recomendable este segundo procedimiento. El amasado se realizará con un período de batido, a la velocidad del régimen, no inferior a noventa segundos.

El fabricante será responsable de que los operarios encargados de las operaciones de dosificación y amasado tengan acreditada suficiente formación y experiencia.

Transporte del hormigón preparado.

El transporte mediante amasadora móvil se efectuará siempre a velocidad de agitación y no de régimen.

El tiempo transcurrido entre la adición de agua de amasado y la colocación del hormigón no debe ser mayor a una hora y media.

En tiempo caluroso, el tiempo límite debe ser inferior salvo que se hayan adoptado medidas especiales para aumentar el tiempo de fraguado.

❖ **Cimbras, encofrados y moldes (artículo 65).**

Serán lo suficientemente estancos para impedir una pérdida apreciable de pasta entre las juntas, indicándose claramente sobre el encofrado la altura a hormigonar y los elementos singulares.

El encofrado (los fondos y laterales) estará limpio en el momento de hormigonar, quedando el interior pintado con desencofrante antes del montaje, sin que se produzcan goteos, de manera que el desencofrante no impedirá la ulterior aplicación de revestimiento ni la posible ejecución de juntas de hormigonado, especialmente cuando sean elementos que posteriormente se hayan de unir para trabajar solidariamente. El empleo de estos productos deberá ser expresamente autorizado por la dirección facultativa. Las superficies internas se limpiarán y humedecerán antes del vertido del hormigón. La sección del elemento no quedará disminuida en ningún punto por la introducción de elementos del encofrado ni de otros.

No se transmitirán al encofrado vibraciones de motores. El desencofrado se realizará sin golpes y sin sacudidas.

Los encofrados se realizarán de madera o de otro material suficientemente rígido. Podrán desmontarse fácilmente, sin peligro para las personas y la construcción, apoyándose las

cimbras, pies derechos, etc. que sirven para mantenerlos en su posición, sobre cuñas, cajas de arena y otros sistemas que faciliten el desencofrado.

Las cimbras, encofrados y moldes poseerán una resistencia y rigidez suficientes para garantizar el cumplimiento de las tolerancias dimensionales y para resistir sin deformaciones perjudiciales las acciones que puedan producirse como consecuencia del proceso de hormigonado, las presiones del hormigón fresco y el método de compactación empleado.

Las caras de los moldes estarán bien lavadas. Los moldes ya usados que deban servir para unidades repetidas serán cuidadosamente rectificadas y limpiadas.

Puesta en obra del hormigón

No se colocarán en obra masas que acusen un principio de fraguado.

No se colocarán en obra tongadas de hormigón cuyo espesor sea superior al que permita una compactación completa de la masa.

No se efectuará el hormigonado en tanto no se obtenga la conformidad de la dirección de obra.

El hormigonado de cada elemento se realizará de acuerdo con un plan previamente establecido en el que se deberán tenerse en cuenta las deformaciones previsibles de encofrados y cimbras.

En general, se controlará que el hormigonado del elemento, se realice en una jornada.

Se adoptarán las medidas necesarias para que, durante el vertido y colocación de las masas de hormigón, no se produzca disgregación de la mezcla, evitándose los movimientos bruscos de la masa, o el impacto contra los encofrados verticales y las armaduras. Queda prohibido el vertido en caída libre para alturas superiores a un metro.

❖ Compactación, según artículo 70.2.

Se realizará mediante los procedimientos adecuados a la consistencia de la mezcla, debiendo prolongarse hasta que refluya la pasta a la superficie.

Como criterio general el hormigonado en obra se compactará por:

Picado con barra: los hormigones de consistencia blanda o fluida, se picarán hasta la capa inferior ya compactada.

Vibrado normal en los hormigones plásticos o blandos. Vibrado enérgico: Los hormigones secos se compactarán, en tongadas no superiores a 20 cm.

❖ Hormigonado en temperaturas extremas.

La temperatura de la masa del hormigón en el momento de verterla en el molde o encofrado no será inferior a 5°C.

Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos cuya temperatura sea inferior a 0°C.

En general se suspenderá el hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

El empleo de aditivos anticongelantes requerirá una autorización expresa, en cada caso, de la dirección de obra. Cuando el hormigonado se efectúe en tiempo caluroso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar la evaporación del agua de amasado, en particular durante el transporte del hormigón y para reducir la temperatura de la masa.

Para ello, los materiales y encofrados deberán estar protegidos del soleamiento y una vez vertido se protegerá la mezcla del sol y del viento, para evitar que se deseque.

❖ **Curado del hormigón, según artículo 74.**

Se deberán tomar las medidas oportunas para asegurar el mantenimiento de la humedad del hormigón durante el fraguado y primer período de endurecimiento, mediante un adecuado curado. Este se prolongará durante el plazo necesario en función del tipo y clase de cemento, de la temperatura y grado de humedad del ambiente, etc. y será determinada por la dirección de obra.

Si el curado se realiza mediante riego directo, éste se hará sin que produzca deslavado de la superficie y utilizando agua sancionada como aceptable por la práctica. Queda prohibido el empleo de agua de mar.

❖ **Descimbrado, desencofrado y desmoldeo, según artículo 75.**

Las operaciones de descimbrado, desencofrado y desmoldeo no se realizarán hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar, con suficiente seguridad y sin deformaciones excesivas, los esfuerzos a los que va a estar sometido, durante y después de estas operaciones, y en cualquier caso, precisarán la autorización de la dirección de obra.

En el caso de haber utilizado cemento de endurecimiento normal, pueden tomarse como referencia los períodos mínimos de la tabla 75.

Acabados

Las superficies vistas, una vez desencofradas o desmoldeadas, no presentarán coqueras o irregularidades que perjudiquen al comportamiento de la obra a su aspecto exterior.

Para los acabados especiales se especificarán los requisitos directamente o bien mediante patrones de superficie.

Para el recubrimiento o relleno de las cabezas de anclaje, orificios, entalladuras, cajetines, etc., que deba efectuarse una vez terminadas las piezas, en general se utilizarán morteros fabricados con masas análogas a las empleadas en el hormigonado de dichas piezas,

pero retirando de ellas los áridos de tamaño superior a 4mm Todas las superficies de mortero se acabarán de forma adecuada.

Control y aceptación

- ❖ Directorio de agentes involucrados. Existencia de libros de registro y órdenes reglamentarios.
- ❖ Existencia de archivo de certificados de materias, hojas de suministro, resultados de control, documentos de proyecto y sistema de clasificación de cambios de proyecto o de información complementaria. Revisión de planos y documentos contractuales.
- ❖ Existencia de control de calidad de materiales de acuerdo con los niveles especificados.
- ❖ Comprobación general de equipos: certificados de tarado, en su caso.
- ❖ Suministro y certificado de aptitud de materiales.
- ❖ Comprobaciones de replanteo y geométricas.
 - Comprobación de cotas, niveles y geometría.
 - Comprobación de tolerancias admisibles,
- ❖ Cimbras y andamiajes
 - Existencia de cálculo, en los casos necesarios.
 - Comprobación de planos.
 - Comprobación de cotas y tolerancias.
 - Revisión del montaje.
- ❖ Armaduras.
 - Disposición, número y diámetro de barras, según proyecto.
 - Corte y doblado.
 - Almacenamiento.
 - Tolerancias de colocación.
 - Recubrimientos y separación entre armaduras. Utilización de calzos, separadores y elementos de suspensión de las armaduras para obtener el recubrimiento adecuado y posición correcta.
 - Estado de anclajes, empalmes y accesorios
- ❖ Encofrados

- Estanqueidad, rigidez y textura.
- Tolerancias.
- Posibilidad de limpieza, incluidos los fondos.
- Geometría.
- ❖ Transporte, vertido y compactación del hormigón.
 - Tiempos de transporte
 - Limitaciones de la altura de vertido. Forma de vertido no contra las paredes de la excavación o del encofrado.
 - Espesor de tongadas.
 - Localización de amasadas a efectos del control de calidad del material.
 - Frecuencia del vibrador utilizado.
 - Duración, distancia y profundidad de vibración en función del espesor de la tongada (cosido de tongadas).
 - Vibrado siempre sobre la masa hormigón.
- ❖ Curado del hormigón.
 - Mantenimiento de la humedad superficial en los 7 primeros días. Protección de superficies.
 - Predicción meteorológica y registro diario de las temperaturas.
 - Actuaciones:
 - En tiempo frío: prevenir congelación.
 - En tiempo caluroso: prevenir el agrietamiento en la masa del hormigón
 - En tiempo lluvioso: prevenir el lavado del hormigón o En tiempo ventoso: prevenir evaporación del agua
 - Temperatura $\leq -4^{\circ}\text{C}$ o $\geq 40^{\circ}\text{C}$, con hormigón fresco: Investigación.
- ❖ Desmoldado y descimbrado.
 - Control de sobrecargas de construcción.
- Comprobación de los plazos de descimbrado.
 - ❖ Comprobación final.

–Reparación de defectos y limpieza de superficies

–Tolerancias dimensionales. En caso de superadas, investigación. Se comprobará que las dimensiones de los elementos ejecutados presentan unas desviaciones admisibles para el funcionamiento adecuado de la construcción. El autor del proyecto podrá adoptar el sistema de tolerancias de la Instrucción EHE, Anejo 10, completado o modificado según estime oportuno.

Conservación hasta la recepción de las obras

Durante la ejecución se evitará la actuación de cualquier carga estática o dinámica que pueda provocar daños irreversibles en los elementos ya hormigonados.

7.3. Medición y abono

El hormigón se medirá y abonará por metro cúbico realmente vertido en obra, midiendo entre caras interiores de encofrado de superficies vistas. En las obras de cimentación que no necesiten encofrado se medirá entre caras de terreno excavado. En el caso de que en el Cuadro de Precios la unidad de hormigón se exprese por metro cuadrado como es el caso de soleras, forjado, etc., se medirá de esta forma por metro cuadrado realmente ejecutado, incluyéndose en las mediciones todas las desigualdades y aumentos de espesor debidas a las diferencias de la capa inferior. Si en el Cuadro de Precios se indicara que está incluido el encofrado, acero, etc., siempre se considerará la misma medición del hormigón por metro cúbico o por metro cuadrado. En el precio van incluidos siempre los servicios y costos de curado de hormigón.

Artículo 8. Morteros

Dosificación de morteros

Se fabricarán los tipos de morteros especificados en las unidades de obra, indicándose cual ha de emplearse en cada caso para la ejecución de las distintas unidades de obra.

Fabricación de morteros

Los morteros se fabricarán en seco, continuándose el batido después de verter el agua en la forma y cantidad fijada, hasta obtener una plasta homogénea de color y consistencia uniforme sin palomillas ni grumos.

Medición y abono

El mortero suele ser una unidad auxiliar y, por tanto, su medición va incluida en las unidades a las que sirve: fábrica de ladrillos, enfoscados, pavimentos, etc. En algún caso excepcional se medirá y abonará por metro cúbico, obteniéndose su precio del Cuadro de Precios si lo hay u obteniendo un nuevo precio contradictorio.

Artículo 9. Carpintería metálica

Ventanas y puertas compuestas de hoja/s fija/s, abatible/s, corredera/s, plegables, oscilobatiente/s o pivotante/s, realizadas con perfiles de aluminio, con protección de anodizado o lacado. Recibidas sobre el cerramiento o en ocasiones fijadas sobre precerco.

Incluirán todos los junquillos, patillas de fijación, chapas, tornillos, burletes de goma, accesorios, así como los herrajes de cierre y de colgar necesarios.

9.1. De los Componentes

Productos constituyentes

Preferido, en los casos que se incluye, este podrá ser de perfil tubular conformado en frío de acero galvanizado, o de madera.

Perfiles y chapas de aleación de aluminio con protección anódica de espesor variable, en función de las condiciones ambientales en que se vayan a colocar:

- 15 micras, exposición normal y buena limpieza.
- 20 micras, en interiores con rozamiento.
- 25 micras, en atmósferas marina o industrial agresiva.

El espesor mínimo de pared en los perfiles es 1,5 mm, En el caso de perfiles vierteaguas 0,5 mm y en el de junquillos 1 mm

Accesorios para el montaje de los perfiles: escuadras, tornillos, patillas de fijación, etc.; y burletes de goma, cepillos, además de todos accesorios y herrajes necesarios. Juntas perimetrales. Cepillos en caso de correderas.

Control y aceptación

El nombre del fabricante o marca comercial del producto. Ensayos (según normas UNE):

- Medidas y tolerancias. (Inercia del perfil).
- Espesor del recubrimiento anódico.
- Calidad del sellado del recubrimiento anódico.

El suministrador acreditará la vigencia de la Certificación de Conformidad de los perfiles con los requisitos reglamentarios.

Inercia de los perfiles (podrá atenderse a lo especificado en la norma NTE-FCL). Marca de Calidad EWAA/EURAS de película anódica. Distintivo de calidad (Sello PNCE).

Los perfiles y chapas serán de color uniforme y no presentarán alabeos, fisuras, ni deformaciones y sus ejes serán rectilíneos.

Las uniones entre perfiles se harán por medio de soldadura o vulcanizado, o escuadras interiores, unidas a los perfiles por tornillos, remaches o ensamble a presión.

Los ejes de los perfiles se encontrarán en un mismo plano, y sus encuentros formarán ángulo recto. La cámara o canales que recogen el agua de condensación tendrá las dimensiones adecuadas. Y los orificios de desagüe serán al menos 3 por m.

Los materiales y equipos de origen industrial, deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad que se fijan en las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial. Cuando el material o equipo llegue a obra con certificado de origen industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas o disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

El soporte

La fábrica que reciba la carpintería deberá estar terminada, a falta de revestimientos. En su caso el precerco deberá estar colocado y aplomado.

Deberá estar dispuesta la lámina impermeabilizante entre antepecho y el vierteaguas de la ventana.

Compatibilidad

Protección del contacto directo con el cemento o la cal, mediante precerco de madera, o si no existe precerco, mediante algún tipo de protección, cuyo espesor será según el certificado del fabricante.

Deberá tenerse especial precaución en la posible formación de puentes galvánicos por la unión de distintos materiales (soportes formados por paneles ligeros, montantes de muros cortina, etc.).

9.2. De la ejecución

Preparación

El almacenamiento en obra será en un lugar protegido de lluvias y focos húmedos, en zonas alejadas de posibles impactos. No estarán en contacto con el terreno. Antes de su colocación hay que asegurarse de que la carpintería conserva su protección, igual que llegó a la obra.

Se comprobará el replanteo y dimensiones del hueco, o en su caso del precerco.

Fase de ejecución

Repaso general de la carpintería: ajuste de herrajes, nivelación de hojas, etc. Se realizarán los ajustes necesarios para mantener las tolerancias del producto y del recibido.

Fijación de la carpintería al precerco, o recibido de las patillas de la ventana a la fábrica, con mortero de cemento.

Los mecanismos de cierre y maniobra serán de funcionamiento suave y continuo. Los herrajes no interrumpirán las juntas perimetrales de los perfiles.

Se podrán tener en cuenta las especificaciones de la norma NTE-FLC/74.

Acabados

La carpintería quedará aplomada. Se retirará la protección después de revestir la fábrica y se limpiará para recibir el acristalamiento.

Una vez colocadas se sellarán las juntas de la carpintería con la fachada en todo su perímetro exterior. La junta será continua y uniforme, y se aplicará sobre superficies limpias y secas. Así se asegura la estanquidad al aire y al agua.

El acristalamiento de la carpintería podrá ajustarse a lo dispuesto en la norma NTE- FVP. Fachadas. Vidrios. Planos. Las persianas, guías y hueco de alojamiento podrán seguir las condiciones especificadas en la norma NTE-FDP. Fachadas. Defensas. Persianas.

Control y aceptación

Los materiales que no se ajusten a lo especificado deberán ser retirados o, en su caso, demolida o reparada la parte de obra afectada.

La prueba de servicio, para comprobar su estanqueidad, debe consistir en someter los paños más desfavorables a escorrentía durante 8 horas conjuntamente con el resto de la fachada, pudiendo seguir las disposiciones de la norma NTE-FCA.

Controles durante la ejecución: puntos de observación. Unidad y frecuencia de inspección: 2 cada 50 unidades.

- Fijaciones laterales: mínimo dos en cada lateral. Empotramiento adecuado.
- Fijación a la caja de persiana o dintel: tres tornillos mínimo.
- Fijación al antepecho: taco expansivo en el centro del perfil (mínimo)
- Comprobación de la protección y del sellado perimetral.
- Se permitirá un desplome máximo de 2 mm por m en la carpintería. Y en algunos casos ésta deberá estar enrasada con el paramento.

Conservación hasta la recepción de las obras

Se conservará la protección de la carpintería hasta el revestimiento de la fábrica y la colocación del acristalamiento.

No se apoyarán pescantes de sujeción de andamios, poleas para elevar cargas, mecanismos para limpieza exterior u otros objetos que puedan dañarla.

9.3. Medición y abono

Metro cuadrado de carpintería o superficie del hueco a cerrar, totalmente terminada, incluyendo los herrajes de cierre y de colgar, con todos los accesorios necesarios; así como colocación, sellado, protección durante las obras y limpieza final. No se incluyen persianas o todos, ni acristalamientos.

9.4. Mantenimiento

- ❖ **Uso.** No se modificará la carpintería, ni se colocarán acondicionadores de aire sujetos a la misma, sin que previamente se aprueben estas operaciones por técnico competente.
- ❖ **Conservación.** Cada tres años, o antes si se apreciara falta de estanquidad, roturas o mal funcionamiento, se inspeccionará la carpintería, Se repararán los defectos que puedan aparecer en ella.
- ❖ Todos los años se limpiará la suciedad y residuos de polución, detergente no alcalino y utilizando trapos o esponjas que no rayen la superficie.
- ❖ **Reparación y reposición.** En caso de rotura o pérdida de estanquidad de perfiles, deberán reintegrarse las condiciones iniciales o precederse a la sustitución de los elementos afectados.

Artículo 10. Pintura

Revestimiento continuo con pinturas y barnices de paramentos y elementos de estructura, carpintería, cerrajería e instalaciones, previa preparación de la superficie o no con imprimación, situados al interior o al exterior, que sirven como elemento decorativo o protector.

10.1. De los componentes

Productos constituyentes

- ❖ **Imprimación.** Servirá de preparación de la superficie a pintar, podrá ser: imprimación para galvanizados y metales no féreos, imprimación anticorrosiva (de efecto barrera o de protección activa), imprimación para madera o tapaporos, imprimación selladora para yeso y cemento, etc.
- ❖ **Pinturas y barnices.** Constituirán mano de fondo o de acabado de la superficie a revestir. Estarán compuestos de:
 - ❖ **Medio de disolución.**

–Agua (es el caso de la pintura al temple, pintura a la cal, pintura al silicato, pintura al cemento, pintura plástica, etc.).

–Disolvente orgánico (es el caso de la pintura al aceite, pintura al esmalte, pintura martelé, laca nitrocelulósica, pintura de barniz para interiores, pintura de resina vindica, pinturas bituminosas, barnices, pinturas intumescentes, pinturas ignífugas, pinturas intumescentes, etc.).

–Aglutinante (colas celulósicas, cal apagada, silicato de sosa, cemento blanco, resinas sintéticas, etc.).

–Pigmentos.

- ❖ **Aditivos en obra.** Antisiliconas, aceleradores de secado, aditivos que matizan el brillo, disolventes, colorantes, tintes, etc.

Control y aceptación

- ❖ **•Pintura.** Identificación de la pintura de imprimación y de acabado.
- ❖ **•Distintivos.** Marca AENOR.
- ❖ **•Ensayos.** Determinación del tiempo de secado, viscosidad, poder cubriente, densidad, peso específico, determinación de la materia fija y volátil, resistencia a la inmersión, determinación de adherencia por corte enrejado, plegado, espesor de la pintura sobre material ferromagnético.
- ❖ **•Lotes.** Cada suministro y tipo.

Los materiales y equipos de origen industrial, deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad que se fijan en las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial. Cuando el material o equipo llegue a obra con certificado de origen industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas o disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

El soporte

En caso de ladrillo, cemento y derivados, éstos estarán limpios de polvo y grasa y libres de adherencias o imperfecciones. Las fábricas nuevas deberán tener al menos tres semanas antes de aplicar sobre ellas impermeabilizantes de silicona.

En general, las superficies a recubrir deberán estar secas si se usan pinturas de disolvente orgánico; en caso de pinturas de cemento, el soporte deberá estar humedecido.

Compatibilidad

En exteriores, y según el tipo de soporte, podrán utilizarse las siguientes pinturas y barnices:

- Sobre ladrillo, cemento y derivados: pintura a la cal, al silicato, al cemento, plástica, al esmalte y barniz hidrófugo.

En interiores, y según el tipo de soporte, podrán utilizarse las siguientes pinturas y barnices:

- Sobre ladrillo: pintura al temple, a la cal y plástica.
- Sobre yeso o escayola: pintura al temple, plástica y al esmalte.
- Sobre cemento y derivados: pintura al temple, a la cal, plástica y al esmalte.

10.2. De la ejecución

Preparación

Estarán recibidos y montados cercos de puertas y ventanas, canalizaciones, instalaciones, bajantes, etc.

En cualquier caso, se aplicará o no una capa de imprimación tapaporos, selladora, anticorrosiva, etc.

10.2. Fases de ejecución

En general la aplicación se realizará según las indicaciones del fabricante y el acabado requerido. La superficie de aplicación estará nivelada y uniforme.

La temperatura ambiente no será mayor de 28 °C a la sombra ni menor de 12 °C durante la aplicación del revestimiento. El soleamiento no incidirá directamente sobre el plano de aplicación. En tiempo lluvioso se suspenderá la aplicación cuando el paramento no esté protegido.

Se dejarán transcurrir los tiempos de secado especificados por el fabricante. Asimismo se evitarán, en las zonas próximas a los paramentos en periodo de secado, la manipulación y trabajo con elementos que desprendan polvo o dejen partículas en suspensión.

Para la pintura a la cal: se aplicará una mano de fondo con pintura a la cal diluida, hasta la impregnación de los poros del ladrillo o cemento y dos manos de acabado.

Artículo 11. Instalación eléctrica baja tensión

Instalación de la red de distribución eléctrica para tensiones entre 230/400 V, desde el final de la acometida de la compañía suministradora en el cuadro o caja general de protección, hasta los puntos de utilización en el edificio.

11.1. De los componentes

Productos constituyentes

Genéricamente la instalación contará con:

- ❖ Acometida.
- ❖ Caja general de protección (CGP)
- ❖ Línea repartidora.

–Conductores unipolares en el interior de tubos de PVC, en montaje superficial o empotrados.

–Canalizaciones prefabricadas.

–Conductores de cobre aislados con cubierta metálica en montaje superficial.

–Interruptor seccionador general

- ❖ Centralización de contadores.

- ❖ Derivación individual
 - Conductores unipolares en el interior de tubos en montaje superficial o empotrados.
 - Canalizaciones prefabricadas.
 - Conductores aislados con cubierta metálica en montaje superficial siendo de cobre.
- ❖ Cuadro general de distribución.
 - Interruptores diferenciales.
 - Interruptor magnetotérmico general automático de corte onipolar.
 - Interruptores magnetotérmicos de protección bipolar.
- ❖ Interruptor de control de potencia.
- ❖ Instalación interior.
 - Circuitos
 - Puntos de luz y tomas de corriente.
- ❖ Regletas de la instalación como cajas de derivación, interruptores, conmutadores, base de enchufes, pulsadores, zumbadores.
- ❖ En algunos casos la instalación incluirá grupo electrógeno y/o SAI.

Control y aceptación

Según las indicaciones iniciales del pliego sobre el control y la aceptación de los componentes, el control que podrá llegar a realizarse sobre estos, se expone a continuación.

Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos, según su utilización, estos podrán ser los que se indican, además de la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos.

Conductores y mecanismos

- ❖ **Identificación.** Según especificaciones de proyecto
- ❖ **Distintivo de calidad.** Marca de Calidad AENOR homologada por el Ministerio de Fomento para materiales y equipos eléctricos.

Contadores y equipos

- ❖ •Distintivos. Centralización de contadores. Tipo homologado por el MICT. Cuadros generales de distribución. Tipos homologados por el MICT.
- ❖ •El instalador debe poseer calificación de Empresa Instaladora.

Aparatos y pequeño material eléctrico para instalaciones de baja tensión

- ❖ **Distintivo de calidad.** Marca AENOR homologada por el Ministerio de Fomento. Cables eléctricos, accesorios para cables e hilos para electrobobinas.
- ❖ **Distintivo de calidad.** Marca AENOR homologada por el Ministerio de Fomento.

El resto de componentes de la instalación deberán recibirse en obra conforme a: la documentación del fabricante, la normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la dirección facultativa durante la ejecución de las obras.

El soporte

El soporte serán los paramentos horizontales y verticales, donde la instalación podrá ser vista o empotrada.

En el caso de instalación vista, esta se fijará con tacos y tornillos a paredes y techos, utilizando como aislante protector de los conductores tubos, bandejas o canaletas.

Para la instalación empotrada los tubos flexibles de protección, se dispondrán en el interior de rozas practicadas a los tabiques. Las rozas no tendrán una profundidad mayor de 4 cm sobre ladrillo macizo y de un canuto sobre el ladrillo hueco, el ancho no será superior a dos veces su profundidad. Las rozas se realizarán preferentemente en las tres hiladas superiores. Si no es así tendrá una longitud máxima de 100 cm. Cuando se realicen rozas por las dos caras del tabique, la distancia entre rozas paralelas, será de 50 cm.

11.2. De la ejecución Preparación

Se comprobará que todos los elementos de la instalación de baja tensión, coinciden con su desarrollo en proyecto, y en caso contrario se redefinirá en presencia de la dirección facultativa. Se marcará por Instalador autorizado y en presencia de la dirección facultativa los diversos componentes de la instalación, como tomas de corriente, puntos de luz, canalizaciones, cajas.

Al marcar los tendidos de la instalación se tendrá en cuenta la separación mínima de 30 cm con la instalación de fontanería. Se comprobará la situación de la acometida, ejecutada esta según R.E.B.T. y normas particulares de la compañía suministradora.

Fase de ejecución

Se colocará la caja general de protección en lugar de permanente acceso desde la vía pública, y próxima a la red de distribución urbana o centro de transformación. La caja de la misma deberá estar homologada y disponer de dos orificios que alojarán los conductos (metálicos protegidos contra la corrosión, fibrocemento o PVC rígido, autoextinguible de grado 7 de resistencia al choque) para la entrada de la acometida de la red general. Dichos conductos tendrán un diámetro mínimo de 150 mm o sección equivalente, y se colocarán inclinados hacia la vía pública. La caja de protección quedará empotrada y fijada

sólidamente al paramento por un mínimo de 4 puntos, las dimensiones de la hornacina superarán las de la caja en 15 cm en todo su perímetro y su profundidad será de 30 cm como mínimo.

Las puertas serán de tal forma que impidan la introducción de objetos, colocándose a una altura mínima de 20 cm sobre el suelo, y con hoja y marco metálicos protegidos frente a la corrosión. Dispondrán de cerradura normalizada por la empresa suministradora y se podrá revestir de cualquier material.

Se ejecutará la línea repartidora hasta el recinto de contadores, discurriendo por lugares de uso común con conductores aislados en el interior de tubos empotrados, tubos en montaje superficial o con cubierta metálica en montaje superficial, instalada en tubo cuya sección permita aumentar un 100% la sección de los conductos instalada inicialmente. La unión de los tubos será roscada o embutida. Cuando tenga una longitud excesiva se dispondrán los registros adecuados. Se procederá a la colocación de los conductores eléctricos, sirviéndose de pasa hilos (guías) impregnadas de sustancias que permitan su deslizamiento por el interior.

El recinto de contadores, se construirá con materiales no inflamables, no estará atravesado por conducciones de otras instalaciones que no sean eléctricas. Sus paredes no tendrán resistencia inferior a la del tabicón del 9 y dispondrá de sumidero, ventilación natural e iluminación (mínimo 100 lx). Los módulos de centralización quedarán fijados superficialmente con tornillos a los paramentos verticales, con una altura mínima de 50 cm y máxima de 1,80 cm.

Se ejecutará la derivación individual, previo trazado y replanteo, que se realizarán a través de canaladuras empotradas o adosadas. Los tubos por los que se tienden los conductores se sujetarán mediante bases soportes y con abrazaderas y los empalmes entre los mismos se ejecutarán mediante manguitos de 100 mm de longitud. Se colocará el cuadro general de distribución e interruptores de potencia ya sea en superficie fijada como mínimo por 4 puntos o empotrada, en cuyo caso se ejecutará como mínimo en tabicón de 12 cm de espesor.

Se ejecutará la instalación interior. Las cajas de derivación quedarán a una distancia de 20 cm del techo. El tubo aislante penetrará 0,5 cm en las cajas donde se realizará la conexión de los cables (introducidos estos con ayuda de pasahilos) mediante bornes o dedos aislantes.

El recorrido de los tubos, de aislante rígido, se sujetará mediante grapas y las uniones de conductores se realizarán en cajas de derivación igual que en la instalación empotrada. Se realizará la conexión de los conductores a las regletas, mecanismos y equipos.

Acabados

Terminada la instalación eléctrica interior, se protegerán las cajas y cuadros de distribución para evitar que queden tapados por los revestimientos posteriores de los paramentos. Una

vez realizados estos trabajos se descubrirán y se colocarán los automatismos eléctricos, embellecedores y tapas.

Control y aceptación

- ❖ Situación. Adosado de la tapa. Conexiones. Identificación de conductores. Instalación interior: Unidad y frecuencia de inspección: cada 4 viviendas o equivalente.
- ❖ Dimensiones trazado de las rozas.
- ❖ Identificación de los circuitos. Tipo de tubo protector. Diámetros.
- ❖ Identificación de los conductores. Secciones. Conexiones.
- ❖ Paso a través de elementos constructivo. Juntas de dilatación.
- ❖ Acometidas a cajas.
- ❖ Se respetan los volúmenes de prohibición y protección en locales húmedos.
- ❖ Red de equipotencialidad: dimensiones y trazado de las rozas. Tipo de tubo protector. Diámetro. Sección del conductor. Conexiones.
- ❖ De conductores entre fases (sí es trifásica o bifásica), entre fases y neutro y entre fases y tierra.

Conservación hasta la recepción de las obras

Se preservarán todos los componentes de la instalación del contacto con materiales agresivos y humedad.

11.3. Medición y abono

Los conductores se medirán y valorarán por metro lineal de longitud de iguales características, todo ello completamente colocado incluyendo tubo, bandeja o canal de aislamiento y parte proporcional de cajas de derivación y ayudas de albañilería cuando existan.

El resto de elementos de la instalación, como caja general de protección, módulo de contador, mecanismos.

- ❖ Por unidad totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones necesarios para su correcto funcionamiento.
- ❖ Por unidades de enchufes y de puntos de luz incluyendo partes proporcionales de conductores, tubos, cajas y mecanismos.

11.4. Mantenimiento

El papel del usuario debe limitarse a la observación de la instalación y sus prestaciones, y dar aviso a instalador autorizado de cualquier anomalía encontrada. Limpieza superficial con trapo seco de los mecanismos interiores, tapas, cajas...

Conservación

❖ Caja general de protección.

Cada 2 años, o después de producirse algún incidente en la instalación, se comprobará mediante inspección visual el estado del interruptor de corte y de los fusibles de protección, el estado frente a la corrosión de la puerta del nicho y la continuidad del conductor de puesta a tierra del marco metálico de la misma.

Cada 5 años se comprobarán los dispositivos de protección contra cortocircuitos, contactos directos e indirectos, así como sus intensidades nominales en relación a la sección de los conductores que protegen.

❖ Línea repartidora.

Cada 2 años, o después de producirse algún incidente en la instalación, se comprobará mediante inspección visual los bornes de abroche de la línea repartidora en la CGP. Se comprobarán las condiciones de ventilación, desagüe e iluminación, así como de apertura y accesibilidad al local.

Cada 5 años se comprobará el aislamiento entre fases y entre cada fase y neutro. Centralización de contadores: Se verificará el estado del interruptor de corte en carga, comprobándose su estabilidad y posición.

Siempre que se revisen las instalaciones, se repararán los defectos encontrados y, en el caso que sea necesario, se repondrán las piezas que lo precisen.

Artículo 12. Precauciones a adoptar

Las precauciones a adoptar durante la construcción de la obra serán las previstas por la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el trabajo aprobada por O.M. de 9 de marzo de 1971 y R.D. 1627/97 de 24 de octubre.

Artículo 13. Control del hormigón

Además de los controles establecidos en anteriores apartados y los que en cada momento dictamine la Dirección Facultativa de las obras, se realizarán todos los que prescribe la Instrucción EHE para el proyecto y ejecución de las obras de hormigón estructural.

CUARTA PARTE: CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA DEL SISTEMA DE RIEGO

CAPÍTULO I. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LOS EMISORES UTILIZADOS EN EL RIEGO LOCALIZADO.

El objeto de este pliego es establecer las especificaciones de diseño y de operación de los emisores, y sus métodos de ensayo, así como los datos que deben ser proporcionados por el fabricante para permitir la correcta instalación y manejo en el campo.

Artículo 1. Definición

1.1. Emisor (gotero)

Dispositivo instalado en un ramal de riego y destinado a suministrar agua en forma de gotas, y cuyo caudal, en régimen normal de funcionamiento, no sobrepasa de 16 litros/hora.

1.2. Emisor autocompensante (o de caudal fijo)

Emisor de caudal fijo a presión de agua variable dentro de los límites especificados en la entrada del gotero.

1.3. Entrada del emisor

Sección a través de la cual el agua entra en el emisor.

1.4. Salida del emisor

Orificio, o conjunto de orificios, del emisor a través del cual el agua es emitida y dirigida hacia un punto determinado.

1.5. Presión nominal de ensayo (Pn)

Presión de trabajo descrita en la publicación del fabricante como "Presión nominal de ensayo".

1.6. Campo de variación de presiones de trabajo

Campo de variación de presiones del agua a la entrada del emisor, entre la presión de trabajo mínima (Pmin.) y la presión de trabajo máxima (Pmax.) especificadas por el fabricante del gotero para asegurar su correcto funcionamiento.

1.7. Intervalo de regulación

Intervalo de presiones a la entrada del emisor autocompensante, dentro del cual éste se comporta como autocompensante.

1.8. Caudal nominal de ensayo (qn)

Caudal del emisor en el punto medio del campo de variación de presiones, a la temperatura del agua de 23 + 20 C.

1.9. Tubo portaemisores o lateral de riego

Ramal de riego que suministra el agua directamente a los emisores instalados en el mismo.

Artículo 2. Clasificación

Los emisores se clasifican, de acuerdo con su uniformidad de caudal y su ajuste al caudal nominal, en las dos categorías siguientes:

2.1. Uniformidad categoría A

Emisores de elevada uniformidad de caudal y pequeña desviación respecto del nominal.

2.2. Uniformidad categoría B

Emisores de baja uniformidad de caudal y considerable desviación del caudal respecto del nominal.

Artículo 3. Identificación

Cada emisor debe llevar marcados clara y permanentemente los siguientes datos:

- ❖ Nombre del fabricante o de su marca comercial registrada.
- ❖ Caudal nominal de ensayo (litros/hora).
- ❖ Letra A o B, de acuerdo con su categoría.
- ❖ Flecha indicadora de la dirección del flujo (en caso necesario).

Artículo 4. Construcción y materiales

4.1. Construcción

El emisor y todos sus elementos deberán estar bien ejecutados y fabricados, de acuerdo con las recomendaciones de la buena práctica.

Los componentes que pertenezcan a emisores desmontables del mismo tamaño y modelo y producidos por el mismo fabricante, deberán ser intercambiables.

La construcción de un emisor desmontable debe permitir la sustitución de sus distintos elementos componentes. Si son necesarias herramientas especiales deberá suministrarlas el fabricante.

Los diferentes componentes del emisor deberán estar libres de defectos que puedan afectar adversamente a la operación del emisor o reducir su resistencia mecánica.

La conexión del emisor al lateral deberá realizarse de acuerdo con las especificaciones del fabricante, siempre que la conexión cumpla con los requisitos de estas prescripciones relativos a la resistencia a la presión hidráulica interna y a la tracción.

Las dimensiones del tubo de polietileno utilizado en el lateral, serán las especificadas en el correspondiente Pliego de Prescripciones Técnicas.

4.2. Materiales

Los materiales utilizados en la construcción del emisor serán inalterables por el agua, los fertilizantes y los productos químicos comúnmente aplicados en el riego, incluidas las aguas residuales depuradas.

Los emisores no llevarán componentes metálicos sensibles a la corrosión.

Los materiales deberán ser de un tipo que no soporte el crecimiento de algas bacterianas.

Los elementos de plástico del emisor expuestos a la luz del sol deberán estar protegidos contra la degradación por rayos ultravioleta.

Artículo 5. Muestras y condiciones generales de los ensayos

5.1. Muestras para ensayo

Los emisores destinados a ensayo deberán obtenerse al azar a partir de una población de 500 unidades, como mínimo. El número de emisores de la muestra será, como mínimo, de 25. El número de ejemplares destinados a cada ensayo se especifica en el apartado correspondiente.

5.2. Descripción de las condiciones del ensayo

Para la realización de los ensayos, los emisores de la muestra deben estar acoplados a los tubos, siguiendo las recomendaciones del fabricante relativas al tipo de tubo a emplear, al sistema de conexión y a las herramientas a utilizar.

Si el fabricante suministra normalmente los emisores incorporados a los tubos, se utilizará como muestra para el ensayo una cierta longitud del tubo con los goteros incorporados.

Los ensayos deben realizarse con agua filtrada a través de una malla de 100 a 75 micras y a una temperatura del aire ambiente de 23 ± 20 C.

5.3. Precisión de los aparatos de medida

La presión del agua debe medirse con una aproximación de $\pm 0,2$ m. Durante el ensayo, la presión no debe variar en más del 1%.

El caudal del gotero debe medirse con una aproximación de $\pm 1\%$.

Artículo 6. Ensayos de comprobación de características

6.1. Aspecto

Desmontar el emisor en sus elementos componentes (siempre que los elementos estén diseñados para desmontarse). Preparar una sección transversal de cada elemento o del emisor (se éste está hecho de una sola pieza), y comprobar visualmente los defectos estructurales.

El emisor y sus elementos no deberán presentar defectos de fabricación tales como rayas, surcos o resaltes, ni grietas o burbujas sobre la superficie del conducto de agua.

6.2. Conductos interiores del emisor

Medir la más pequeña dimensión del conducto del emisor, con una precisión de 0,02 mm. La dimensión más pequeña del conducto debe estar conforme con la dimensión declarada por el fabricante con una desviación admisible de -15%.

6.3. Resistencia a la presión hidrostática

Se conectará un extremo de la tubería a una fuente de presión hidrostática y se cerrará el otro extremo.

Se realizará el ensayo con un mínimo de 5 emisores instalados en la tubería. Se realizará el ensayo en dos etapas:

Ensayar la estanqueidad del conjunto de la forma siguiente. Se incrementará la presión en tres intervalos: 5 minutos a 0,4 veces la presión máxima de trabajo, a continuación 5 minutos a 0,8 veces la presión máxima de trabajo, por último 60 minutos a 1,2 veces la presión máxima de trabajo.

No deberá producirse pérdida alguna a través de los componentes del emisor o sus conexiones a la tubería, a excepción de los puntos de descarga del emisor.

Inmediatamente después de completada la etapa (a), se aumentará la presión hasta dos veces la presión máxima de trabajo, y se mantendrá esta situación durante 5 minutos.

Los emisores deberán resistir el ensayo sin sufrir daños y sin desconectarse del conjunto.

Nota: Si el emisor puede ser desmontado para su limpieza o sustitución de elementos y montado de nuevo, el ensayo se realizará después del montaje del emisor, siguiendo las instrucciones del fabricante, tres veces sucesivas.

Artículo 7. Ensayos de funcionamiento

7.1. Uniformidad de caudal

Emisor de salida simple.

La muestra destinada al ensayo, estará compuesta por un mínimo de 25 emisores.

Emisor de salida múltiple.

La muestra destinada al ensayo estará compuesta por un número de emisores comprendido entre 10 y 25. Todas las salidas de los emisores pertenecientes a la muestra deberán estar abiertas y todas ellas se incluirán en el ensayo.

7.1.1. Emisores autocompensantes

Previamente al inicio del ensayo de los emisores de la muestra se someterán, durante un tiempo no inferior a 1 h., a una presión igual al valor central del intervalo de presiones efectivas de trabajo. A continuación, los emisores se someterán por tres veces consecutivas a la presión máxima (P_{máx.}) y, de forma alternativa, tres veces más a la presión mínima (P_{mín.}). Estas presiones extremas se mantendrán, en cada operación, durante un mínimo de 3 minutos. En los 10 minutos posteriores, se situará la presión en el valor medio del intervalo de compensación.

A continuación, y sin alterar la presión de entrada, se realizará el ensayo de caudal de acuerdo con lo expresado en el apartado 7.1.1., exceptuando lo referido a la presión que se mantendrá en el valor medio del intervalo de compensación.

Los emisores se ajustarán a las prescripciones descritas en 7.1.1.

7.2. Curva caudal-presión

Se numerarán los emisores ensayados en el apartado 7.1 de acuerdo con el caudal obtenido. (El número 1 corresponderá al emisor de menor caudal y el nº 25 corresponderá al emisor de mayor caudal).

Se seleccionarán 4 emisores de la serie, concretamente los números 3, 12, 13 y 23 y se estudiará con ellos la variación de caudal producido al variar la presión a la entrada del emisor, con incrementos sucesivos no superiores a 50 kPa.

Cada emisor se someterá a presiones comprendidas entre 0,1 y 1,2 P_{máx}. Los emisores autocompensantes se ensayarán a 3 o más diferentes valores de presión, comprendidos en el intervalo de compensación, ascendiendo y descendiendo de nuevo por los valores elegidos para el ensayo. Las mediciones de caudales deberán realizarse después de transcurridos 3 minutos desde que se haya alcanzado la presión de ensayo.

Si en el proceso de ensayo la presión a la entrada del emisor excediera en más de 10 kPa. la presión prevista, durante el ascenso o el descenso, se retomará al valor de presión 0 y se iniciará de nuevo el ensayo.

7.2.1. Emisores autocompensantes

Se calculará para cada valor de su presión de entrada P, la media de los caudales q vertidos por los cuatro emisores, al incrementar y disminuir posteriormente la presión. (Para obtener el valor de q se operará pues con 8 valores de caudal).

La curva q deberá ser conforme a la curva facilitada en las publicaciones del fabricante. Como máximo se admitirán desviaciones del + 5% para todos los valores de presión.

Artículo 8. Datos a facilitar por el fabricante

El fabricante deberá poner a disposición del usuario, juntamente con los emisores, información por escrito que contenga los siguientes datos:

8.1. Indicaciones generales

- a) Año de fabricación.
- b) Número de catálogo del emisor.
- c) Instrucciones para la conexión del emisor.
- d) Tipo de tubería aconsejable para el empleo del emisor y de sus dimensiones.
- e) Limitaciones del uso del emisor (fertilizantes, productos químicos, etc.).
- f) Recomendaciones de filtrado, incluyendo la dimensión del menor paso de agua.
- g) Instrucciones para la limpieza y prevención de obturación del emisor.
- h) Caudal nominal en proceso de lavado (si corresponde).

- i) Categoría del emisor en relación a su uniformidad de caudal.

8.2. Instrucciones de funcionamiento

- a) Instrucciones de mantenimiento, almacenaje y reparaciones.
- b) Intervalo de presiones efectivas de trabajo.
- c) Curva caudal-presión.
- d) Ecuación característica del emisor según apartado 7.3.
- e) Intervalo de autocompensación.
- f) Longitud equivalente en m. de tubería de la pérdida de carga singular originada por la conexión del emisor a la línea de riego.
- g) Coeficiente de variación del caudal, de acuerdo con lo expresado en el apartado 9.1.

CAPÍTULO II. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LAS TUBERÍAS DE POLIETILENO UTILIZADAS EN EL RIEGO LOCALIZADO

Artículo 1. Condiciones generales

1.1. Campo de aplicación

En este pliego se establecen las prescripciones técnicas que han de cumplir los tubos de polietileno de baja, media y alta densidad, así como sus accesorios, utilizados en las redes de conducción de agua a presión para el riego localizado.

1.2. Definiciones

1.2.1. Polietileno

Es un plástico derivado del etileno al que se somete a un proceso de calor y presión que provoca la polimerización. Sus propiedades dependen de su peso molecular, de su densidad y de la distribución estadística de los diferentes pesos moleculares de las macromoléculas.

1.2.2. Tubo de polietileno

Se fabrica mediante un proceso de extrusión a base de resma de polímero de etileno, en forma de granza o de polvo, y de un pigmento de negro de carbono que lo protege contra la acción de los rayos ultravioleta y, por lo tanto, aumenta su estabilidad. El negro de carbono entra en una proporción de 2,5 % + 0,5 % en peso.

1.2.3. Tubo de polietileno de baja densidad (LDPE)

También denominado PE-32, es aquel cuya resma base, sin pigmentar, tiene una densidad 3 igual o menor de 0,930 gr./cm. Los tubos son relativamente blandos y flexibles.

1.2.4. Diámetro nominal

Es el diámetro exterior teórico, expresado en mm, especificado en la norma UNE 53-131 y que forma parte de la identificación de los diversos elementos acoplables entre sí en una instalación.

1.2.5. Diámetro exterior medio en una recta (De)

Es el cociente entre la longitud de la circunferencia exterior del tubo, medida en cualquier sección recta del mismo, y 3,124, redondeando al 0,1 mm más próximo por exceso.

1.2.6. Diámetro exterior en un punto cualquiera (Di)

Es todo diámetro medido en un punto de cualquier sección recta del tubo, redondeado al 0,1 mm más próximo por exceso.

1.2.7. Espesor nominal (e)

Los espesores nominales se establecen en la norma UNE 53-131.

1.2.8. Espesor en un punto cualquiera (ei)

Es el resultado de la medida del espesor de la pared del tubo en un punto cualquiera, redondeando la medida al 0,05 mm inmediato superior.

1.2.9. Espesor medio (em)

Es la media aritmética de los valores de espesor de la pared del tubo medidos en cuatro puntos equidistantes, tomados al azar, en una misma sección recta. Los cálculos se redondearán al 0,1 mm inmediato superior.

1.2.10. Diámetro interior medio en una sección recta (Di)

Es la diferencia entre el diámetro exterior medio y el doble del espesor medio, medidos ambos en la misma sección recta del tubo.

1.2.11. Ovalación

Es la diferencia entre el diámetro exterior medio y el diámetro exterior máximo o mínimo en una sección recta cualquiera. Se tomará la diferencia de mayor valor absoluto.

1.2.12. Presión nominal (Pn)

Es el valor de la presión interna para la que se ha diseñado el tubo con un coeficiente de seguridad que puede mantenerse sin fallo durante 50 años, teniendo en cuenta un método de extrapolación definido en condiciones estáticas, para una sección dada del tubo que contiene agua a 200 C. El coeficiente de seguridad tiene en cuenta las fluctuaciones de los parámetros que se pueden producir durante el uso continuado del material. La presión nominal se expresa en mega pascales (MPa).

1.2.13. Presión de trabajo (Pt)

Es la presión hidráulica interior máxima, dinámica, estática o transitoria, a la cual puede estar sometido el tubo a su temperatura de utilización una vez instalado definitivamente. Es la presión determinada en el proyecto, y se expresa en MPa (1 MPa = 10 Kg/cm²). La presión de trabajo a 20°C se corresponde con la presión nominal (Pn).

1.2.14. Esfuerzo tangencial de trabajo (σ)

Es el esfuerzo máximo que se puede aplicar a una tubería en condiciones normales, para que al cabo de 50 años mantenga el coeficiente de seguridad utilizado en el cálculo de la presión nominal. Se toma, para el esfuerzo tangencial:

- ❖ En los tubos de PE-32: $\sigma = 3,2$ MPa.
- ❖ En los tubos de PE-50: $\sigma = 5,0$ MPa.

1.2.15. Serie

Es la relación entre el esfuerzo tangencial de trabajo \sim a 20° C y la presión nominal (P_n) de diseño.

Artículo 2. Medidas y tolerancias

2.1. Medidas y tolerancias

Teniendo en cuenta que en los tubos de PE-32 el proceso de fabricación calibra el diámetro exterior, y el sistema de unión entre dos secciones de tubo se realiza por ajuste interior de un accesorio, gotero, etc., se requiere un control de tolerancia del diámetro exterior medio, del espesor en un punto cualquiera y del diámetro interior medio, si bien el hecho de cumplir las dos primeras no supone necesariamente que se cumpla la tercera.

2.2. Diámetros nominales

Los diámetros y los espesores nominales para tubos de polietileno serán los que figuran en la norma UNE 53-131.

2.3. Diámetro exterior medio

Las tolerancias máximas admisibles para el diámetro exterior medio serán positivas ($\pm x$), calculándose a partir de la fórmula $x = 0,009 D_n$, redondeando al 0,1 mm más próximo por exceso y con un valor mínimo de 0,3 mm y uno máximo de 5,00 mm

En la norma UNE 53-131 figura el cuadro de tolerancias máximas para el diámetro exterior medio.

Para los ramales portaemisores las tolerancias máximas admisibles en el diámetro exterior medio de estos tubos son siempre positivas y toman un valor de 0,3 mm

2.4. Espesor puntual

La tolerancia ($e \sim - e$) entre el espesor en un punto cualquiera (e_i) y el espesor nominal (e) será siempre positiva ($+ x$) e igual a:

$$Y = 0,1^e + 0,2 \text{ mm}$$

Para tubos con un espesor nominal superior a 24 mm se aplicará la fórmula:

$$Y = 0,15^e + 0,02 \text{ mm}$$

En todos los casos los cálculos se redondearán a 0,1 mm por exceso. En la norma UNE 51-131 figuran las tablas de tolerancias en el espesor.

2.5. Diámetro interior medio

Para ramales portaemisores de PE-32, las tolerancias en el diámetro interior medio serán tales que al introducir un accesorio, gotero, etc., no aumente su diámetro interior medio en más del 13% a la temperatura de 23 ± 20 C

2.6. Ovalación

La ovalación no se considerará en los tubos cuya relación e/Dn sea: e/Dn < 003 en PE-32 e/Dn < 005 en PE-50A y PE-50B

Para tubos rígidos o semirrígidos suministrados en tramos rectos, la diferencia máxima admisible entre el diámetro exterior máximo o mínimo en una sección recta cualquiera y el diámetro exterior medio será igual a $x_1 - 0,02 D_n$, siendo D_n el diámetro nominal, y redondeado al 0,1 mm por exceso.

Para los tubos flexibles suministrados en forma de rollos dicha diferencia será: $x_2 = 0,06 D_n$, siendo D_n el diámetro nominal, y redondeado al 0,1 mm por exceso.

Los valores máximos de la ovalación para tubos rectos y en rollo figuran en la norma UNE 53-131.

2.7. Longitud de los tubos

La longitud de los tubos rectos será preferentemente de 6, 8, 10 y 12 m. La longitud de los tubos será como mínimo la nominal cuando se mida a 23 ± 20 °C, redondeando al cm. más próximo por exceso.

Cuando los tubos se suministren en rollos la longitud se establecerá por acuerdo con el fabricante y el diámetro interior de los rollos no deberá ser inferior a 25 veces el diámetro exterior medio del tubo.

Artículo 3. Materias primas. Características y métodos de ensayo

3.1. Materiales componentes de los tubos de PE

Los materiales empleados en la fabricación de los tubos de PE, comprendidos en este pliego, son los siguientes:

- a) Polietileno de baja, media o alta densidad, según se define de la UNE 53-188.
- b) Negro de carbono con pigmento.

El negro de carbono entrará en una proporción del $2,5\% \pm 0,5\%$ en peso, medido según UNE 53-375, y sus características serán las siguientes:

- ❖ **Densidad:** 1,5 - 2,0 g/cm³.
- ❖ **Materias volátiles:** Max 9,0 % en peso.
- ❖ **Tamaño medio de partícula:** 0,010 - 0,025 μ m.
- ❖ **Extracto de tolueno:** 0,10 % en peso.

3.2. Ensayos de los materiales

No se prevé, en principio, efectuar ensayos contradictorios de los materiales salvo que exista discrepancia sobre su calidad, entre la dirección de las obras y el contratista. En este caso los gastos de los ensayos y pruebas a efectuar serán a cargo del contratista.

Los ensayos y pruebas que sea preciso realizar en laboratorios designados por la dirección de las obras, como consecuencia de interpretaciones dudosas de los resultados de los ensayos en fábrica o en obra, serán abonados por el contratista o por la administración de las obras, si como consecuencia de ellos se rechazasen o admitiesen, respectivamente, los elementos o partes de ellos ensayados.

3.2.1. Aspecto

La granza o polvo de moldeo de los polímeros de etileno tendrán tamaño y composición uniformes. Su coloración también será uniforme y deberá estar exento de materiales extraños que contaminen su pureza. El tipo de polímero será tal que no contendrá más del 5% (molar) de comonomero-olefinico, sin ningún otro grupo funcional ni mezclas de tales polímeros.

3.2.2. Determinación de la densidad

La densidad es la masa por unidad de volumen de material a 20~ +20 C. Se expresará en kg/m³ o g/cm³. Su determinación se efectuará por el método de la columna de gradiente según las normas UNE 53-188 y UNE 53-020. De acuerdo con el resultado la resma base de PE (PE incoloro) se clasificará en:

- ❖ Baja densidad (LDPE) hasta 0,930 g/cm³.
- ❖ Media densidad (MDPE) de 0,931 a 0,940 g/cm³.
- ❖ Alta densidad (HDPE) más de 0,940 g/cm³.

La tolerancia de densidad para los tipos LD y MD será de + 0,003 g/cm³ y para el tipo HD será de + 0,004 g/cm³.

3.2.3. Determinación del índice de fluidez

El índice de fluidez es el peso en gramos, de producto fundido y extraído durante 10 minutos a 1900 + 0,50 C., a través de una boquilla de 8 + 0,005 mill. por presión de un pistón con una carga especificada. La determinación de este índice se efectuará de acuerdo con lo establecido en la norma UNE 53-200.

Según los valores obtenidos del índice de fluidez se establecen cinco tipos:

- ❖ **Tipo 1:** <0,2 g/10 minutos ± 30 %
- ❖ **Tipo 2:** 0,2 a 1 g/10 minutos + 30 %
- ❖ **Tipo 3:** 1 a 10 g/10 minutos + 20 %
- ❖ **Tipo 4:** 10 a 25 g/10 minutos + 20 %
- ❖ **Tipo 5:** >25 g/10 minutos + 20 %

3.2.4. Contenido en volátiles

El contenido máximo en volátiles de los materiales de PE será inferior a 0,5 %.

Su determinación se realizará de acuerdo con la norma UNE 53-135.

3.2.5. Contenido en cenizas

El contenido máximo en cenizas para los polímeros de etileno será de $0,05 \pm 0,05$ %, exceptuando los tipos con aditivos especiales. Su determinación se realizará de acuerdo con la norma UNE 53-090.

Artículo 4. Fabricación

4.1. Procedimiento de fabricación

Las tuberías se fabricarán por el procedimiento de extrusión simple o múltiple y simultánea. En este último caso, la unión entre las distintas capas será fuerte y uniforme sin que sea posible separar una de otra con un instrumento cortante en ningún punto. El espesor de la capa exterior deberá ser, como mínimo, de 0,51 mm

Las plantas de producción, tanto de tubos como de juntas y accesorios, estarán preparadas para la fabricación continua o en serie, obedeciendo a normas de tipificación compatibles con el presente pliego.

4.2. Acabado de tuberías

Las tuberías de PE de baja densidad se prepararán en rollos de la misma longitud para un diámetro y timbraje determinado. Se procurará que la longitud de cada rollo sea múltiplo de 25 m.

Los tubos estarán exentos de grietas y burbujas, presentando la superficie exterior e interior un aspecto liso, libre de ondulaciones y otros eventuales defectos

4.3. Laboratorio y banco de pruebas

El fabricante dispondrá de laboratorio para control de las características físicas y químicas de la materia prima y productos acabados. También tendrá un banco de pruebas hidráulicas. En ellos se realizarán los siguientes controles:

1. De la materia prima.
2. Del proceso de fabricación.
3. De los productos acabados.

Artículo 5. Características de los tubos

5.1. Aspecto

Los tubos estarán exentos de burbujas y grietas, presentando su superficie exterior e interior un aspecto liso, libre de ondulaciones y de otros defectos eventuales.

5.2. Contenido en negro de carbono

El contenido en negro de carbono en el tubo deberá ser de $2,5 \pm 0,5$ % en peso, medido según UNE 53-375.

5.3. Dispersión del negro de carbono

Cuando los tubos se ensayan según lo indicado en la norma UNE 5 1-133, se considera que la dispersión del negro de carbono es correcta cuando:

- a) Ningún grado individual supera el valor de la microfotografía 5 y el valor medio de las 6 observaciones realizadas no supera el valor 4.
- b) Todas las observaciones efectuadas deben ser mejores que la presentada por la microfotografía A.

5.4. Índice de fluidez

Cuando los tubos se ensayan según lo indicado en la norma UNE 5 3-200, el índice de fluidez del compuesto para los PE 32 no será superior a 1 gr/10 minutos. Para los PE 50 A este valor no será superior a 0,3 gr/10 minutos. Para los PE 50 B no será superior a 0,4 gr/10 minutos. Las condiciones de ensayo para todos los materiales serán: Temperatura 1900 C y peso 2,160 kg.

Cuando para el PE 50 A se obtenga con estas condiciones un valor inferior a 0,1 gr/10 minutos, el ensayo deberá repetirse con una carga nominal de 5 Kg y una temperatura de 1900 C; los resultados se calcularán para un tiempo de referencia de 150 s. En este caso no se admitirá un valor del índice de fluidez superior a 0,5 gr/10 minutos.

5.5. Resistencia a la tracción

Cuando los tubos se ensayan según lo indicado en la norma UNE 53-13 3, la resistencia a la tracción será, como mínimo, para:

- ❖ **PE-32:** 10 MPa
- ❖ **PE-50B:** 15 MPa
- ❖ **PE-50A:** 19 MPa

5.6. Alargamiento en la rotura

Cuando los tubos se ensayan, según lo indicado en la norma UNE 53-133, el alargamiento en la rotura de los tubos será como mínimo del 35 %.

5.7. Resistencia a la presión interna en función del tiempo

Cuando los tubos se ensayan deben superar lo indicado en la norma UNE 53-133.

5.8. Estanqueidad

Cuando los tubos se ensayan, según lo indicado en la norma UNE 53-133, deberán resistir durante 1 minuto, sin experimentar pérdidas, una presión de ensayo igual a 0,6 veces el valor de su presión nominal.

En el caso de tubos de PE-32 empleados en ramales de riego por goteo, la presión de ensayo será igual a 0,25 MPa.

5.9. Comportamiento al calor

Cuando los tubos se ensayan, según lo indicado en la norma UNE 53-133, las medidas de las probetas no deberán variar en más del 3% en sentido longitudinal.

5.10. Juntas

No es posible la unión de tubos de polietileno con adhesivos, y la unión por soldadura no se admite en las redes de riego localizado. Tampoco se admiten las uniones embridadas.

La unión con accesorio roscado no deberá realizarse roscando directamente la tubería.

Para la unión con accesorios insertos a presión en dos secciones contiguas de tubo, se utilizará únicamente aquellos que permitan a la junta trabajar a fracción y que no provoquen un aumento en el diámetro interior del tubo superior al 13%.

Los componentes del accesorio de unión deberán resistir la corrosión del agua que contenga en disolución fertilizantes u otros productos químicos utilizados en la agricultura.

5.11. Uniformidad

Salvo especificación en contrario del proyecto, los tubos, piezas especiales, accesorios y otros elementos suministrados para la obra, tendrán características geométricas uniformes y compatibles con los diámetros establecidos para los tubos a los que, en su caso, se acoplan.

5.12. Marcado de tubos y accesorios

Todos los tubos y accesorios llevarán marcados en lugar apropiado y visible, de forma indeleble y sin que obstruya su normal funcionamiento, al menos los datos que se indican a continuación:

En tubos

Marcas espaciadas a intervalos de 1,5 m, como máximo, con los siguientes

- ❖ Identificación del fabricante o marca de fábrica.
- ❖ Diámetro nominal (mm).
- ❖ Presión nominal (MPa o kg/cm²)
- ❖ Referencia del material. PE-32 o (LDPE) PE-50B o (MDPE) PE-50A o (HDPE)
- ❖ Referencia a la norma UNE correspondiente.
- ❖ Año de fabricación.

En accesorios

- ❖ Identificación del fabricante o marca de fábrica.

- ❖ Diámetro nominal (mm) de los tubos con que son compatibles.
- ❖ Presión nominal (MPa o kg/cm²)

Artículo 6. Tubos de polietileno. Métodos de ensayo

6.1. Ensayos y pruebas en fábrica

Los ensayos y pruebas sobre tubos acabados se realizarán siguiendo la normativa especificada en el presente pliego.

Los laboratorios donde se realicen las pruebas serán elegidos con la aprobación de la dirección de las obras, y en todo caso permitirán el acceso de un representante de aquella para el seguimiento y la verificación de los ensayos.

6.1.1. Prueba de aspecto

En probetas de tubo de 30 cm. de longitud se realiza un corte según una generatriz y se examinan las superficies interior y exterior así como la sección longitudinal.

El tubo deberá tener un aspecto homogéneo libre de cualquier grieta visible, con queras, burbujas, inclusiones extrañas u otros defectos. Todo elemento tubo o rollo que en este examen visual presente alguno de dichos defectos será rechazado.

6.1.2. Determinación de las dimensiones

Los ensayos se realizarán a la temperatura de 23 a 20 °C y a humedad ambiental. En caso de efectuarse las mediciones a diferente temperatura a la indicada, se realizará, para la longitud del tubo, una corrección en función de la dilatación del mismo y tomando como referencia la temperatura de 23 °C.

Se tomarán como coeficientes de dilatación lineal, para PE-32, $1,7 \cdot 10^{-4}$

Las mediciones se efectuarán siempre referidas a una misma sección recta del tubo.

- a) Las medidas de longitud de los tubos se tomarán con instrumentos apropiados para conseguir una precisión no inferior a 5 mm.
- b) Las medidas del diámetro exterior medio se tomará utilizando una cinta métrica (circómetro), en la que se lea directamente el diámetro en función de la longitud de la circunferencia, con una precisión mínima de 0,05 mm.
- c) Las medidas del espesor de los tubos se tomarán mediante un micrómetro con una precisión mayor o igual a 0,025 mm u otro instrumento de medida con el que se obtenga la misma precisión.
- d) La ovalación se determina por la diferencia entre los diámetros máximo o mínimo y el diámetro exterior medio de una misma sección recta. Los valores obtenidos deberán estar de acuerdo con los indicados en el apartado 4.4. Para la toma de medidas deberá utilizarse un calibre de precisión 0,05 mm

- e) Expresión de resultados. En el informe se hará constar:
1. La designación del tubo.
 2. La longitud.
 3. El diámetro exterior medio.
 4. El espesor medio.
 5. La ovalación.

6.1.3. Determinación de la densidad

Se realizará por el método de la columna de gradiente y según la norma UNE 53-020.

6.1.4. Determinación del contenido en negro de carbono

Se realizará según la norma UNE 53-375.

6.1.5. Determinación de la dispersión del negro de carbono

Se realizará según la norma UNE 53-133.

6.1.6. Determinación de la resistencia a la tracción y del alargamiento en la rotura

Se realizará según la norma UNE 53-133.

6.1.7. Determinación de la resistencia a la presión interna en función del tiempo

Se realizará según la norma UNE 53-133.

6.1.8. Prueba de estanqueidad

Se realizará según la norma UNE 53-133.

6.1.9. Determinación del comportamiento al calor

Se realizará según la norma UNE 53-133.

6.2. Pruebas de obra

6.2.1. Prueba de presión hidráulica

Esta prueba debe realizarse para la red completa sometiéndola a una presión de 1,4 veces la máxima presión de trabajo previsible. Si por alguna causa justificada no fuese posible hacer esta prueba completa, se probará por tramos de igual timbraje a la presión de 1,4 veces la máxima previsible en el tramo.

La prueba se realizará para la tubería o tramos de tubería de menos de 500 m. en orden de servicio con todos sus elementos.

Llena y purgada la tubería, se mantiene así durante 24 horas. A continuación, se elevará la presión lentamente inyectando agua hasta alcanzar la presión de prueba. Se anotará el tiempo y, después de una hora sin reponer presión, se comenzará a medir el agua que es necesario continuar inyectando para conseguir que la presión se mantenga en la de prueba.

La duración de la prueba será de una hora y la pérdida de agua en este tiempo no deberá superar:

$$V=0,0167 \cdot \Sigma \cdot L_i \cdot D_i \cdot \Pi$$

Donde:

- **V:** cantidad de agua inyectada en L.
- **L_i:** longitud del tramo *i* en km.
- **D_i:** diámetro interior de la tubería en el tramo *i* en mm.

Si existen fugas manifiestas, aunque no se superen las pérdidas admisibles, deberán ser corregidas para lograr mayor estanqueidad. Si se superan las pérdidas admisibles, obligatoriamente se investigarán las causas, se corregirán y se repetirá la prueba hasta lograr valores admisibles.

En un caso u otro los defectos se corregirán en un plazo prudencial que fije la dirección de obra.

CAPÍTULO III. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LAS TUBERÍAS DE PRESIÓN DE PVC NO PLASTIFICADO UTILIZADAS EN EL RIEGO LOCALIZADO

Artículo 1. Condiciones generales

1.1. Campo de aplicación

El presente pliego tiene por objeto definir las características técnicas y las condiciones de suministro que han de cumplir los tubos y accesorios fabricados con policloruro de vinilo no plastificado, así como aquellos elementos de distinto material que se utilicen en las conducciones de agua de las instalaciones fijas y móviles para riego.

1.2. Definiciones

1.2.1. Tubos de policloruro de vinilo (PVC) no plastificado

Son tubos de plástico, rígidos, fabricados a partir de una materia prima compuesta esencialmente de resma sintética de PVC técnico, mezclada con la proporción mínima indispensable de aditivos colorantes, estabilizantes y lubricantes y, en todo caso, exenta de plastificantes y de materiales de relleno (fillers).

1.2.2. Accesorios de policloruro de vinilo no plastificado

Son aquellos elementos que se intercalan en la conducción, unidos a los tubos por adhesivo o por junta elástica, para permitir realizar cambios de dirección, reducciones, derivaciones, etc. y en cuya fabricación se utiliza la materia prima definida en el apartado anterior.

1.2.3. Piezas especiales

Son aquellos elementos que se intercalan en la conducción unidos a los tubos por junta mecánica, y destinados al control y regulación de la vena líquida, como llaves, válvulas,

manómetros, filtros, etc. Estos elementos pueden ser de distinto material del PVC como bronce, acero, etc.

1.2.4. Juntas

Son los elementos o dispositivos utilizados para la unión de tubos entre sí o con los accesorios y piezas especiales de la conducción. Se consideran dos tipos: por encolado y elástica.

1.2.5. Longitud del tubo

Es la distancia teórica entre sus extremos. Para los tubos con embocadura dicha distancia incluirá la embocadura.

1.2.6. Diámetro nominal (Dn)

Es el diámetro exterior teórico en mm especificado en la norma UNE 53-122 y que sirve de referencia para identificar y clasificar por medidas los diversos elementos acoplables entre sí de una conducción.

1.2.7. Diámetro exterior medio (De)

Es el cociente entre la longitud de la circunferencia exterior del tubo, medida en cualquier sección recta del mismo, y 3,142, redondeando al 0,1 mm más próximo por exceso.

1.2.8. Espesor nominal (e)

Es el que se obtiene a partir de la fórmula:

$$E = \frac{Pn \cdot Dn}{2\sigma}$$

Donde:

σ : esfuerzo tangencial de trabajo a 200 C (10 MPa) Dn = diámetro nominal del tubo en mm

Pn: presión nominal en MPa

El valor del espesor nominal obtenido se redondea al 0,1 mm inmediatamente superior.

1.2.9. Espesor en un punto cualquiera (ef)

Es el resultado de la medida del espesor de la pared del tubo en un punto cualquiera, redondeando la medida al 0,05 mm inmediatamente superior.

1.2.10. Espesor medio (em)

Es la media aritmética de los valores equidistantes de espesor de pared del tubo, medidos en puntos uniformemente distribuidos en una misma sección recta. Los cálculos se redondearán al 0,1 mm inmediatamente superior.

1.2.11. Ovalación en una sección recta de los tubos

Es la diferencia entre el diámetro exterior o interior medio, respectivamente, y el diámetro exterior o interior máximo o mínimo. Se toma el de mayor valor absoluto. Esta medida se aplica solamente cuando la relación espesor nominal/diámetro nominal es igual o superior a 0,035.

1.2.12. Ovalación en una sección recta de los accesorios inyectados

En los accesorios inyectados, macho o hembra, la ovalación será la diferencia entre los diámetros máximo y mínimo exteriores o interiores respectivamente. Esta medida solamente se aplica cuando la relación: espesor nominal/diámetro nominal, es igual o superior a 0,035.

1.2.13. Presión nominal (Pn)

Es el valor de la presión interna para la que se ha diseñado el tubo con un coeficiente de seguridad que puede mantenerse sin fallos durante 50 años, y que tiene en cuenta las fluctuaciones de los parámetros que se pueden producir durante el uso continuado del material.

La presión nominal se expresa en mega pascales: (1 MPa = 10 kg/cm) y forma parte de la identificación de los diversos elementos acoplables entre sí de una instalación.

1.2.14. Presión de trabajo (Pt)

Es la presión calculada en el proyecto y se define como la máxima presión hidráulica interior (dinámica, estática o transitoria) a que puede estar sometida una tubería en servicio, una vez instalada definitivamente. Se expresa en MPa.

La presión de trabajo a 20° C se corresponde con la presión nominal.

1.3 .Características de los tubos

1.3.1. Características físicas de los tubos

- ❖ **Densidad:** 1,35-1,46 g/cm³
- ❖ **Resistencia a la tracción, mínima:** 49 MPa
- ❖ **Alargamiento a la rotura mínimo:** 80 %
- ❖ **Temperatura de reblandecimiento VICAT:** >790

1.3.2. Características físicas de los accesorios

Son los descritos en la norma UNE 53-112, parte II.

1.3.3. Aspecto

Los tubos deben ser sensiblemente rectos y cilíndricos, exterior e interiormente. Su acabado será pulido y brillante, con coloración uniforme y tonalidad opaca que evite la penetración de la luz exterior.

1.3.4. Características geométricas de tubos y accesorios

Longitud

La longitud de los tubos se establecerá por acuerdo con el fabricante, admitiéndose una tolerancia de + 10 mm

Se utilizarán con preferencia tubos de longitud no inferior a 5 metros.

Cuando por razones de montaje sea necesario emplear piezas de menor longitud, se obtendrán mediante corte a escuadra de los tubos.

Serie de diámetros nominales

Las series comerciales de diámetros nominales son las que figuran en la norma UNE 53-112.

Espesor nominal

Es, el que figura en la norma UNE 53-112.

El espesor en el cuerpo del accesorio será como mínimo el del tubo del mismo diámetro y presión nominal.

Sección del tubo y alineación

La sección del tubo perpendicular a su eje debe ser una corona circular, y las generatrices de las superficies cilíndricas interior y exterior del mismo serán dos rectas paralelas con las tolerancias de ovalación y rectitud que se especifican en la norma UNE 53-112.

1.3.5. Resistencia a la presión interna

Los tubos deben ensayarse según lo especificado en la norma UNE 53-112.

Ninguno deberá romper al someterlo a las condiciones dadas en dicha normal

1.3.6. Resistencia al impacto a 0°C y 200 °C

Cuando los tubos se ensayan según lo especificado en la norma UNE 53-112, el verdadero grado de impacto no deberá ser superior al 5%, si el ensayo se realiza a 0° C y el 10% cuando se realiza a 20° C.

1.3.7. Comportamiento del calor

Cuando los tubos se ensayan según lo especificado en la norma UNE 53-112, las medidas de las probetas no deberán variar más de un 5% en sentido longitudinal. Además, en las probetas no deberán aparecer burbujas, fisuras, cavidades, ni exfoliaciones.

1.3.8. Absorción de agua

Cuando los tubos se ensayan de acuerdo con la norma UNE 53-112, el valor de la absorción de agua de las probetas ensayadas no debe ser superior a 40 g/m².

1.4. Tipos de juntas

Se consideran dos sistemas para asegurar la estanqueidad y la resistencia mecánica en los acoplamientos de los tubos entre sí y con los accesorios; la unión por encolado y la unión mediante anillos de elastómeros.

La elección de uno u otro sistema se realizará en función de la instalación proyectada y dentro de las limitaciones y condiciones de utilización que se especifican en este documento.

Cualquiera que sea el tipo de junta que se adopte, deberá verificarse que en las pruebas de rotura a presión, los tubos deberán reventar antes de que la propia junta falle.

1.4.1. Juntas por encolado

Este tipo de junta exige que uno de los extremos del tubo termine en una copa preformada en fábrica, cuya longitud y cuyo diámetro interior deberán cumplir con lo especificado en la norma UNE 53-112 tanto para tubos como para accesorios.

El encolado se realizará entre la superficie exterior del extremo macho y la interior de la copa utilizando un adhesivo disolvente del PVC rígido, de modo que se consiga una auténtica soldadura en frío.

Este tipo de junta se utilizará preferentemente para la unión de los tubos con los accesorios pero, en general, no se admitirá para la unión de tubos de diámetro nominal superior a 150 mm

1.4.2. Juntas elásticas

Este sistema de junta garantiza en general, una estanqueidad más eficaz que el encolado, y permite un ligero juego en las uniones de la conducción que consiente absorber variaciones de presión de una cierta amplitud. Por otra parte, las uniones son más sencillas y rápidas de realizar que por el sistema del encolado. Por estas ventajas, deben elegirse preferentemente en las instalaciones fijas de tubería para riego.

Este tipo de junta exige que uno de los extremos del tubo sea expandido y modelado en fábrica con un cajero circular en su interior, en el cual se aloja un anillo elastomérico, de tal manera que éste forma parte intrínseca del tubo. El extremo macho del tubo debe ir biselado con un ángulo de 150, pero que solamente afecte a la mitad del espesor de la pared del tubo.

La copa deberá estar reforzada para compensar el debilitamiento que se produce en la pared del tubo por el cajero donde va alojado el anillo elastomérico.

El anillo debe estar fabricado con un elastómero compuesto de caucho natural o sintético y diseñado de tal forma que produzca un cierre hidráulico trabajando a compresión y que el cierre sea más hermético cuanto mayor sea la presión, dentro de los límites de su gama de presiones.

Los diámetros y las longitudes de las embocaduras para tubos accesorios y manguitos con junta elástica deberán cumplir las especificaciones de la norma UNE 53-112.

1.5. Accesorios para tuberías

Podrán ser de PVC rígido fabricados por moldeo a inyección, o a partir de tubo. También pueden utilizarse accesorios de aleación de hierro u otros metales, siempre que vayan provistos de adaptadores y juntas adecuadas para su conexión con los tubos de PVC.

En todos los casos su resistencia a la presión interna deberá ser como mínimo igual a la del tubo a que se conecten.

Los accesorios de PVC no plastificado cumplirán las especificaciones de la norma UNE 53-112.

1.6. Uniformidad

Salvo especificaciones en contrario del proyecto, los tubos, juntas y accesorios suministrados tendrán características geométricas compatibles y uniformes dentro de cada diámetro y tipo establecidos.

El director de la obra podrá modificar esta prescripción cuando a su juicio sea conveniente.

1.7. Marcado de los tubos y accesorios

Los tubos y accesorios de PVC llevarán un marcaje indeleble conteniendo, como mínimo, los siguientes datos:

- ❖ Monograma de la marca de fábrica.
- ❖ Indicación PVC.
- ❖ Diámetro nominal en mm.
- ❖ Presión nominal en MPa.

Artículo 2. Materiales

2.1. Materiales componentes de las tuberías de policloruro de vinilo (PVC) rígido

Los materiales a emplear en la fabricación de los tubos del resto de los elementos de PVC rígido que forman parte de la tubería instalada, deberán cumplir las especificaciones contenidas en este pliego.

Se considerarán sometidos a estas especificaciones los materiales siguientes:

- ❖ Resma sintética de PVC técnico.
- ❖ Policloruro de vinilo no plastificado.
- ❖ Aditivos.
- ❖ Adhesivos para encolado del PVC rígido.
- ❖ Lubrificantes para juntas.
- ❖ Pinturas y otros revestimientos.
- ❖ Otros materiales no especificados que puedan intervenir en la formación de la tubería terminada o en su colocación en situación definitiva.

2.2. Resina sintética de policloruro de vinilo

Es un material termoplástico, polímero de adición (homopolímero) de cloruro de vinilo, que a temperatura ambiente es sólido, duro, rígido y con deficientes cualidades de flexibilidad y resistencia al choque. Tiene poca estabilidad al calor y es difícil de moldear en caliente.

Las materias primas empleadas son el acetileno y el ácido clorhídrico seco. De esta combinación se obtiene el gas cloroetano o cloruro de vinilo.

La resina que se ha de utilizar para la fabricación de los tubos de PVC no plastificado será de PVC técnico en polvo con un grado de pureza mínimo del 99 %.

2.3. Policloruro de vinilo no plastificado (rígido)

Es un material termoplástico compuesto esencialmente por resina sintética de PVC técnico, mezclada con aditivos colorantes, estabilizantes y lubricantes, en las proporciones mínimas indispensables para permitir el moldeo del material por extrusión y para aumentar la resistencia del producto final a los agentes químicos y a las radiaciones técnicas y lumínicas.

En ningún caso se permitirá el empleo de aditivos plastificantes, ni materiales de relleno (fillers) u otros ingredientes que puedan disminuir la resistencia química del PVC o rebajar su calidad.

2.4. Aditivos empleados en la fabricación del PVC no plastificado

Los aditivos que se mezclen con la resma sintética para la fabricación del PVC no plastificado consistirán en pigmentos, estabilizantes metálicos y lubricantes, destinados a facilitar el moldeo de la mezcla por extrusión y hacer el producto final más resistente a los agentes químicos y a las radiaciones lumínicas y térmicas.

La proporción de aditivos que entre en la composición de PVC no plastificado será la mínima indispensable para conseguir dichos objetivos. En ningún caso se admitirá el empleo de aditivos plastificantes, ni materiales de relleno (fillers) u otros ingredientes que puedan disminuir la resistencia química del PVC no plastificado o rebajar su calidad.

2.5. Adhesivos disolventes para juntas soldadas

Los adhesivos que se utilicen para el encolado de juntas deberán contener como vehículo un líquido orgánico volátil que disuelva o ablande las superficies de PVC que han de ser unidas de modo que el conjunto se convierta esencialmente en una pieza del mismo tipo que el PVC rígido.

2.6. Lubricantes para juntas elásticas

El lubricante que se utilice para facilitar la inserción del extremo macho de un tubo en la copa de otro tubo o accesorio a acoplar mediante junta elastomérica, estará exento de aceites o de grasas minerales.

2.7. Pintura y otros revestimientos

Las piezas susceptibles de oxidación se protegerán adecuadamente contra la corrosión.

Como protección antioxidante se utilizará primordialmente el revestimiento de minio. Este material deberá ser del tipo electrolítico de plomo. No se admite el minio de hierro.

Si se emplea sobre superficies metálicas pulidas, deberá usarse previamente una impregnación pasivante, primordialmente de tipo fosfatado. Esta impregnación será obligatoria sobre galvanizados y chapas de acero pulido.

No se admitirán los galvanizados con cinc en frío. Deberán ser efectuados por inmersión en baño caliente. El espesor mínimo de capa protectora será, al menos, de treinta (30) micras.

La protección de cualquier clase que sea, tendrá que mantener su inalterabilidad garantizada, al menos, durante diez (10) años, salvo para las pinturas a la intemperie, que deberán mantener su inalterabilidad, por lo menos, durante tres (3) años.

Los revestimientos con resinas epoxi en piezas ocultas mantendrán su inalterabilidad, al menos, durante diez (10) años. Para revestimiento epoxi al aire libre se garantizará la inalterabilidad durante cinco (5) años.

2.8. Otros materiales no especificados

Se atenderán a la normalización del Instituto Nacional de Racionalización y Normalización (IRANOR) y reunirán las características que para cada material se determinen en la correspondiente norma UNE.

Artículo 3. Fabricación

3.1. Procedimiento de fabricación de los tubos

Las tuberías se fabricarán por el procedimiento de extrusión y arrastre.

La materia prima a utilizar será una mezcla homogénea de resma de PVC en polvo y de los aditivos indispensables. Ambos componentes deberán cumplir las prescripciones que figuran en los apartados 11-3 y 11-4 de este pliego.

3.2. Procedimiento de fabricación de los accesorios

La materia prima a utilizar para la fabricación de los accesorios de PVC rígido deberá cumplir las mismas especificaciones que la empleada para la fabricación de los tubos.

El procedimiento de fabricación más perfeccionado es el de moldeo a inyección.

Durante el proceso de fabricación deberá verificarse el completo llenado de los moldes, comprobándolo mediante la auscultación de coqueas o poros en el material.

3.3. Fabricación en serie

Las plantas de producción, tanto de tubos como de accesorios, estarán preparadas para la fabricación en serie obedeciendo a normas de tipificación compatibles con el presente documento.

3.4. Laboratorio y banco de pruebas

El fabricante dispondrá de laboratorios debidamente equipados para la determinación de las características físicas y químicas de la materia prima y de los productos acabados, y de un banco de pruebas. En ellos se realizarán los siguientes ensayos y controles:

1. De la materia prima.
2. Del proceso de fabricación.
3. De los productos acabados.

Los ensayos y controles se realizarán con la periodicidad que se demande y los resultados se conservarán en los correspondientes registros.

Artículo 4. Pruebas y métodos de ensayo

4.1 .Clasificación

Las pruebas se clasifican en dos grupos:

- ❖ Pruebas en fábrica o en banco de pruebas.
- ❖ Pruebas en obra.

4.2. Pruebas en fábrica

4.2.1. Normativa general

La dirección de obra controlará el proceso de fabricación y los materiales empleados en todos y cada uno de los elementos que deberán entrar a formar parte de la tubería de riego.

Si el contratista no es fabricante de alguno de ellos deberá introducir en su contrato de suministro, la cláusula que permita al director de obra efectuar tal control. Cuando existan procesos industriales secretos, se advertirá así en la oferta, sustituyéndose tal control de proceso, por un control especial de calidad del producto acabado que fijará el director de la obra.

El fabricante comunicará con quince (15) días de antelación de manera escrita y expresa, a la dirección de obra la fecha en que pueden comenzarse las pruebas. La dirección de obra puede asistir de forma personal o representada a tales pruebas. Si no asiste, el fabricante enviará certificación de los resultados obtenidos.

4.2.2. Ensayos de materias primas

El fabricante deberá asegurarse que tanto las materias primas como los compuestos y mezclas que intervienen en la fabricación, poseen características constantes y cumplen las especificaciones requeridas para conseguir las para los productos acabados se exigen en este pliego.

4.2.3. Control del proceso de fabricación

Se realizarán sobre muestras obtenidas a lo largo del proceso de producción de los tubos y accesorios. Cada dos horas y a la salida del tubo de cada extrusora, se efectuarán las determinaciones siguientes:

- a) Examen visual del aspecto general (acabado exterior e interior de la pared del tubo).

- b) Pruebas dimensionales (diámetro exterior medio, concentricidad, ovalación y espesor).

4.2.4. Pruebas sobre los productos acabados

Se realizarán, obligatoriamente, las siguientes pruebas:

- ❖ Examen del aspecto exterior.
- ❖ Pruebas de forma y dimensiones.
- ❖ Prueba de estanqueidad.
- ❖ Prueba de rotura bajo presión hidráulica interior.
- ❖ Prueba de tracción.
- ❖ Prueba de aplastamiento (flexión transversal).

Las pruebas a efectuar constituyen un método doble de control para garantizar una probabilidad baja de que existan elementos defectuosos.

El proveedor clasificará los elementos por lotes de doscientas (200) unidades iguales o fracción. Los tubos deberán estar numerados por series con numeración correlativa y por un procedimiento de grabado en la masa. Las piezas metálicas se numerarán de la misma forma por troquelado.

El director de obra recibirá una relación de los números de las piezas a examinar y por un procedimiento aleatorio escogerá en cada lote el número de elementos necesarios para cada etapa de control.

Siempre que un lote sea desechado, se identificarán y marcarán todas las piezas por algún procedimiento que permita su fácil reconocimiento como no aptas. Además se tomará nota del número de cada pieza para evitar fraudes. En el caso de que estos elementos se incluyesen en la obra, en contra de las instrucciones de la dirección de la obra, a juicio de la misma, podrá llegarse a la rescisión del contrato.

Examen del aspecto externo

Los tubos deberán presentar a simple vista una distribución uniforme de color, y estarán libres de estrías, rebabas, fisuras, coquetas, poros, burbujas, ondulaciones u otros defectos.

Se comprobará en la sección transversal la homogeneidad de coloración y se comprobará si existen inclusiones extrañas, grietas, burbujas u otros defectos.

Se rechazará cualquier elemento (tubo o accesorio) que por un defecto observado en el examen a simple vista o por presentar señales de haberse reparado en frío o en caliente, el director de la obra considere no apto para su empleo. Su número se eliminará de la lista

para efectuar el muestreo y las piezas eliminadas no se repondrán en el lote, debiendo quedar éste con su número de piezas primitivo rebajado en el de piezas eliminadas.

Determinación de la densidad

Este ensayo se realizará según la norma UNE 53-020. En caso de litigio se realizará por el método del pignómetro, descrito en dicha norma. Curvas con una precisión de 0,05 mm.

Forma y dimensiones

Se realizará la prueba en cinco (5) tubos de cada lote para verificar lo siguiente:

- ❖ Ortogonalidad de los extremos del tubo.
- ❖ Alineación de las generatrices.
- ❖ Longitud.
- ❖ Diámetro externo.
- ❖ Espesor de la pared del tubo.
- ❖ Ovalación.

Las pruebas se realizarán a 230 ± 20 °C y a humedad ambiental, sin acondicionamiento previo de los tubos.

En caso de efectuarse estas medidas a diferente temperatura a la indicada se realizará, para la longitud del tubo, una corrección en función de la dilatación del mismo y tomando como referencia la temperatura de 23° C.

Las pruebas se verificarán de la siguiente forma:

Se medirá cada una de las dimensiones en cada uno de los cinco tubos seleccionados. Se hallará la media aritmética de cada dimensión y las desviaciones con respecto a la media.

Se obtendrá la desviación típica y el intervalo de confianza con una fiabilidad del noventa y cinco y medio por ciento (95,5%). El intervalo de confianza será: $m \pm 2,5$ siendo m la media y 5 la desviación típica de los valores medidos.

Si los valores extremos del intervalo de confianza no superan las tolerancias, se admitirá el lote. En el caso contrario se rechazará.

Prueba de estanqueidad

Para efectuar esta prueba se utilizarán los cinco tubos tomados para las pruebas de forma y dimensiones.

Los tubos se mantendrán desde una hora antes a una temperatura de 230 ± 20 °C. Cada tubo se probará de la siguiente forma:

Se cerrarán herméticamente sus extremos con un procedimiento que ni implique alteración de la resistencia del tubo, colocando en la tapa de un extremo un manómetro contrastado, un purgador de aire y una llave de llenado que estará conectada a una fuente de presión hidráulica.

Se llenará el tubo de agua y después de purgar el aire interior se va elevando la presión hidráulica a razón de 1 Kg/cm² cada minuto, hasta alcanzar la presión de Pu. Esta presión de prueba se mantendrá durante una hora.

Durante este tiempo no deben observarse fugas, goteos o transpiraciones visibles. Si en el primer conjunto de cinco tubos hay más de uno defectuoso, se rechazará también todo el lote.

Determinación de la resistencia a la presión interna

Se efectuará sobre tres probetas cortadas de tres tubos diferentes de cada lote, con una longitud:

$$L=3 \cdot D_n+X$$

Donde:

L: longitud de la probeta en mm. Tiene un valor mínimo de 250 mm.

D_n: diámetro nominal del tubo en mm.

X: longitud de los tapones de cierre en mm.

El ensayo se realizará aplicando el método de la norma UNE 53-112.

Si la prueba no fuera satisfactoria en las tres probetas se rechazará el lote. Si solo una no alcanza el valor exigido, se ensayarán otras tres probetas sacadas de tres nuevos tubos tomados al azar. Si estas tres resultan satisfactorias se aceptará todo el lote, pero si falla una se rechazara.

Ensayo de alargamiento y rotura a tracción

Mediante esta prueba se determina el esfuerzo máximo en el punto de fluencia o el de rotura, así como el alargamiento de la rotura a tracción de probetas normalizadas obtenidas del tubo.

El ensayo se realizará aplicando el método de la norma UNE 53-112.

Ensayo de resistencia al impacto a 0 y 200 °C

Se realiza esta prueba sobre cinco tubos distintos elegidos al azar en cada lote, y aplicando el método de la norma UNE 53-112.

Determinación del comportamiento al calor

Este ensayo tiene por objeto determinar la variación de longitud de los tubos después de sometidos a la acción del calor, así como su aspecto.

Se realizará por el método especificado en la norma UNE 53-112.

4.3. Pruebas en obra

Son dos pruebas hidráulicas diferentes: una a presión inferior y otra a estanqueidad.

4.3.1. Prueba a presión hidráulica interior

Las tuberías de PVC serán probadas a presión por tramos que no excedan de 500 m.

La presión de prueba será 1,5 Pt. Si hay diferentes presiones nominales, se probará por tramos compuestos de tubos de igual clase.

La tubería debe ser apoyada y anclada correctamente para resistir el empuje desarrollado durante la prueba de presión.

La presión se controlará de forma que en ningún punto de la tubería existan valores inferiores a 1,4 Pt.

El control se efectuará mediante uno o varios manómetros contrastados.

Se purgará de aire la tubería mediante ventosas instaladas en los puntos altos. Se llenará de agua y se verificará la continuidad hidráulica de la tubería en el tramo antes de aplicar presión.

Seguidamente se hará subir la presión en el tubo a velocidad inferior a 12 Kg/c, por minuto. Alcanzada la presión de prueba se cortará la entrada de agua. Se mantendrá la tubería en esta situación durante quince minutos. La prueba se considerará satisfactoria si el manómetro no alcanza un descenso superior a: 0,15 Pt

Si el descenso es superior, se corregirán las pérdidas de agua hasta conseguir la prueba satisfactoria dentro de un plazo prudencial que será fijado por la dirección de obra.

4.3.2. Prueba de estanqueidad

Esta prueba debe realizarse para la red completa sometiéndola a la máxima presión estática previsible. Si por alguna causa justificada no fuese posible hacer esta prueba completa, se probará por tramos de igual timbraje a la mayor de las siguientes presiones:

Máxima presión estática prevista en el tramo, o bien Pt.

La prueba se realizará para la tubería o tramos de tubería en orden de servicio con todos sus elementos.

Llena y purgada la tubería, como en la prueba anterior, se elevará la presión lentamente inyectando agua hasta alcanzar la presión de prueba. Se anotará el tiempo, y se comenzará a medir el agua que es necesario continuar inyectando para conseguir que la presión se mantenga en la de prueba.

La duración de la prueba de estanqueidad será de treinta minutos y la pérdida de agua en este tiempo no debe superar:

$$V=0,12 \cdot \sum Li \cdot Di$$

Donde:

V: cantidad de agua que es necesario inyectar para que se mantenga la presión de prueba (l).

Li: longitud de tramo *i* en m.

Di: diámetro exterior de la tubería en el tramo *i* en m.

Si existen fugas manifiestas, aunque no se superen las pérdidas admisibles, deberán ser corregidas para lograr la mayor estanqueidad. Si se superan las pérdidas admisibles, obligatoriamente se investigarán las causas, se corregirán, y se repetirá la prueba hasta lograr valores admisibles.

En un caso u otro los defectos se corregirán en un plazo prudencial que fije la dirección de obra.

4.3.3. Prueba de estanqueidad en llaves y ventosas

Para efectuar estas pruebas en llaves y en ventosas, se montará la pieza formando un trozo corto de tubería obturado en sus extremos.

Se harán dos pruebas para las llaves; una de ellas con llave abierta, comprobando que no hay pérdidas ni humedades. Se admite el apretado de prensaestopas.

La segunda, a llave cerrada, con una cámara cargada de agua a presión y la otra vacía. En la vacía no se apreciarán humedades a través del obturador.

La prueba será también de doble control, sobre cinco (5) elementos en primera etapa y otros cinco (5) en segunda.

Para las ventosas solo se realizará la prueba descrita para llave abierta y aplicando el mismo método.

Artículo 5. Tolerancias

5.1. Tolerancias en el diámetro exterior medio

Las tolerancias admisibles serán siempre positivas y se determinarán por la fórmula:

$$0,0015 \cdot Dn + 0,1$$

Siendo Dn el diámetro nominal en mm, redondeando a 0,1 mm por exceso, con valor mínimo de 0,2 mm En la norma UNE 53-112 figuran las tolerancias para el diámetro exterior medio.

5.2. Tolerancias en el espesor de la pared

Serán siempre positivas y se determinarán según la norma UNE 53-112. En dicha norma figuran las tolerancia para el espesor de la pared.

5.3. Tolerancias en la ovalación para tubos y accesorios

Será en todos los casos igual o inferior a 0,012 Dn, redondeando al 0,1 mm más próximo por exceso, con un valor mínimo de 0,5 mm

En la norma UNE 53-112 se encuentran tabulados los valores de la ovalación.

5.4. Tolerancia en la longitud nominal

Será de más o menos 10 mm (diez milímetros en defecto o en exceso) para todas las longitudes, cualesquiera que sean los diámetros.

5.5. Tolerancias en la longitud de la embocadura de tubos y accesorios para uniones por encolado y por junta elástica

Serán las especificadas en la norma UNE 53-112.

5.6. Tolerancias en el diámetro interior de la embocadura de tubos y accesorios para uniones por encolado y por junta elástica

Serán las especificadas en la norma UNE 53-112.

5.7. Tolerancias en la ortogonalidad de los extremos

El plano teórico que define la corona circular que se encuentra en cada extremo del tubo formará con la generatriz del mismo un ángulo comprendido en el intervalo 90

± 20 grados sexagesimales.

5.8. Tolerancias en la alineación

Se medirán de acuerdo con lo especificado en el artículo 4.2.4.4.b.

CAPÍTULO IV. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LOS ELEMENTOS DE LA ESTACION DE BOMBEO Y LA RED DE RIEGO

Artículo 1. Equipos de impulsión

1.1. Definiciones

- ❖ **Bomba centrífuga.** Dispositivo que transforma la energía mecánica procedente de un motor en energía hidráulica. El elemento característico de la bomba es el rodete o impulsor; dependiendo de su geometría, la relación entre H/Q (altura/gasto) será alta: rodetes radiales; baja: rodetes axiales; y, media: rodetes helicoidales o semiaxiales.
- ❖ **Bomba de desplazamiento positivo.** En este caso la energía mecánica de un motor se aplica a una cámara que se llena y vacía de forma periódica. Son de uso frecuente en la incorporación de fertilizantes y fitosanitarios a las redes de riego.
- ❖ **Curvas características de una bomba.** Son aquellas que relacionan la altura con el gasto, la potencia y el rendimiento.

- ❖ **NPSHd.** Es un valor característico de cada aspiración en una estación de bombeo. Es el resultado de la siguiente expresión:

$$\text{NPSHd} = \left(\frac{P_a}{\gamma} - H_A - H_v \right) - k \cdot Q^2$$

Donde:

Pa/γ: es aproximadamente 10 metros al nivel del mar.

hA: es la distancia entre el rodete y el nivel del agua.

h_v: es la tensión de vapor del fluido.

k·Q²: es la pérdida de carga en la aspiración.

- ❖ **NPSHr.** Es un valor característico de cada bomba, suministrado por el fabricante.
- ❖ **Cavitación.** Es el fenómeno producido cuando NPSHr es mayor que NPSHd. Se traduce en vibraciones y daños en la bomba.
- ❖ **Velocidad específica.** Conocidos los valores de giro (N), altura (H) y gasto (Q) de una bomba; la velocidad específica (ns) es el valor que tendría otra semejante elevando un gasto de 1 m³/s a una altura de 1 metro:

$$N_s = N \cdot \sqrt{Q} / H^{3/4}$$

Donde:

N: expresado en r/min.

Q: expresado en m³/s.

H: expresado en metros.

- ❖ **Leyes de semejanza.** Dependiendo de la velocidad de giro, una misma bomba ofrece valores diferentes de altura (H), gasto (Q), potencia (P) y altura neta positiva de aspiración requerida (NPSHr).

Características y especificaciones

El diámetro de los colectores de aspiración e impulsión será tal que la velocidad del fluido no supere 1,2 m/s.

El espesor de la tubería seguirá las recomendaciones UNE tanto para secciones normalizadas como para las que no lo están.

1.2. Elementos habituales que forman parte de la aspiración y de la impulsión

- ❖ **Válvula de pie u otro elemento de cebado.** Cuando se trata de bombas verticales habitualmente siempre se colocará en el soporte guía, para evitar que su descarga limite la lubricación de los ejes.

- ❖ **Cono de aspiración.** La brida de aspiración siempre será inferior a la del tubo que le precede; para unirlos se empleará un cono asimétrico que impida el alojamiento de aire en su parte superior. Esta pieza puede realizarse a partir de chapa o de tubo; en cualquiera de los dos casos puede ser de aceros normales o inoxidable. No hay indicaciones normativas sobre su longitud, sí las hay sobre su espesor: UNE 19053. Dependiendo del tipo de agua se emplearán diferentes grados de protección: aceros inoxidables, pintura epoxi, galvanización, etc.
- ❖ **Cono de impulsión.** La brida de la impulsión siempre será inferior a la del tubo que le sigue; para unirlos se empleará un cono simétrico hasta la sección que asegure la velocidad ya indicada. Esta pieza puede realizarse a partir de chapa, de tubo o ser de fundición. Dependiendo del tipo de agua se emplearán diferentes grados de protección: aceros inoxidables, fundición dúctil con mortero de cemento, pintura epoxi, galvanización, etc.
- ❖ **Ventosas.** Sobre el cono de impulsión, o inmediatamente después, se colocarán ventosas para eliminar el aire de la columna de aspiración, donde no se instaló válvula de pie.
- ❖ **Manguito que evite la transmisión de las vibraciones.** Colocado después del cono de impulsión, aislará las vibraciones del grupo de impulsión y absorberá posibles fallos en las medidas.
- ❖ **Válvula de compuerta.** Se instala después del cono de impulsión solo para la puesta en marcha y en la parada, excepto en las instalaciones que siempre están bajo presión de funcionamiento, donde solo se usa durante la puesta en marcha y en las reparaciones.
- ❖ **Válvulas de llenado de la tubería.** Controlan el grado de apertura en función del tiempo necesario para el llenado de la tubería, o midiendo la presión aguas abajo. Suelen ser hidráulicas o de compuerta motorizadas. Se colocan a la salida de la bomba.
- ❖ **Válvula de retención.** Se instalan después de la válvula de compuerta o de llenado para evitar que la bomba gire al revés en las paradas. Es una seguridad añadida cuando hay válvula de pie.
- ❖ **Válvulas de alivio.** Instaladas después de la válvula de retención, pueden resolver problemas de sobre presión. Complementan a las válvulas anticipadoras de onda.
- ❖ **Transmisores de presión.** Se roscan directamente sobre el colector de salida después de una llave de esfera y aguas abajo de la válvula de retención. El objetivo es obtener una medida analógica de la presión que será enviada a una entrada del autómatas que controla el grupo de bombeo.

1.3. Condiciones de funcionamiento de una bomba

Las curvas características de una bomba acotaran el intervalo de funcionamiento sin cavitación, esto es, cuando la altura neta positiva de aspiración disponible (NPSHd) es $>$ a la requerida (NPSHr).

1.4. Golpe de ariete en estación de bombeo

El golpe de ariete ha de calcularse para comprobar el resultado, sobre todo, de paradas bruscas por interrupción del fluido eléctrico.

La ubicación de la válvula de retención protegerá elementos sensibles como contadores y filtros. El anclaje de esta soportará el empuje máximo sin transmitirlo directamente al edificio donde se alojan las bombas.

Cuando el golpe de ariete es positivo puede amortiguarse con válvulas hidráulicas anticipadoras de onda, en otro caso es necesario instalar un calderín u otros sistemas.

1.5. Automatización de estaciones de bombeo

La regulación del bombeo será por el sistema de caudal-presión. El funcionamiento de una estación atenderá a la demanda de un determinado gasto en cada momento y a la presión que desee mantenerse en puntos críticos de la red de distribución. En los dos casos se trata de señales analógicas que un autómata interpretará para que las bombas atiendan la curva resistente.

En todos los casos el criterio es dar autonomía de funcionamiento a la estación de bombeo frente a un control centralizado de la zona regable.

1.6. Condiciones para los acopios

Los elementos mecánicos podrán almacenarse en recintos cerrados agrupados en conjuntos homogéneos, identificando su posición con etiquetas.

En el caso de bombas verticales, donde los ejes se suministran desmontados, se evitarán golpes y rozaduras que puedan provocar vibraciones durante el funcionamiento.

Los elementos eléctricos, excepto motores, no se acopiarán a la intemperie.

1.7. Características de las bombas utilizadas

Las características mínimas exigibles a los equipos de bombeo a instalar serán las siguientes:

- ❖ Bomba sumergida cuyo modelo es SP95-8 con una potencia de 37kW.
- ❖ Cuerpo, rodete/impulsor y cabezal de descarga de hierro fundido GG-25.
- ❖ Eje y cabezal de acero inoxidable AISI 420.
- ❖ Eje columna de acero AISI 1045 correctamente alineados.
- ❖ Caudal de impulsión por bomba de 119 m³/h hasta altura manométrica 53,9 mca.

1.8. Condiciones de los materiales

Todos los equipos de bombeo a instalar deberán satisfacer los puntos de funcionamiento para los que han sido calculados y llevarán asociado motores cuya potencia nominal figura en los cálculos justificativos.

Al constar la instalación de aparatos de medida de calidad, se comprobará en la obra el punto nominal de cada bomba, en presencia del Ingeniero Director.

De modo transitorio, los motores eléctricos, pueden ser alimentados por grupos electrógenos, capaces de dar las sollicitaciones requeridas, en tanto haya mayor suministro de energía en la red.

Válvulas

El Director de las obras podrá exigir si lo cree oportuno, protocolo de pruebas de las válvulas tales como pruebas de seguridad y hermeticidad del cuerpo y prueba de hermeticidad del cierre.

Tuberías metálicas

Están diseñadas para disminuir las pérdidas de carga y evitar posibles cavitaciones y pulsaciones de presión. Se construirán teniendo en cuenta las siguientes normas:

- ❖ El radio de los codos ha de ser como mínimo vez y media el diámetro interior de las tuberías.
- ❖ La longitud de los conos ha de ser como mínimo siete veces la diferencia entre los diámetros interiores máximo y mínimo.
- ❖ Los entronques de las tuberías se rigidizan con refuerzos planos.
- ❖ No se permitirá la soldadura directa de conos con las reducciones, etc. en bridas. La unión se hará mediante un carrete cilíndrico cuya longitud no será nunca inferior a cien milímetros, que se suelda por un extremo a la brida y por el otro a la pieza en cuestión.
- ❖ El sobreespesor por corrosión será como mínimo de dos milímetros.
- ❖ Las bridas, tornillería y juntas se construirán de acero con la norma DIN correspondiente a bridas planas para soldar.

El Director de las obras podrá exigir además si lo cree oportuno, certificado de calidad de la chapa empleada, y control radiográfico de al menos un 15% del total de las soldaduras.

1.9. Ejecuciones generales

Las ejecuciones de obras con materiales utilizados en las obras de este Proyecto y no analizadas específicamente en este capítulo, serán de buena calidad y con las características que exija su correcta utilización y servicio. En todo caso, el Contratista

deberá seguir escrupulosamente las normas especiales que, para cada caso, señale el Director de Obra según su inapelable juicio.

1.10. Ensayo y pruebas

No se procederá al empleo de los materiales, sin que antes sean examinados y aceptados por el Ingeniero Director de las Obras y previa finalización en su caso de las pruebas y ensayos previstos en este Pliego.

Todos los gastos de las pruebas y ensayos necesarios para definir las cualidades de los materiales y este P.P.T. serán abonadas por el Contratista.

Podrán ser rechazados todos aquellos materiales que no cumplan las condiciones exigidas en este P.P.T., ateniéndose el Contratista a lo que por escrito le ordene el Ingeniero Director de las Obras

Artículo 2. Filtro

2.1. Definición

El filtro está concebido para retener las partículas sólidas contenidas en el agua, que restan eficiencia a los grupos de impulsión y obturan las boquillas de los emisores de riego.

El elemento filtrante está en el interior de una carcasa que dispone de entrada, salida y tapa de acceso que incluye, frecuentemente, una salida de limpieza. Las entradas y salidas pueden ser en rosca, brida y abrazadera. En los dos primeros casos son salidas Normalizadas en función de la presión de trabajo.

La distancia entre bridas es característica de cada fabricante, no hay Normalización al respecto.

Todos los elementos que forman el filtro son de materiales inalterables a los fluidos que deben filtrar o estarán protegidos por capas adicionales de recubrimientos especiales.

2.2. Etiquetado

Sobre la carcasa del filtro, de forma indeleble, se indicarán las siguientes características:

- ❖ Diámetro de la brida.
- ❖ Gasto máximo y gasto recomendado.
- ❖ Tipo de protección.
- ❖ Grado de filtrado.
- ❖ Presión máxima de trabajo.
- ❖ Marca, modelo y fabricante.

En la documentación suministrada por el fabricante figurarán además el manual de mantenimiento, las características del elemento filtrante y la curva de gasto – pérdida de carga.

2.3. Velocidad de filtración y composición de filtros

Para definir la dimensión de la instalación de filtrado se deben seguir las recomendaciones del fabricante sobre velocidad de trabajo, máxima y mínima, en función del fluido que ha de filtrarse.

2.4. Pérdidas de carga y determinación del momento de la limpieza

Es característico de cada filtro decidir con que pérdida de carga ha de ponerse en funcionamiento la limpieza. La presión se medirá antes y después del filtro. Cuando la diferencia entre las dos presiones sea superior, en general a los 5 m, se pondrá en marcha la limpieza.

Los filtros de malla están constituidos por una carcasa exterior en la cual se alojan tres cámaras diferenciales. Una primera cámara de desbaste que coincide con la boca de entrada del agua al filtro en la que se sitúa la malla gruesa que se utiliza como filtración grosera. En la segunda cámara se aloja el elemento filtrante donde quedan retenidos los sólidos. En la tercera cámara es la de limpieza (autolimpieza) separada de la filtración mediante un sellado especial.

Especificaciones técnicas

- ❖ **Caudal de trabajo:** 450 m³/h
- ❖ **Presión mínima:** 2 bar
- ❖ **Presión máxima:** 10 bar
- ❖ **Área de filtración:** 8000 cm²
- ❖ **Temperatura máxima:** 80 °C
- ❖ **Diámetro entrada/salida:** 6"

Datos de lavado

- ❖ **Válvula de lavado:** 2"
- ❖ **Tiempo del ciclo de lavado:** 25 s
- ❖ **Consumo agua lavado:** 105 L

Control y electricidad

- ❖ **Voltaje del control:** 24 V DC
- ❖ **Tensión de operación:** alterna monofásica 220 V 50 Hz
- ❖ **Motor eléctrico:** 1/2 CV (220 V), 1/3 CV (12 V)

Materiales de construcción

- ❖ **Cuerpo del filtro:** acero al carbono 37-2 y 44-2 Epoxy.
- ❖ **Tornillería:** cincada calidad 5.6 y 5.8
- ❖ **Mallas:** acero inoxidable 316

Artículo 3. Válvulas

3.1. Válvulas de compuerta

Las válvulas de compuerta, responderán a la norma UNE-EN-593, serán de bridas, dispondrán de husillo estacionario de acero inoxidable ST-1.4021 con cantos romos, tuerca de latón, compuerta de fundición dúctil tipo EN-GJS500-7, vulcanizada con goma tipo EDPM (etileno-propileno) con cierre estanco y elástico, cuerpo y tapa de fundición dúctil tipo EN-GJS-500-7, según norma UNE-EN-1563 ó similar, con superficies de paso lisas y estanqueidad garantizada a base de juntas de tipo NBR (caucho-nitrílico). Serán necesariamente todas de cierre en sentido horario.

Las bridas responderán a la Norma EN-1092-2 y los tornillos de la misma serán de acero inoxidable.

Las válvulas de compuerta estarán protegidas interior y exteriormente con resina epoxi adecuada para agua potable, en polvo, aplicada electrostáticamente en una sola capa y con un espesor mínimo en las partes esenciales de 250 micras, según DIN 30677 parte 2 apartado 4.2.1. (tabla 1), admitiéndose un mínimo de 150 micras en las partes indicadas en la misma norma y apartado. Para la buena aplicación y adherencia del tratamiento al soporte, la superficie de la válvula habrá de estar limpia de impurezas de toda clase como suciedad, aceite, grasa, exudación y humedad y se granallará como mínimo al grado Sa 2 1/2 como se define en la norma UNE-EN-8501.

La unión del cuerpo y la tapa deberá realizarse sin tornillo o con tornillos embutidos y protegidos de la humedad, de acero inoxidable St 8,8 DIN 912 de cabeza hueca; preferiblemente el sistema de deslizamiento de la compuerta por el cuerpo de la válvula se realizará sin guías macho en éste, de modo que tampoco existan las correspondientes guías hembra en la compuerta.

La colocación se efectuará sobre un macizo de hormigón tipo HM-15 al que se anclarán mediante redondo de acero especial galvanizado de diez milímetros (10 mm.) de diámetro o mediante algún otro sistema similar que asegure su estabilidad en servicio.

Las válvulas deberán ser sometidas a las siguientes pruebas:

- ❖ Medida del espesor de las capas de resina epoxi.
- ❖ Control de no porosidad a una corriente continua de 1000 V.
- ❖ Control de resistencia a golpes con una energía de 5 Nm con granalla de 25 mm de diámetro y de continuidad del revestimiento.

- ❖ Control de adherencia mediante sello pegado y máquina de pruebas a tracción a 8 N/mm².
- ❖ Pruebas de estanqueidad con compuerta abierta a 24 atm de presión.
- ❖ Pruebas de presión con compuerta cerrada por ambos lados a 17,6 atm de presión.

3.2. Válvulas de mariposa

Las válvulas de mariposa serán de tipo reforzado y dispondrán de eje y mariposa de acero inoxidable, cojinetes de bronce de rozamiento, cuerpo de fundición dúctil tipo EN-GJS-500-7 y anillo de cierre elástico de etileno propileno y desmultiplicador inundable con una estanqueidad IP-68, con husillo de acero inoxidable, indicador visual y bloqueo mecánico, según norma UNE-EN-593. Serán necesariamente todas de cierre en sentido horario.

Los taladros de cuerpo de válvula responderán a la norma UNE-EN-1092-2.

Las llaves, se colocarán entre bridas planas mediante tornillos pasantes atirantados de acero inoxidable. Como norma general, las válvulas de mariposa se montarán con el eje horizontal y en posición abierta. Las válvulas estarán protegidas con resina epoxi aplicada electrostáticamente en una capa, con un espesor mínimo de 150 micras, resistente a la humedad y deberán estar provistas de su correspondiente casquillo sujeto con tornillo, salvo indicación expresa en contra.

Los tubos o piezas especiales a los que se acoplen las llaves, deberán estar suficientemente anclados para soportar los esfuerzos que las llaves puedan transmitir.

En el caso de válvulas motorizadas, el actuador eléctrico cumplirá las siguientes características:

- ❖ Estarán dimensionados para el servicio todo o nada.
- ❖ La velocidad de salida de 4 hasta 180 rpm/min. (50 Hz).
- ❖ Motor trifásico con aislamiento clase F, protección total del motor por tres termostatos incluidos en el bobinado del estator, motor sin caja de bornas, conexión sobre conector del motor.
- ❖ Mecanismo de rodillos ajustable a la posición cerrado/abierto.
- ❖ Limitador de par ajustable sin escalonamiento en escalas de par calibrada para los sentidos de cierre y apertura, valor ajustado directamente legible en daNm.
- ❖ Interruptor de par y de carretera cada uno con un contactor de apertura y cierre, IP-68.
- ❖ Volante para servicio manual, desembraga automáticamente con arranque motor y queda inmóvil durante el servicio eléctrico.
- ❖ Temperatura servicio de -20 °C hasta +80 °C.

- ❖ Acoplamiento de salida, según norma EN-ISO-5210.

3.3. Válvulas de pequeño diámetro

Las válvulas o llaves de paso de diámetro nominal igual o inferior a dos pulgadas (2"), serán de compuerta con husillo de latón laminado estacionario, cuerpo y cuña monobloque de bronce y volante metálico. Dispondrán de extremos roscados y responderán a una presión de servicio de diez atmósferas (10 atm), que deberá figurar grabada en su exterior.

Los precios de cada unidad, comprenden las operaciones y elementos accesorios, así como los anclajes, uniones necesarias para su colocación, prueba, pintura, etc.

Artículo 4. Tubería de acero galvanizado

4.1. Definición

Las tuberías de acero deberán cumplir las condiciones especificadas en el "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimientos de agua" de la Dirección General de Obras Hidráulicas, pertenecientes a la clase A.

4.2. Espesores y timbrajes

La determinación de diámetros y espesores se realizará con arreglo al Pliego, igual que las pruebas de estanqueidad.

El sistema de galvanizado podrá realizarse por inmersión o mediante electrólisis. El espesor mínimo será de 20 micras.

4.3. Pruebas en las conducciones

El Pliego de prescripciones técnicas del M.O.P.U., regula tanto las pruebas en fábrica como las pruebas "in situ" de las tuberías de abastecimiento de agua.

Las verificaciones y pruebas, en fábrica, para las tuberías pueden resumirse en:

- a) Examen visual del aspecto general de todos los tubos.
- b) Comprobación de dimensiones, espesores y rectitud de los tubos.
- c) Pruebas de estanqueidad de todos los tubos a presión normalizada.
- d) Pruebas de rotura por presión hidráulica interior sobre un tubo de cada lote.
- e) Pruebas de rotura por la acción de cargas exteriores.

Artículo 5. Ventosas

Las ventosas serán automáticas y trifuncionales (doble efecto). El diámetro nominal de las ventosas corresponderá al diámetro de conexión con la tubería, así como al diámetro de aducción/expulsión de aire.

En el caso de ventosas que hayan de funcionar con presiones inferiores a 5 atm, se ha de especificar que sean de baja presión.

Las ventosas deberán disponer de una válvula de corte para el mantenimiento de las mismas cuando la tubería se encuentra en servicio.

5.1. Calidad de los materiales

Las calidades de los materiales de las ventosas iguales o superiores a lo especificado a continuación:

- ❖ **Cuerpo y tapa.** Fundición ASTM A-48, Clase 30 ó A-126 Clase B ó GGG- 40.
- ❖ **Guía y partes móviles.** Acero inoxidable, Norma ASTM A-276 y de latón y bronce, Norma ASTM 88-52.
- ❖ **Flotador.** Acero inoxidable Norma ASTM A-240 de presión de colapsamiento 70 atm. Purgador de control: Bronce o acero inoxidable.
- ❖ **Resistencia a la corrosión y al envejecimiento.** Todas las superficies interiores que estén en contacto continuo con el agua y las superficies externas (incluyendo la tornillería) que estén en contacto permanente con el sol, el agua o la atmósfera, deben ser resistentes a la corrosión y al envejecimiento.

5.2. Control de calidad

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la Norma UNE-EN 1074:2001 no será necesario realizar un control de calidad de las ventosas. En caso contrario se realizará el siguiente control de parámetros, que será certificado por un Laboratorio de Control externo.

5.2.1. Resistencia mecánica

Resistencia de la carcasa a la presión interior y de todos los componentes sometidos a presión.

Las ventosas deben resistir, sin sufrir daños, una presión interior igual al mayor de los dos valores siguientes: PEA o 1,5·PFA. Este ensayo se realizará de acuerdo al método del anexo A de la norma UNE-EN 1074-1:2001, no apreciándose visualmente ninguna fuga exterior ni ninguna otra señal de defecto.

Resistencia del obturador a la presión diferencial

Las ventosas en la posición de ventosas cerrada, deben resistir sin sufrir ningún daño una presión diferencial, aplicada al obturador, igual al menor de los dos valores siguientes: 1,5·PFA o PFA+5. Si el PMA indicado para las válvulas es mayor que este valor, la presión diferencial a aplicar debe ser igual a PMA.

Para verificar este requisito, se ensayar una ventosas, en el estado en el que se suministra, según el método de ensayo del anexo B de la norma UNE-EN 1074- 1:2001.

5.2.2. Estanqueidad

Estanqueidad de la carcasa a la presión interior y de todos los componentes sometidos a presión

❖ Estanqueidad a la presión interior.

Las ventosas serán estancas al agua a una presión interior igual al mayor de los siguientes valores: PEA o 1,5·PFA.

Para verificar este requisito se somete una ventosa, en el estado en que se suministra, a un ensayo de presión de agua conforme con el apartado 5.1.1 de la norma UNE-EN 1074-1:2001 o a un ensayo de presión de aire de 6 bar conforme con el proyecto de norma prEN 1266-1:1999, no debe detectarse ninguna fuga.

❖ Estanqueidad a la presión exterior.

Para verificar este requisito se somete una ventosa, en el estado en que se suministra, al ensayo del anexo D de la norma UNE-EN 1074-1:2001, cualquier variación de presión durante el ensayo no debe superar el valor de 0.02 bar.

Estanqueidad del asiento

❖ Estanqueidad del asiento a alta presión.

En asiento de las ventosas, en la posición de ventosa completamente cerrada, debe ser estanco, con un ratio de fuga definido y seleccionado entre los ratios A y F indicados en el proyecto de norma prEN 1266-1:1999, el ratio de estanqueidad requerido se debe indicar en la realización técnica del fabricante. Para verificar este requisito se somete una ventosa, en el estado en que se suministra, de acuerdo con el capítulo A.4 de la norma prEN 1266-1:1999, a una presión diferencial igual a 1.1xPFA para agua, o 6 bar para aire, el ratio de fuga medido no debe superar el ratio definido.

❖ Estanqueidad del asiento a una baja presión.

Los requisitos deben ser conformes a los de apartado anterior pero a una presión diferencial de agua de 0.5 bar.

5.2.3. Características neumáticas

La característica facilitada por el fabricante será el caudal de aire en función de la presión. El caudal no será inferior al 90% del valor indicado por el fabricante, en dos puntos de la curva, siendo estos dos puntos indicativos del rango de utilización de la válvula y sus funciones.

Función de salida de aire

El ensayo de tipo debe realizarse según se indica en el anexo A de la norma UNE-EN1074-4:2001. Este ensayo no se exige en ventosas de dimensiones superiores a DN 100.

Función de entrada de aire

El ensayo de tipo debe realizarse según se indica en el anexo B de la norma UNE-EN1074-4:2001. Este ensayo no se exige en ventosas de dimensiones superiores a DN 100.

Función de desgasificación

Esta función se debe verificar mediante la medición de la sección de orificio pequeño de la ventosa, calculando el caudal que lo atraviesa en condiciones sónicas, y comparando el resultado con el valor facilitado en los catálogos del fabricante. La diferencia no debe ser superior a $\pm 10\%$.

5.2.4. Resistencia a la fatiga

Resistencia a la fatiga con función de entrada y/o salida de aire

Esta fatiga se debe evaluar sometiendo a la válvula a 250 ciclos consecutivos de llenado y drenaje, según el anexo C de la norma UNE-EN 1074-4:2001, con la presión variando entre la atmosférica y PFA. La ventosa se debe abrir y cerrar completamente durante el ensayo y superar los ensayos de estanquidad del apartado 1.2.2 de la norma después de los 250 ciclos.

Resistencia a la fatiga con función de desgasificación

Dicha fatiga se debe evaluar sometiendo la válvula a 2500 ciclos consecutivos de desgasificación. Esto se puede realizar mediante la inyección continua de aire en el sistema, permitiendo la evacuación periódica del aire, o mediante la inyección cíclica del aire. La ventosa se debe abrir y cerrar completamente en cada ciclo del ensayo y debe superar los ensayos de estanquidad del apartado 1.2.2. después de los 2500 ciclos.

Ensayo de apertura después de un cierre prolongado

Este ensayo sirve para asegurar que el obturador se abrirá después de haber estado sometido a presión durante largo tiempo. El ensayo se debe llevar a cabo con la ventosa en el estado en que se suministra, montada verticalmente, a una temperatura de 50 °C sometida a una presión hidráulica de al menos PFA durante 5 días. Después se retira la presión y se verifica que la ventosa se abre con normalidad. La ventosa debe superar los ensayos de estanquidad del apartado 1.2.2.

5.3. Marcado

Las ventosas se deben marcar de manera visible y durable del siguiente modo:

- ❖ DN.
- ❖ Identificación de los materiales de la carcasa.
- ❖ PN.
- ❖ Identificación del fabricante.

- ❖ Identificación del año de fabricación.
- ❖ Norma aplicada.

Para ventosas de DN < 50, sólo son obligatorias las siguientes marcas:

- ❖ PN.
- ❖ Identificación del fabricante.
- ❖ Norma aplicada.

TITULO II: CONDICIONES FACULTATIVAS

CAPÍTULO I. DELIMITACION GENERAL DE FUNCIONES TÉCNICAS

Artículo 1. El Ingeniero Director

Corresponde al Ingeniero Director:

- a) Comprobar la adecuación de la cimentación proyectada a las características reales del suelo.
- b) Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- c) Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las instrucciones complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución arquitectónica.
- d) Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurren a la dirección con función propia en aspectos parciales de su especialidad.
- e) Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- f) Preparar la documentación final de la obra y expedir y suscribir en unión del Graduado en Ingeniería, el certificado final de la misma.

Artículo 2. El Graduado en Ingeniería

Corresponde al Graduado en Ingeniería:

- a) Redactar el documento de estudio y análisis del Proyecto con arreglo a lo previsto en el epígrafe 1.4. de R.D. 314/1979, de 19 de Enero.
- b) Planificar, a la vista del proyecto arquitectónico, del contrato y de la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico de las obras.
- c) Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Ingeniero y del Constructor.
- d) Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, alas normas técnicas de obligado cumplimiento y a las reglas de buenas construcciones.

Artículo 3. El Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra

Corresponde al Coordinador de seguridad y salud:

- a) Aprobar antes del comienzo de la obra, el Plan de Seguridad y Salud redactado por el constructor.

- b) Tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.
- c) Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva.
- d) Contratar las instalaciones provisionales, los sistemas de seguridad y salud, y la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- e) Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a las obras.

Artículo 4. El Constructor

Corresponde al Constructor:

- a) Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- b) Elaborar, antes del comienzo de las obras, el Plan de Seguridad y Salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- c) Suscribir con el Ingeniero y el Ingeniero Técnico, el acta de replanteo de la obra.
- d) Ostentar la Jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas y trabajadores autónomos.
- e) 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 Ingeniero Técnico, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- f) Llevar a cabo la ejecución material de las obras de acuerdo con el proyecto, las normas técnicas de obligado cumplimiento y las reglas de la buena construcción.
- g) Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- h) Facilitar al Ingeniero Técnico, con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- i) Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.

- j) Suscribir con el Promotor el acta de recepción de la obra.
- k) Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

Artículo 5. El Promotor

Cuando el promotor, en lugar de encomendar la ejecución de las obras a un contratista general, contrate directamente a varias empresas o trabajadores autónomos para la realización de determinados trabajos de la obra, asumirá las funciones definitivas para el constructor en el artículo 6.

CAPÍTULO II: DE LAS OBLIGACIONES Y DERECHOS GENERALES DEL CONSTRUCTOR O CONTRATISTA

Artículo 6. Verificación de los documentos del proyecto

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

Artículo 7. Oficina en la obra

El Constructor habilitará en la obra una oficina. En dicha oficina tendrá siempre el Contratista a disposición de la Dirección Facultativa:

- ❖ Proyecto de Ejecución La Licencia de Obras.
- ❖ Libro de Ordenes y Asistencia. El Plan de Seguridad e Higiene.
- ❖ Libro de Incidencias.

El Reglamento y Ordenanza de Seguridad y Salud en el Trabajo. La documentación de los seguros mencionados en el artículo 4.

Dispondrá además el Constructor una oficina para la Dirección facultativa, convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

Artículo 8. Representación del contratista.

El Constructor viene obligado a comunicar al promotor y a la Dirección Facultativa, la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá el 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.

Serán sus funciones las del Constructor según se especifica en el artículo 4.

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 cumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Ingeniero para ordenar la paralización de las obras sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

Artículo 9. Presencia del constructor en la obra

El contratista o su representante, estará en la obra durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Ingeniero Director en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que considere necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

Artículo 10. Trabajos no estipulados expresamente

Es obligación de la contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspectos de las obras, aún cuando no se halle expresamente estipulado en Documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero Técnico dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Se requerirá reformado de proyecto con consentimiento expreso del promotor, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20 por 100 o del total del presupuesto en más de un 10 por 100.

Artículo 11. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, e instrucciones correspondientes se comunicarán al Constructor, pudiendo éste solicitar que se le comuniquen por escrito, con detalles necesarios para la correcta ejecución de la obra.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quién la hubiere dictado, el cual dará al Constructor el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

Artículo 12. Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas, ante el promotor, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes.

Contra disposiciones de orden técnica o facultativa del Ingeniero Director de obra no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Director de obra, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

Se requerirá reformado de proyecto con consentimiento expreso del promotor, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20 por 100 o del total del presupuesto en más de un 10 por 100.

Artículo 13. Recusación por el contratista del personal nombrado por el Ingeniero

El Constructor no podrá recusar a los Ingenieros o personal encargado por éstos de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte del promotor se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos procederá de acuerdo con lo estipulado en el Artículo precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

Artículo 14. Faltas del personal

El Ingeniero, 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 para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

Artículo 15. Subcontratas

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Contrato de obras y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

CAPÍTULO III. PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A TRABAJOS MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES

Artículo 16. Caminos y accesos

El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta. El Coordinador de seguridad y salud podrá exigir su modificación o mejora.

Artículo 17. Replanteo

El Constructor iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores

replanteos parciales. Dichos trabajos se considerará a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Ingeniero y una vez esto haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Ingeniero, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

Artículo 18. Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos

El Constructor dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Contrato suscrito con el promotor, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

De no existir mención alguna al respecto en el contrato de obra, se estará al plazo previsto en el Estudio de Seguridad y Salud, y si este tampoco lo contemplara, las obras deberán comenzarse un mes antes de que venza el plazo previsto en las normativas urbanísticas de aplicación.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero y al Ingeniero Técnico y al Coordinador de seguridad y salud del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

Artículo 19. Orden de los trabajos

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

Artículo 20. Facilidades para otros contratistas

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 le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

Artículo 21. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Ingeniero en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

Artículo 22. Prórroga por causa de fuerza mayor

Si por causa de fuerza 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 contrata, previo informe favorable del Ingeniero. Para ello, el Constructor expondrá, en escrito dirigido al Ingeniero, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

Artículo 23. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

Artículo 24. Condiciones generales de ejecución de los trabajos

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad impartan el Ingeniero o el Ingeniero Técnico o el Coordinador de seguridad y salud, al Constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado en el artículo 12.

Artículo 25. Obras ocultas

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, el Constructor levantará los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose: uno, al Ingeniero; otro, al Ingeniero Técnico; y, el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

Artículo 26. Trabajos defectuosos

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en el Proyecto y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción sin reservas del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete al Ingeniero Técnico, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero Técnico advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Ingeniero de la obra, quien resolverá.

Artículo 27. Vicios ocultos

Si el Ingeniero Técnico 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 de la obra, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Ingeniero.

Los gastos que se ocasionen serán de cuenta del Constructor, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario serán a cargo del Promotor.

Artículo 28. De los materiales y de los aparatos. Su procedencia

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Proyecto preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Constructor deberá presentar al Ingeniero Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

Artículo 29. Presentación de muestras

A petición del Ingeniero, el Constructor le presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el Calendario de la Obra.

Artículo 30. Materiales no utilizables

El Constructor, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Proyecto.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Ingeniero Técnico, pero acordando previamente con el Constructor su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

Artículo 31. Materiales y aparatos defectuosos

Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este Pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando la falta de prescripciones formales de aquél, se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Ingeniero a instancias del Ingeniero Técnico, dará orden al Constructor de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.

Si a los quince (15) días de recibir el Constructor orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo el Promotor cargando los gastos a la contrata.

Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran de calidad inferior a la preceptuada pero no defectuosos, y aceptables ajuicio del Ingeniero, se recibirán pero con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Constructor prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

Artículo 32. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta del Constructor.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

Artículo 33. Limpieza de las obras

Es obligación del Constructor mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

Artículo 34. Obras sin prescripciones

En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en el Proyecto, el Constructor se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a lo dispuesto en el Código Técnico de la Edificación (CTE), cuando este sea aplicable.

CAPÍTULO IV: DE LAS RECEPCIONES DE EDIFICIOS Y OBRAS ANEJAS

Artículo 35. De las recepciones provisionales

Treinta días antes de dar fin a las obras, comunicará el Ingeniero al Promotor la proximidad de su terminación a fin de convenir la fecha para el acto de recepción provisional.

Esta se realizará con la intervención del Promotor, del Constructor, del Ingeniero y del Ingeniero Técnico. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un Certificado Final de Obra y si alguno lo exigiera, se levantará un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas sin reservas.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se darán al Constructor las oportunas instrucciones para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción de la obra.

Si el Constructor no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con pérdida de la fianza o de la retención practicada por el Promotor.

Artículo 36. Documentación final de la obra

El Ingeniero Director facilitará al Promotor la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuestos por la legislación vigente.

Artículo 37. Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el Ingeniero Técnico a su medición definitiva, con precisa asistencia del Constructor o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el Ingeniero con su firma, servirá para el abono por la Propiedad del saldo resultante salvo la cantidad retenida en concepto de fianza o recepción.

Artículo 38. Plazo de garantía

El plazo de garantía deberá estipularse en el Contrato suscrito entre la Propiedad y el Constructor y en cualquier caso nunca deberá ser inferior a un año.

Si durante el primer año el constructor no llevase a cabo las obras de conservación o reparación a que viniese obligado, estas se llevarán a cabo con cargo a la fianza o a la retención.

Artículo 39. Conservación de la obras recibidas provisionalmente

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo del Contratista. Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guarda, limpieza y reparaciones causadas por el uso correrán a cargo del propietario y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo de la contrata.

Artículo 40. De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Contrato suscrito entre el Promotor y el Constructor, o de no existir plazo, en el que establezca el Ingeniero Director, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán con los trámites establecidos en el artículo 35.

Para las obras y trabajos no determinados pero aceptables a juicio del Ingeniero Director, se efectuará una sola y definitiva recepción.

TITULO III: CONDICIONES ECONÓMICAS

CAPÍTULO I: PRINCIPIO GENERAL

Artículo 1.

Todos los que intervienen en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

Artículo 2.

El Promotor, el Contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

CAPÍTULO II: FIANZAS Y GARANTÍAS

Artículo 3.

El Contratista garantizará la correcta ejecución de los trabajos en la forma prevista en el Proyecto.

Artículo 4. Fianza provisional

En el caso de que la obra se adjudique por subasta pública, el depósito provisional para tomar parte en ella se especificará en el anuncio de la misma.

El Contratista a quien se haya adjudicado la ejecución de una obra o servicio para la misma, deberá depositar la fianza en el punto y plazo fijados en el anuncio de la subasta.

La falta de cumplimiento de este requisito dará lugar a que se declare nula la adjudicación, y el adjudicatario perderá el depósito provisional que hubiese hecho para tomar parte en la subasta.

Artículo 5. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director, en nombre y representación del Promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o, podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza o garantía, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastare para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

Artículo 6. De su devolución general

La fianza retenida será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de treinta (30) días una vez transcurrido el año de garantía. El Promotor podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos...

Artículo 7. Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales

Si el Promotor, con la conformidad del Ingeniero Director, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza o cantidades retenidas como garantías.

CAPÍTULO III: DE LOS PRECIOS

Artículo 8. Composición de los precios unitarios

El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

❖ Se considerarán 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 considerarán costes indirectos:**

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

❖ **Se considerarán gastos generales:**

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la Administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos.

❖ **Beneficio industrial:**

El beneficio industrial del Contratista será el pactado en el contrato suscrito entre el Promotor y el Constructor.

❖ **Precio de ejecución material:**

Se denominará Precio de Ejecución Material el resultado obtenido por la suma de los Costes Directos más los Costes Indirectos.

❖ **Precio de Contrata:**

El precio de Contrata es la suma de los Costes Directos, los Indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

El IVA gira sobre esta suma (precio de contrata) pero no integra el precio.

Artículo 9. Precios de contrata. Importe de contrata

Se entiende por Precio de contrata el que importa el coste total de la unidad de obra. El Beneficio Industrial del Contratista se fijará en el contrato entre el Contratista y el Promotor.

Artículo 10. Precios contradictorios

Se producirán precios contradictorios sólo cuando el Promotor por medio del Ingeniero decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Ingeniero y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

Artículo 11. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios

En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obras ejecutadas. Se estará a lo previsto en primer lugar, al Pliego Particular de Condiciones Técnicas y en su defecto, a lo previsto en las Normas Tecnológicas de la Edificación.

Artículo 12. De la revisión de los precios contratados

Contratándose las obras a tanto alzado, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montante superior al tres por 100 (3 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con lo previsto en el contrato, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

Artículo 13. Acopio de materiales

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que el Promotor ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Promotor son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista, siempre que así se hubiese convenido en el contrato.

CAPÍTULO IV: OBRAS POR ADMINISTRACIÓN

Artículo 14. Administración

Se denominan Obras por Administración aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el propietario, bien por un representante suyo o bien por mediación de un constructor. En tal caso, el propietario actúa como Coordinador de Gremios, aplicándosele lo dispuesto en el Artículo 7 del presente Pliego de Condiciones Particulares.

Las obras por administración se clasifican en las dos modalidades siguientes:

- a) Obras por administración directa.
- b) Obras por administración delegada o indirecta.

Artículo 15. Obras por Administración directa

Se denominan "Obras por Administración directa" aquellas en las que el Promotor por sí o por mediación de un representante suyo, que puede ser el propio Ingeniero-Director, expresamente autorizado a estos efectos, lleve directamente las gestiones precisas para la ejecución de la obra, adquiriendo los materiales, contratando su transporte a la obra y, en suma Interviniendo directamente en todas las operaciones precisas para que el personal y los obreros contratados por él puedan realizarla; en estas obras el constructor, si lo hubiese, o el encargado de su realización, es un mero dependiente del propietario, ya sea como empleado suyo o como autónomo contratado por él, que es quien reúne en sí, por tanto, la doble personalidad de Promotor y Contratista.

Artículo 16. Obras por Administración delegada o indirecta

Se entiende por "Obra por Administración delegada o indirecta" la que convienen un Propietario y un Constructor para que éste, por cuenta de aquél y como delegado suyo, realice las gestiones y los trabajos que se precisen y se convengan

Son por tanto, características peculiares de las Obras por Administración delegada o indirecta las siguientes:

- a) Por parte del Promotor, la obligación de abonar directamente o por mediación del Constructor todos los gastos inherentes á la realización de los trabajos convenidos, reservándose el Promotor la facultad de poder ordenar, bien por sí o por medio del Ingeniero-Director en su representación, el orden y la marcha de los trabajos, la elección de los materiales y aparatos que en los trabajos han de emplearse y, en suma, todos los elementos que crea preciso para regular la realización de los trabajos convenidos.
- b) Por parte del Constructor, la obligación de llevar la gestión práctica de los trabajos, aportando sus conocimientos constructivos, los medios auxiliares precisos y, en suma, todo lo que, en armonía con su cometido, se requiera para la ejecución de los trabajos, percibiendo por ello del Promotor un tanto por ciento (%) prefijado sobre el importe total de los gastos efectuados y abonados por el Constructor.

Artículo 17. Liquidación de obras por Administración

Para la liquidación de los trabajos que se ejecuten por administración delegada o indirecta, regirán las normas que a tales fines se establezcan en las "Condiciones particulares de índole económica" vigentes en la obra; a falta de ellas, las cuentas de administración las presentará el Constructor al Promotor, en relación valorada a la que deberá acompañarse y agrupados en el orden que se expresan los documentos siguientes todos ellos conformados por el Ingeniero Técnico:

a) Las facturas originales de los materiales adquiridos para los trabajos y el documento adecuado que justifique el depósito o el empleo de dichos materiales en la obra.

b) Las nóminas de los jornales abonados, ajustadas a lo establecido en la legislación vigente, especificando el número de horas trabajadas en las obra por los operarios de cada oficio y su categoría, acompañando, a dichas nóminas una relación numérica de los encargados, capataces, jefes de equipo, oficiales y ayudantes de cada oficio, peones especializados y sueltos, listeros, guardas, etc., que hayan trabajado en la obra durante el plazo de tiempo a que correspondan las nóminas que se presentan.

c) Las facturas originales de los transportes de materiales puestos en la obra o de retirada de escombros.

d) Los recibos de licencias, impuestos y demás cargas inherentes a la obra que haya pagado o en cuya gestión haya intervenido el Constructor, ya que su abono es siempre de cuenta del Propietario.

A la suma de todos los gastos inherentes a la propia obra en cuya gestión o pago haya intervenido el Constructor se le aplicará, a falta de convenio especial, el porcentaje convenido en el contrato suscrito entre Promotor y el constructor, entendiéndose que en este porcentaje están incluidos los medios auxiliares y los de seguridad preventivos de accidentes, los Gastos Generales que al Constructor originen los trabajos por administración que realiza y el Beneficio Industrial del mismo.

Artículo 18. Abono al Constructor de las cuentas de Administración delegada

Salvo pacto distinto, los abonos al Constructor delegada los realizará el Promotor mensualmente según aprobados por el propietario o por su delegado representante de las cuentas de Administración las partes de trabajos realizados

Independientemente, el Ingeniero Técnico redactará, con igual periodicidad, la medición de la obra realizada, valorándola con arreglo al presupuesto aprobado. Estas valoraciones no tendrán efectos para los abonos al Constructor salvo que se hubiese pactado lo contrario contractualmente.

Artículo 19. Normas para la adquisición de materiales y aparatos

No obstante las facultades que en estos trabajos por Administración delegada se reserva el Promotor para la adquisición de los materiales y aparatos, si al Constructor se le autoriza para gestionarlos y adquirirlos, deberá presentar al Promotor, o en su representación al Ingeniero-Director, los precios y las muestras de los materiales y aparatos ofrecidos, necesitando su previa aprobación antes de adquirirlos.

Artículo 20. Del Constructor en el bajo rendimiento de los obreros

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Ingeniero-Director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor, con el fin de que éste

haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Ingeniero Director.

Si hecha esta notificación al Constructor, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Promotor queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del porcentaje indicado en el artículo 59 b, que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuarse. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

Artículo 21. Responsabilidad del Constructor

En los trabajos de "Obras por Administración delegada", el Constructor solo será responsable de los efectos constructivos que pudieran tener los trabajos o unidades por él ejecutadas y también de los accidentes o perjuicios que pudieran sobrevenir a los obreros o a terceras personas por no haber tomado las medidas precisas que en las disposiciones legales vigentes se establecen. En cambio, y salvo lo expresado en el artículo 61 precedente, no será responsable del mal resultado que pudiesen dar los materiales y aparatos elegidos con arreglo a las normas establecidas en dicho artículo.

En virtud de lo anteriormente consignado, el Constructor está obligado a reparar por su cuenta los trabajos defectuosos y a responder también de los accidentes o perjuicios expresados en el párrafo anterior.

CAPÍTULO V: DE LA VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS

Artículo 22. Formas varias de abono de las obras

Según la modalidad elegida para la contratación de las obras y salvo que en el contrato suscrito entre el Contratista y el Promotor, se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se efectuará así:

1. Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.
2. Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra. Este precio por unidad de obra es invariable y se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas.

Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al Contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el Proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.

3. Tanto variable por unidad de obra. Según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las

Órdenes del Ingeniero-Director. Se abonará al Contratista en idénticas condiciones al caso anterior.

4. Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el Contrato suscrito entre Contratista y Promotor determina.
5. Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

Artículo 23. Relaciones valoradas y certificaciones

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato suscrito entre Contratista y Promotor, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Ingeniero.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderada o numeral correspondiente para cada unidad de obra, los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego Particular de Condiciones Económicas" respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación se le facilitarán por el Ingeniero técnico los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha del recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos y devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Ingeniero-Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Ingeniero-Director en la forma referida en los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Ingeniero-Director la certificación de las obras ejecutadas. De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la construcción de la fianza o retención como garantía de correcta ejecución que se haya preestablecido.

El material acopiado a pie de obra por indicación expresa y por escrito del Promotor, podrá certificarse hasta el noventa por ciento (90 por 100) de su importe, a los precios que figuren en los documentos del Proyecto, sin afectarlos del tanto por ciento de contrata.

Las certificaciones se remitirán al Promotor, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. En el caso de que el Ingeniero-Director lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

Artículo 24. Mejoras de obras libremente ejecutadas

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Ingeniero-Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio o ejecutase con mayores dimensiones cualquiera parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Ingeniero-Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponder en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

Artículo 25. Abono de trabajos presupuestados con partida alzada

Salvo lo preceptuado en el contrato suscrito entre el Contratista y el Promotor, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- a) Si existen precios contratados para unidades de obras iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- b) Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
- c) Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso el Ingeniero-Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

Artículo 26. Abono de agotamientos, ensayos y otros trabajos especiales no contratados

Cuando fuese preciso efectuar agotamientos, ensayos, inyecciones y otra clase de trabajos de cualquiera índole especial y ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el Propietario por separado de la Contrata.

Además de reintegrar mensualmente estos gastos al Contratista, se le abonará juntamente con ellos el tanto por ciento del importe total que, en su caso, se especifique en el contrato entre el Contratista y el Promotor.

Artículo 27. Pagos

Los pagos se efectuarán por el Promotor en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Ingeniero-Director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

Artículo 28. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía

Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

1. Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo; y el Ingeniero-Director exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en el contrato suscrito entre el Contratista y el Promotor, o en su defecto, en el presente Pliego Particular o en su defecto en los Generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.
2. Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo, se valoraran y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
3. Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

CAPÍTULO VI: DE LAS INDEMNIZACIONES MUTUAS

Artículo 29. Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un porcentaje del importe total de los trabajos contratados o cantidad fija, que deberá indicarse en el

contrato suscrito entre Contratista y Promotor, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza o retención.

Artículo 30. Demora de los pagos por parte del propietario

Si el Promotor no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al que se hubiere comprometido, el Contratista tendrá el derecho de percibir la cantidad pactada en el Contrato suscrito con el Promotor, en concepto de intereses de demora, durante el espacio de tiempo del retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

Si aún transcurrieran dos meses a partir del término de dicho plazo de un mes sin realizarse dicho pago, tendrá derecho el Contratista a la resolución del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que éstos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada.

No obstante lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el Contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

CAPÍTULO VII: VARIOS

Artículo 31. Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Ingeniero- Director haya ordenado por escrito la ejecución de 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.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Ingeniero-Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

Artículo 32. Unidades de obra defectuosas pero aceptables

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Ingeniero-Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

Artículo 33. Seguro de las obras

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados.

El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Promotor, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya, y a medida que ésta se vaya realizando.

El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Promotor podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada.

La infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se 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 fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del Promotor, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos

Artículo 34. Conservación de la obra

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 Promotor, el Ingeniero-Director, en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en

el plazo que el Ingeniero-Director fije, salvo que existan circunstancias que justifiquen que estas operaciones no se realicen.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra 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 fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el Contratista a revisar y reparar la obra, durante el plazo de garantía, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

Artículo 35. Uso por el Contratista de edificio o bienes del Promotor

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Promotor, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación, reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Promotor a costa de aquél y con cargo a la fianza o retención.

TITULO IV: CONDICIONES LEGALES

Artículo 1. Preliminar

Se entiende el presente pliego como orientativo para la focalización del contrato entre el propietario y el constructor.

Artículo 2. Contratista

Pueden ser contratistas de las obras los españoles y extranjeros que se hayan en posición de sus derechos civiles con arreglo a las leyes, y a las sociedades y compañías legalmente constituidas y renegociadas en España.

Quedan exceptuados:

- ❖ Los que se hayan procesados criminalmente, si hubiese recaído contra ellos acto de prisión.
- ❖ Los que estuviesen fallidos, con suspensión de pagos o bienes intervenidos.
- ❖ Los que en contratos anteriores hubiesen fallado reconocidamente con sus compromisos.

- ❖ Los que estuviesen premiados como deudores a los males públicos en conceptos de seguros contribuyentes.

Artículo 3. Sistemas de contratación

La ejecución de las obras podrá contratarse por cualquiera de los siguientes sistemas:

- ❖ Por tanto alzado, comprende la ejecución de toda o parte de la obra, con sujeción estricta a los documentos del proyecto y a una cifra fija.
- ❖ Por unidades de obra, ejecutadas así mismo con arreglo a los documentos del proyecto y a las condiciones particulares que en cada caso se estipulen.
- ❖ Por administración directa o indirecta con arreglo a los documentos del proyecto y a las condiciones particulares que en cada caso se estipulen.
- ❖ Por contratos, de mano de obra, siendo de cuenta de la propiedad el suministro de los materiales y medios auxiliares en condiciones idénticas a los anteriores.

Artículo 4. Adjudicación de las obras

La adjudicación de las obras podrá efectuarse por cualquier de los tres procedimientos siguientes:

- ❖ Subasta pública o privada.
- ❖ Concurso público o privado.,
- ❖ Adjudicación directa.

En el primer caso, será obligatoria la adjudicación al mejor postor, siempre que este sea conforme con lo especificado en los documentos del proyecto. En el segundo caso la adjudicación será libre elección.

Artículo 5. Formalización del contrato

Los contratos se formalizarán mediante documento privado en general, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes y con arreglo a las disposiciones vigentes. Serán de cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasionen la extensión del documento en que se consigue el contrato.

Artículo 6. Responsabilidad del contratista

El contratista es el 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 Ley de Accidentes de Trabajo, Subsidio Familiar y Seguros Sociales.

El contratista es responsable de toda falta relativa a la Policía Urbana y a las Ordenanzas Municipales a estos aspectos vigentes en la localidad en la que las obras están emplazadas.

Artículo 7. Accidentes de trabajo y daños a terceros

En caso de accidentes ocurridos a los operarios, con motivo del ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el contratista se atenderá a lo dispuesto en la legislación vigente, siendo en todo caso, único responsable de su incumplimiento y sin que por ningún concepto pueda quedar afectada la propiedad por responsabilidad de cualquier aspecto.

El contratista está obligado a aceptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes señalan para evitar, en lo posible, accidentes a los obreros o a los viandantes en todos los lugares peligrosos de la obra.

De los accidentes y perjuicios de todo género que puedan acaecer o sobrevenir, por no cumplir lo legislado sobre la materia, el contratista será el único responsable, o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precios se incluye lo necesario para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales.

El contratista será el responsable de todos los accidentes, que por inexperiencia o descuido, sobrevinieran en la obra. Y será, por tanto, de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y, en cuanto 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 reflejan las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando ello fuera requerido, el justificante de tal cumplimiento.

Artículo 8. Pago de tributos

El pago de tributos e impuestos en general, municipales y de otro origen cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras por concepto inherente a los propios trabajos que se realizan correrán 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.

Artículo 9. Hallazgos

Todas las antigüedades, objetos de arte o sustancias minerales que se encuentren en las excavaciones y demoliciones practicadas en la finca objeto del proyecto, pertenecen al Estado Español, quien deberá velar por su adecuada conservación y puesta en valor.

El contratista deberá emplear, para extraerlos, todas las precauciones que se le indiquen por el Director de obra. El propietario abonará al contratista el exceso de obras o los gastos especiales que estos trabajos ocasionen.

Serán pertenencia del Estado los materiales y corrientes de agua que, como consecuencia de la ejecución de la obras, aparecerán en los terrenos que se realizarán, pero el contratista tendrá derecho a utilizarlas en la construcción.

En caso de tratarse de aguas y si las utiliza, será de cargo del contratista las obras que sea conveniente ejecutar, recogerla o desviarla, para su utilización. Así mismo, dichas obras deberán ser notificadas y autorizadas por la administración competente.

La autorización para el aprovechamiento de gravas, arenas y toda clase de materiales procedentes de los terrenos donde se ejecutan los trabajos, así como las condiciones técnicas u económicas, en que estos aprovechamientos han de ejecutarse, se señalarán en cada caso concreto por el Ingeniero Director de obra.

Artículo 10. Causas de rescisión del contrato

Serán causas suficientes para la rescisión del contrato las indicadas a continuación:

- ❖ La muerte o incapacidad del contratista.
- ❖ La quiebra del contratista.

En los casos anteriores si los herederos 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 derecho a indemnización alguna.

Las alteraciones del contrato por las siguientes causas:

- ❖ La modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales a juicio del Director de obra, y en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto, como consecuencia de estas modificaciones, represente en más o menos 40 % como mínimo del importe de las unidades de obra modificadas.
- ❖ Las modificaciones de unidades de obra, siempre que estas representen variaciones en más o menos 40 %, como mínimo, en algunas de las unidades que figuran en las mediciones modificadas del proyecto.
- ❖ La suspensión de 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, la devolución de la fianza será automática.
- ❖ La suspensión de la obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido en un año.
- ❖ El no dar comienzo la contrata a los trabajos dentro del plan señalado.
- ❖ El incumplimiento de las condiciones del contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.

- ❖ La terminación del plazo de ejecución de la obra, sin haberse llegado a esta.
- ❖ El abandono de la obra sin causa justificada.
- ❖ La mala fe en la ejecución de los trabajos.

Artículo 11. Litigios y reclamaciones el contratista

Todo desacuerdo de la cláusula del contrato y del presente Pliego de condiciones, que se promoviese entre el contratista y el propietario, será resuelto con arreglo a los requisitos y en la forma prevista en la vigente Ley de Enjuiciamiento Civil.

Artículo 12. Liquidación en caso de rescisión

Siempre que se rescinda el contrato por causa ajena a falta de cumplimiento del contratista se abonará a este todas las obras ejecutadas con arreglo a las concesiones prescritas, y todos los materiales al pie de obra, siempre que sean de recibo y en la cantidad proporcionada a la obra pendiente de ejecución, y aplicándole a éstos el precio que fija el ingeniero.

Las herramientas, útiles y medios auxiliares de la construcción que se estén empleando en el momento de la rescisión quedarán en la obra hasta la terminación de las mismas, abonándose de antemano y de común acuerdo.

Si el ingeniero estimase no conservar dichos útiles serán retirados inmediatamente de la obra.

Cuando la rescisión de la contrata sea por incumplimiento del contratista, se abonará la obra hecha si es de recibo, y los materiales acopiados al pie de la misma que reúnan las debidas condiciones y sean necesarios para la misma, descontándose un 15 % en calidad de indemnizaciones por daños y perjuicios, sin que mientras duren estas negociaciones se pueda entorpecer la marcha de los trabajos.

Artículo 13. Dudas y omisiones en la realización del proyecto

Lo mencionado en alguno de los documentos 1, 2 y 3 (memoria, planos y pliego de condiciones) habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en todos ellos.

En caso de duda u omisión en cualquiera de los documentos del proyecto, el contratista se comprometerá a seguir, en todo momento, las instrucciones el Ingeniero Director de obra.

Las omisiones en algunos de estos documentos o las descripciones erróneas de los detalles de las obras que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuestos en estos documentos o que por su uso y costumbre, deban de ser realizados, no solo no eximen al contratista de la obligación de ejecutar estos detalles, sino que por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubieran sido correcta y completamente especificados en los citados documentos.

Artículo 14. Tribunales

Las cuestiones cuya resolución requiera la vía judicial serán de competencia de los tribunales.

En Palencia, Mayo de 2020

Fdo.: Alfonso Gómez Nieto

Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

DOCUMENTO 4: MEDICIONES

Índice mediciones

1. Caseta de riego.....	3
2. Cabezal de riego.....	5
3. Instalación de riego.....	7
4. Instalación eléctrica.....	9
5. Plantación.....	11
6. Maquinaria y equipos.....	13
7. Estudio de seguridad y salud.....	14
8. Gestión de residuos.....	15

1 Caseta de riego

Nº	Ud	Descripción					Medición	
1.1	M2	DESBR.Y LIMP.TERRENO A MÁQUINA	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Superficie desbroce</i>		9,00	6,00		54,00	
							54,00	54,00
							Total m2 :	54,00
1.2	M3	EXC.VAC.ROCA BLAN.C/MART.ROMP	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Superficie Excavacion</i>		9,00	6,00	1,40	75,60	
							75,60	75,60
							Total m3 :	75,60
1.3	M2	ENCOF. MAD. LOSAS CIMENTACIÓN	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Superficie de la caseta</i>		8,00	5,00		40,00	
							40,00	40,00
							Total m2 :	40,00
1.4	M2	ENCACHADO PIEDRA 40/80 e=20cm	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Superficie de la parcela</i>		8,00	5,00	0,20	8,00	
							8,00	8,00
							Total m2 :	8,00
1.5	M3	Hormigón armado HA-25/P/20/I, elaborado en central, en relleno de losa de cimentación,incluso armadura(100kg/m3), vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según normas NTE-EA, CTE-DB-SE-A	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Losa de cimentación</i>		8,00	5,00	1,20	48,00	
							48,00	48,00
							Total M3 :	48,00
1.6	Kg	Acero S275,en perfiles, perfil IPN-100,unidos mediante soldadura y con capa de pintura y protección.						
							Total kg :	62,40
1.7	Kg	Acero S275,en perfiles, perfil IPN-140,unidos mediante soldadura y con capa de pintura y protección.						
							Total kg :	374,00
1.8	M2	FÁB.BLOQ.HORM.BLAN.40x20x15 C/V	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Pared fondo</i>		5,00		2,50	12,50	
		<i>Pared entrada</i>		5,00		2,50	12,50	
		<i>Pared lateral derecha</i>		8,00		3,00	24,00	

1 Caseta de riego

Nº	Ud	Descripción					Medición	
		<i>Pared lateral izquierda</i>		8,00	2,30	18,40		
		<i>Deducción ventana</i>	-1	1,50	1,00	-1,50		
		<i>Deducción puerta</i>	-1	1,90	1,50	-2,85		
						63,05	63,05	
						Total m2 :	63,05	
1.9	M2	CUB.PANEL CH.PRELAC.+POL.EXP. 40						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Cubierta</i>	1				1,00	
							1,00	1,00
							Total m2 :	1,00
1.10	M2	VENT.AL.NA. PRACTICABLES 2 HOJAS						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Ventana</i>			1,50	1,00	1,50	
							1,50	1,50
							Total m2 :	1,50
1.11	M2	VIDRIO IMP.INCOL.6/7 IMPRESO 200						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Ventana</i>			1,50	1,00	1,50	
							1,50	1,50
							Total m2 :	1,50
1.12	Ud	Puerta corredera de chapa galvanizada						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Puerta</i>	1				1,00	
							1,00	1,00
							Total Ud :	1,00

2 Cabezal de riego

N°	Ud	Descripción					Medición	
2.1	Ud	FTRO.A.RDITO.30m3/h/m2-33m3/h 5V	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Grupo de bombeo</i>	2				2,00	
							2,00	2,00
							Total ud :	2,00
2.2	Ud	Válvula de compuerta de fundición de PN 16 de 200 mm de diametro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, completamente instalada	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Válvulas de compuerta</i>	2				2,00	
							2,00	2,00
							Total ud :	2,00
2.3	Ud	VÁLVULA RETENCIÓN DE 4" 100 mm.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Válvula de retención bomba</i>	1				1,00	
							1,00	1,00
							Total ud :	1,00
2.4	Ud	Suministro e instalaciónn del filtro de latón de malla de acero D=3" posición de trabajo inclinada con purga, i/elementos de fijación instalado.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Filtro de malla</i>	1				1,00	
							1,00	1,00
							Total ud :	1,00
2.5	Ud	Contador Woltman de 50mm,conectado al ramal de salida de los depósitos de fertilizante, incluida instalción de 2 válvulas de corte de esfera de 50mm, valvula de retención y demas material auxiliar, montado y funcionando	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Contador en sistema de fertirrigación</i>	1				1,00	
							1,00	1,00
							Total ud :	1,00
2.6	Ud	VENTOSA/PURGADOR AUTOM. D=100mm	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Ventosa a la salida de la bomba</i>	1				1,00	
							1,00	1,00
							Total ud :	1,00
2.7	Ud	Suministro e instalación de tanque de abonado, de poliéster y fibra de vidrio, para abonos líquidos , para distribuir por medio de redes de riego, instalado.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Dépositos de fertilizante</i>	3				3,00	

2 Cabezal de riego

Nº	Ud	Descripción						Medición
							3,00	3,00
							Total ud :	3,00
2.8	Ud	Suministro e instalación de inyector de fertilizante, compuesto por electrobomba centrífuga de 1/4 CV y depósito de expansión de membrana de 25l de capacidad, montaje monobloc i/cuadro de maniobra compuesto por armario metálico intemperie conteniendo interruptores, diferencial, magnetotérmico y de maniobra , contactor y demás elementos necesarios, según REBT i/recibido, instalado.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Inyector de fertilizante</i>	1				1,00	
							1,00	1,00
							Total ud :	1,00
2.9	Ud	PROGRAMAR ELECTRÓNICO 12 EST.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Programador de riego</i>	1				1,00	
							1,00	1,00
							Total ud :	1,00

3 Instalación de riego

Nº	Ud	Descripción					Medición	
3.1	M3	EXC.ZANJA A MÁQUINA T. FLOJOS	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Longitud tuberías</i>		4.669,00			4.669,00	
							4.669,00	4.669,00
							Total m3 :	4.669,00
3.2	M3	Relleno,extendido y compactado de tierras propias en zanjas, por medios mecánicos.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Longitud tuberías</i>		4.669,00			4.669,00	
							4.669,00	4.669,00
							Total m3 :	4.669,00
3.3	M	Tubería de PVC de unión encolada para instalación enterrada de riego, para una presión nominal de 6kg/cm2 de 200mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes y parte proporcional de elementos de unión sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Tubería principal</i>		788,00			788,00	
							788,00	788,00
							Total m :	788,00
3.4	M	Tubería de PVC de unión encolada para instalación enterrada de riego, para una presión nominal de 6kg/cm2 de 110mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes y parte proporcional de elementos de unión sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Terciaria 1,2,3,4</i>		2.818,00			2.818,00	
							2.818,00	2.818,00
							Total m :	2.818,00
3.5	Ud	Electroválvula de PVC para una tensión de 24Vcon apertura manual y regulación de caudal, completamente instalada.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Electroválvula sectores de riego</i>	6				6,00	
							6,00	6,00
							Total ud :	6,00
3.6	M	Línea eléctrica de cobre de 7 x 1,5mm2, aislamiento 2 kV para alimentación de electroválvulas instalada en zanja y cintada a la tubería de riego.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Línea eléctrica</i>		788,00			788,00	
							788,00	788,00
							Total m :	788,00
3.7	M	Tubería de PVC de unión encolada para instalación enterrada de riego, para una presión nominal de 6kg/cm2 de 90 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes y parte proporcional de elementos de unión sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal

3 Instalación de riego

N°	Ud	Descripción					Medición	
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Terciarias</i>		1.063,00			1.063,00	
							<u>1.063,00</u>	1.063,00
								Total M : 1.063,00
3.8	Ud	Válvula metálica reguladora de presión, con manómetro incorporado de 1" colocada en redes de riego, completamente, instalada.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Reguladores de presión sectores de riego</i>	6				6,00	
							<u>6,00</u>	6,00
								Total ud : 6,00
3.9	Ud	ARQUETA PLÁST.1 ELECTROV.C/TAPA						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Arqueta válvula y regulador</i>	6				6,00	
							<u>6,00</u>	6,00
								Total ud : 6,00
3.10	Ud	Gotero de pinchar autocompensante de 2 litros/hora,colocado sobre tubería.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Emisores de riego</i>	65.000				65.000,00	
							<u>65.000,00</u>	65.000,00
								Total ud : 65.000,00
3.11	M	Instalación de ramales portagoteros, realizado con una tubería de polietileno de baja densidad de 16mm de diámetro, así como conexión a la tubería general de alimentación del sector de riego, incluso piezas pequeñas de nión, sin incluir tubería general de alimentación ni los automatismos y controles.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Ramales portagoteros</i>		164.017,00			164.017,00	
							<u>164.017,00</u>	164.017,00
								Total m : 164.017,00

4 Instalación eléctrica

Nº	Ud	Descripción						Medición
4.1	Ud	REGLETA DE SUPERFICIE 2x36 W.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Luminaria de exterior</i>	1				1,00	
							<u>1,00</u>	1,00
							Total ud :	1,00
4.2	Ud	Transformador trifásico	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Transformador poste</i>	1				1,00	
							<u>1,00</u>	1,00
							Total ud :	1,00
4.3	Ud	Alumbrado interior	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Alumbrado interior</i>	1				1,00	
							<u>1,00</u>	1,00
							Total ud :	1,00
4.4	Ud	Gastos administrativos , de tramitación de la instalación de baja tensión	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Tramitación instalación</i>	1				1,00	
							<u>1,00</u>	1,00
							Total ud :	1,00
4.5	Ud	Inspección por un organismo de control autorizado (O.C.A),por un potencia instalada superior a 25kW en local húmedo según REBT, ITC-BT-0,5 (precio por kw)	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>kw contratados</i>	75				75,00	
							<u>75,00</u>	75,00
							Total Ud :	75,00
4.6	M.	RED TOMA DE TIERRA ESTRUCTURA	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Anillo toma de tierra</i>		20,00			20,00	
							<u>20,00</u>	20,00
							Total m. :	20,00
4.7	M	Linea general de alimentación formada por cable tipo RZ1-K conformado por 4 conductores, tres de fase de aluminio de 35 mm2 y un neutro fiador de almelec de 50 mm2	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Linea general</i>		4,00			4,00	
							<u>4,00</u>	4,00

4 Instalación eléctrica

Nº	Ud	Descripción						Medición
							Total M :	4,00
4.8	M	Derivación individual enterrada de trifásica formada por multiconductores de cobre aislados RZ-1K 3X35 + 1X 50mm2 para una tensión nominal de 0,6/1V, no propagadores de incendios , totalmente instalado	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Derivación individual</i>		4,00			4,00	
							<hr/>	
							4,00	4,00
							Total m :	4,00
4.9	Ud	CUADRO GENERAL Pmáx= 75 kW.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Cuadro general</i>	1				1,00	
							<hr/>	
							1,00	1,00
							Total ud :	1,00
4.10	M	Circuito eléctrico formado por 4 conductores individuales tipo H07V-K(AS) tres de fase y un neutro de 35 mm2 de sección fabricados con cobre electrolítico con material conductor XLPE,	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Bomba</i>	4	5,00			20,00	
							<hr/>	
							20,00	20,00
							Total m :	20,00
4.11	M	Circuito electrico formado por conductores de cobre aislados,tipo HO7V-KS de 4mm2 de seccion	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Fuerza</i>	3	6,00			18,00	
							<hr/>	
							18,00	18,00
							Total m :	18,00
4.12		Circuito eléctrico formado por dos conductores fio H07V-K(AS) de 1.5mm2	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Alumbrado</i>	3	5,00			15,00	
							<hr/>	
							15,00	15,00
							Total :	15,00
4.13	Ud	Bateria automática de condensadores de 10kVAr de capacidad. Completamente instalada	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Bateria de condensadores</i>	1				1,00	
							<hr/>	
							1,00	1,00
							Total ud :	1,00

5 Plantación

Nº	Ud	Descripción						Medición
5.1	Ha	Estercolado de fondo, con aportación de 115t/ha de estiércol ovino bien hecho, extendido con medios mecánicos	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Superficie total parcela</i>	46,3				46,30	
							<u>46,30</u>	46,30
							Total Ha :	46,30
5.2	Ha	Labor de desfonde	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Superficie total de parcela</i>	46,3				46,30	
							<u>46,30</u>	46,30
							Total Ha :	46,30
5.3	Ha	Laboreo mecánico , comprendiendo dos pases de cultivador ligero	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Superficie total de la parcela</i>	46,3				46,30	
							<u>46,30</u>	46,30
							Total Ha :	46,30
5.4	Ha	Unidad de replanteo por hectarea con equipo topográfico , con estación total,jalones ,cuerdas y medios auxiliares.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Superficie total parcela</i>	46,3				46,30	
							<u>46,30</u>	46,30
							Total Ha :	46,30
5.5	Ud	Revisión de los plántones y almacenamiento a su llegada a la explotación en zanjas de 50-60cm de profundidad, colocadas en una zona sombreada, ventilada y con buena humedad, recubriéndose sus raíces con tierra o arena húmeda, hasta el momento de la plantación.						
								Total ud :
								1,00
5.6	Ud	Almendro variedad Penta injertada sobre Rootpac 40, material certificado.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Plantones penta</i>	9.400				9.400,00	
							<u>9.400,00</u>	9.400,00
							Total ud :	9.400,00
5.7	Ud	Almendro variedad Vialfas injertado sobre Rootpac 40 , material certificado	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Plantones Vialfas</i>	6.866				6.866,00	
							<u>6.866,00</u>	6.866,00
							Total ud :	6.866,00
5.8	Ha	Plantación con arado plantador y tractor, distancia entre plántones de 5m, anchura entre líneas de árboles de 6m.						

5 Plantación

Nº	Ud	Descripción					Medición	
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Superficie total parcela</i>	46,3				46,30	
							46,30	46,30
								Total ha : 46,30
5.9	Ud	Suministro y colocacion de tubo protector de polipropeno extruido, resistente a los rayos UV de 60cm de altura.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Plantones</i>	16.280				16.280,00	
							16.280,00	16.280,00
								Total ud : 16.280,00
5.10	Ud	Entutorado de plantas jóvenes con tutor a 1,50m de altura,hincado 40cm en el terreno y atado con aros.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Plantones</i>	16.280				16.280,00	
							16.280,00	16.280,00
								Total ud : 16.280,00
5.11	Ha	Revisión general de las plantas, colocando correctamente las que se hallen en mala posición.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Superficie total de la parcela</i>	46,3				46,30	
							46,30	46,30
								Total ha : 46,30
5.12	Ha	Poda de plantación, rebajando los plantones a una altura de 1,10m						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Superficie total de la parcela</i>	46,3				46,30	
							46,30	46,30
								Total Ha : 46,30

6 Maquinaria y equipos

Nº	Ud	Descripción						Medición
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
6.1	Ud	Atomizador neumático arrastrado que incorpora un depósito de 2000 L de capacidad, una bomba que impulsa el líquido y un conjunto de boquillas que generan las gotas.						
		<i>Atomizador</i>	1				1,00	
							<u>1,00</u>	1,00
							Total ud :	1,00
6.2	Ud	Pulverizador hidráulico de 800 l de capacidad para realizar el tratamiento herbicida de las líneas de cultivo. Consta de una barra telescópica, a cada lado del tractor, con unas boquillas pulverizadores en los extremos.						
		<i>Pulverizador</i>	1				1,00	
							<u>1,00</u>	1,00
							Total ud :	1,00
6.3	Ud	Equipo de poda neumático arrastrado						
		<i>Equipo de poda</i>	1				1,00	
							<u>1,00</u>	1,00
							Total ud :	1,00
6.4	Ud	Trituradora-desbrozadora						
		<i>Trituradora-desbrozadora</i>	1				1,00	
							<u>1,00</u>	1,00
							Total ud :	1,00
6.5	Ud	Cultivador ligero de 11 brazos repartidos en dos filas, equipado con rastra de púas que permitirá igualar el suelo. Cuenta con una anchura y profundidad de trabajo de 3 m y 15-25 cm, respectivamente.						
		<i>Cultivador</i>	1				1,00	
							<u>1,00</u>	1,00
							Total ud :	1,00

7 Seguridad y salud

N°	Ud	Descripción						Medición
7.1	Ud	Presupuesto de seguridad y salud según lo indicado en el anejo XIII, estudio de seguridad y salud. Presupuesto de ejecución material(PEM)	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Presupuesto de seguridad y salud</i>	1				1,00	
							1,00	1,00
							Total ud :	1,00

8 Residuos de construcción

Nº	Ud	Descripción					Medición	
8.1	Ud	Presupuesto de la gestión de residuos de construcción y demolición de obra	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Presupuesto de la gestión de residuos</i>	1				1,00	
							1,00	1,00
							Total ud :	1,00

DOCUMENTO 5: PRESUPUESTO

Índice del presupuesto

1. Cuadro de precios N°1.....	3
2. Cuadro de precios N°2.....	8
3. Presupuestos parciales.....	27
4. Presupuesto general y resumen de presupuestos	36

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
	1 Caseta de riego		
1.1	m2 Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	0,45	CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS
1.2	m3 Excavación a cielo abierto, en terrenos de roca blanda o disgregada, con martillo rompedor, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	12,32	DOCE EUROS CON TREINTA Y DOS CÉNTIMOS
1.3	m2 Encofrado y desencofrado con madera suelta en losas de cimentación, considerando 4 posturas.	6,31	SEIS EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS
1.4	m2 Encachado de piedra caliza 40/80 de 20 cm. de espesor en sub-base de losa de cimentación, i/extendido y compactado con pisón.	4,37	CUATRO EUROS CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS
1.5	M3 Hormigón armado HA-25/P/20/I, elaborado en central, en relleno de losa de cimentación, incluso armadura(100kg/m3), vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según normas NTE-EA, CTE-DB-SE-A	196,89	CIENTO NOVENTA Y SEIS EUROS CON OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
1.6	kg Acero S275, perfil IPN-100 , unidos mediante soldadura y con capa de pintura y protección.	3,30	TRES EUROS CON TREINTA CÉNTIMOS
1.7	kg Acero S275, perfil IPN-140, unidos mediante soldadura y con capa de pintura y protección.	3,40	TRES EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS
1.8	m2 Fábrica de bloques huecos de hormigón blanco de 40x20x15 cm. colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento blanco BL-II 42,5 R y arena de río 1/4, rellenos de hormigón HA-25/B/20/I y armadura según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, limpieza y medios auxiliares, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2.	26,69	VEINTISEIS EUROS CON SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
1.9	m2 Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial con dos láminas prelacadas de 0,5 mm., con núcleo de poliestireno expandido de 20 kg/m3. con un espesor total de 40 mm., clasificado M-1 en su reacción al fuego, sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, medido en verdadera magnitud.	25,87	VEINTICINCO EUROS CON OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS
1.10	m2 Carpintería de aluminio anodizado en color natural de 15 micras, en ventanas practicables de 2 hojas , mayores de 1 m2 y menores de 2 m2 de superficie total, compuesta por cerco, hojas y herrajes de colgar y de seguridad, totalmente instalada sobre precerco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares.	91,66	NOVENTA Y UN EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS
1.11	m2 Acristalamiento con vidrio traslúcido, tipo Impreso 200, de 6/7 mm. de espesor, incoloro, fijación sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales y sellado en frío con silicona incolora, incluso cortes del vidrio y colocación de junquillos.	68,32	SESENTA Y OCHO EUROS CON TREINTA Y DOS CÉNTIMOS
1.12	Ud Puerta corredera 1900x1500 cm de medidas exteriores, realizada con perfiles de acero y chapa galvanizada	120,26	CIENTO VEINTE EUROS CON VEINTISEIS CÉNTIMOS

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
	2 Cabezal de riego		
2.1	ud Filtro de arena a presión de alto rendimiento, con altura de lecho filtrante de 1,20 m., para presión de trabajo de 2,5 kg/cm2., velocidad de filtración de 30 m3/h/m2. y caudal de 33 m3/h., con cuerpo de poliéster reforzado con FV, con colector convencional mediante brazos y difusor en PVC y polipropileno, equipado con purga de aire y agua manuales y tapón para vaciado de arenas, panel de manómetros para lectura en la entrada y salida, y batería de 5 válvulas de mariposa de diámetro 75 mm. con soportes, incluso relleno posterior del filtro monocapa de árido silíceo calibrado, totalmente montado y probado.	3.861,83	TRES MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y UN EUROS CON OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS
2.2	ud Válvula de compuerta de fundición de PN 16 de 200 mm de diámetro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, completamente instalada	499,24	CUATROCIENTOS NOVENTA Y NUEVE EUROS CON VEINTICUATRO CÉNTIMOS
2.3	ud Suministro y colocación de válvula de retención, de 4" (100 mm.) de diámetro, colocada mediante unión roscada o soldada, totalmente equipada, instalada y funcionando.	6,00	SEIS EUROS
2.4	ud Suministro e instalación del filtro de latón de malla de acero D=3" posición de trabajo inclinada con purga, i/elementos de fijación instalado.	374,70	TRESCIENTOS SETENTA Y CUATRO EUROS CON SETENTA CÉNTIMOS
2.5	ud Contador Woltman de 50mm, conectado al ramal de salida de los depósitos de fertilizante, incluida instalación de 2 válvulas de corte de esfera de 50mm, válvula de retención y demás material auxiliar, montado y funcionando	443,58	CUATROCIENTOS CUARENTA Y TRES EUROS CON CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS
2.6	ud Ventosa/purgador automático 3 funciones, de fundición, con brida, de 100 mm. de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.	823,29	OCHOCIENTOS VEINTITRES EUROS CON VEINTINUEVE CÉNTIMOS
2.7	ud Suministro e instalación de tanque de abonado, de poliéster y fibra de vidrio, para abonos líquidos, para distribuir por medio de redes de riego, instalado.	558,34	QUINIENTOS CINCUENTA Y OCHO EUROS CON TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS
2.8	ud Suministro e instalación de inyector de fertilizante, compuesto por electrobomba centrifuga de 1/4 CV y depósito de expansión de membrana de 25l de capacidad, montaje monobloc i/cuadro de maniobra compuesto por armario metálico intemperie conteniendo interruptores, diferencial, magnetotérmico y de maniobra, contactor y demás elementos necesarios, según REBT i/recibido, instalado.	695,13	SEISCIENTOS NOVENTA Y CINCO EUROS CON TRECE CÉNTIMOS
2.9	ud Suministro e instalación de programador electrónico TORO o RAIN DIRD de 12 estaciones, digital, con transformador incorporado y montaje.	379,27	TRESCIENTOS SETENTA Y NUEVE EUROS CON VEINTISIETE CÉNTIMOS
	3 Instalación de riego		
3.1	m3 Excavación en zanjas, en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	6,34	SEIS EUROS CON TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS
3.2	m3 Relleno, extendido y compactado de tierras propias en zanjas, por medios mecánicos.	12,83	DOCE EUROS CON OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
3.3	m Tubería de PVC de unión encolada para instalación enterrada de riego, para una presión nominal de 6kg/cm ² de 200mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes y parte proporcional de elementos de unión sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja.	19,38	DIECINUEVE EUROS CON TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS
3.4	m Tubería de PVC de unión encolada para instalación enterrada de riego, para una presión nominal de 6kg/cm ² de 90 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes y parte proporcional de elementos de unión sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja.	11,14	ONCE EUROS CON CATORCE CÉNTIMOS
3.5	ud Electroválvula de PVC para una tensión de 24V con apertura manual y regulación de caudal, completamente instalada.	63,85	SESENTA Y TRES EUROS CON OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS
3.6	m Línea eléctrica de cobre de 7 x 1,5mm ² , aislamiento 2 kV para alimentación de electroválvulas instalada en zanja y cintada a la tubería de riego.	18,95	DIECIOCHO EUROS CON NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS
3.7	M Tubería de PVC de unión encolada para instalación enterrada de riego, para una presión nominal de 6kg/cm ² de 90 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes y parte proporcional de elementos de unión sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja.	5,48	CINCO EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS
3.8	ud Válvula metálica reguladora de presión, con manómetro incorporado de 1" colocada en redes de riego, completamente, instalada.	124,71	CIENTO VEINTICUATRO EUROS CON SETENTA Y UN CÉNTIMOS
3.9	ud Arqueta de plástico de planta rectangular para la instalación de 1 electroválvula y/o accesorios de riego, i/arreglo de las tierras, totalmente instalada.	10,37	DIEZ EUROS CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS
3.10	ud Gotero de pinchar autocompensante de 2 litros/hora, colocado sobre tubería.	0,30	TREINTA CÉNTIMOS
3.11	m Instalación de ramales portagoteros, realizado con una tubería de polietileno de baja densidad de 16mm de diámetro, así como conexión a la tubería general de alimentación del sector de riego, incluso piezas pequeñas de unión, sin incluir tubería general de alimentación ni los automatismos y controles.	0,32	TREINTA Y DOS CÉNTIMOS
4 Instalación eléctrica			
4.1	ud Regleta de superficie de 2x36 W. con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa de acero de 0,7 mm., pintado con pintura epoxi poliéster y secado al horno, sistema de anclaje formado por chapa galvanizada sujeta con tornillos incorporados, equipo eléctrico formado por reactancias, condensador, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes estándar y bornas de conexión. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.	58,29	CINCUENTA Y OCHO EUROS CON VEINTINUEVE CÉNTIMOS
4.2	ud Transformador trifásico en baño de aceite biodegradable de 100 kVA de potencia, de 24 kV de tensión asignada 20 kV de tensión en el primario y 420 V de tensión de secundario en vacío, de 50 Hz de frecuencia. . La tensión de cortocircuito será del 4 %.	6.527,03	SEIS MIL QUINIENTOS VEINTISIETE EUROS CON TRES CÉNTIMOS
4.3	ud Bombilla LED	13,39	TRECE EUROS CON TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
4.4	Ud Gastos administrativos , de tramitación de la instalación de baja tensión	111,24	CIENTO ONCE EUROS CON VEINTICUATRO CÉNTIMOS
4.5	Ud Inspección por un organismo de control autorizado (O.C.A),por un potencia instalada superior a 25kW en local húmedo según REBT, ITC-BT-0,5 (precio por kw)	9,60	NUEVE EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS
4.6	m. Red de toma de tierra de estructura, realizada con cable de cobre desnudo de 35 mm2, uniéndolo mediante soldadura aluminotérmica a la armadura de cada zapata, incluyendo parte proporcional de pica, registro de comprobación y puente de prueba.	9,19	NUEVE EUROS CON DIECINUEVE CÉNTIMOS
4.7	M Línea general de alimentación formada por cable tipo RZ1-K conformado por 4 conductores, tres de fase de aluminio de 35 mm2 y un neutro fiador de almelec de 50 mm2	8,76	OCHO EUROS CON SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS
4.8	m Derivación individual enterrada de trifásica formada por multiconductores de cobre aislados RZ-1K 3X35 + 1X 50mm2 para una tensión nominal de 0,6/1V, no propagadores de incendios , totalmente instalado	39,87	TREINTA Y NUEVE EUROS CON OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS
4.9	Ud Cuadro general de mandos y protección de obra para una potencia máxima de 75 kW. compuesto por armario metálico con revestimiento de poliéster, de 90x60 cm., índice de protección IP 559, con cerradura, interruptor automático magnetotérmico más diferencial de 225A., un interruptor automático magnetotérmico de 200 A., y 3 interruptores automáticos magnetotérmicos, uno trifásico de 100 A., otro monofásico de 50A y otro de 16A incluyendo cableado, rótulos de identificación de circuitos, bornas de salida y p.p. de conexión a tierra, para una resistencia no superior de 80 Ohmios, totalmente instalado. (amortizable en 4 obras).	785,01	SETECIENTOS OCHENTA Y CINCO EUROS CON UN CÉNTIMO
4.10	m Circuito eléctrico formado por 4 conductores individuales tipo H07V-K(AS) tres de fase y un neutro de 35 mm2 de sección fabricados con cobre electrolítico con material conductor XLPE,	18,66	DIECIOCHO EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS
4.11	m Circuito eléctrico formado por conductores de cobre aislados, tipo H07V-KS de 4mm2 de sección	23,18	VEINTITRES EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS
4.12	Circuito eléctrico formado por dos conductores tipo H07V-K(AS) de 1.5mm2	18,15	DIECIOCHO EUROS CON QUINCE CÉNTIMOS
4.13	Ud Bateria automática de condensadores de 10kVAr de capacidad. Completamente instalada	721,00	SETECIENTOS VEINTIUN EUROS
5 Plantación			
5.1	Ha Estercolado de fondo, con aportación de 115t/ha de estiércol ovino bien hecho, extendido con medios mecánicos	1.622,97	MIL SEISCIENTOS VEINTIDOS EUROS CON NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS
5.2	Ha Labor de desfonde	125,45	CIENTO VEINTICINCO EUROS CON CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS
5.3	Ha Laboreo mecánico , comprendiendo dos pases de cultivador ligero	62,46	SESENTA Y DOS EUROS CON CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS
5.4	Ha Unidad de replanteo por hectarea con equipo topográfico , con estación total, jalones ,cuerdas y medios auxiliares.	21,63	VEINTIUN EUROS CON SESENTA Y TRES CÉNTIMOS

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
5.5	ud Revisión de los plantones y almacenamiento a su llegada a la explotación en zanjas de 50-60cm de profundidad, colocadas en una zona sombreada, ventilada y con buena humedad, recubriéndose sus raíces con tierra o arena húmeda, hasta el momento de la plantación.	0,01	UN CÉNTIMO
5.6	ud Almendro variedad Penta injertada sobre Rootpac 40, material certificado.	6,77	SEIS EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS
5.7	ud Almendro variedad Vialfas injertado sobre Rootpac 40 , material certificado	6,77	SEIS EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS
5.8	ha Plantación con arado plantador y tractor, distancia entre plantones de 5m, anchura entre líneas de árboles de 6m.	145,35	CIENTO CUARENTA Y CINCO EUROS CON TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS
5.9	ud Suministro y colocacion de tubo protector de polipropeno extruido, resistente a los rayos UV de 60cm de altura.	1,15	UN EURO CON QUINCE CÉNTIMOS
5.10	ud Entutorado de plantas jóvenes con tutor a 1,50m de altura,hincado 40cm en el terreno y atado con aros.	0,57	CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS
5.11	ha Revisión general de las plantas, colocando correctamente las que se hallen en mala posición.	29,42	VEINTINUEVE EUROS CON CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS
5.12	Ha Poda de plantación, rebajando los plantones a una altura de 1,10m	44,00	CUARENTA Y CUATRO EUROS
6 Maquinaria y equipos			
6.1	ud Atomizador neumático arrastrado que incorpora un depósito de 2000 L de capacidad, una bomba que impulsa el líquido y un conjunto de boquillas que generan las gotas.	4.532,62	CUATRO MIL QUINIENTOS TREINTA Y DOS EUROS CON SESENTA Y DOS CÉNTIMOS
6.2	ud Pulverizador hidráulico de 800 l de capacidad para realizar el tratamiento herbicida de las líneas de cultivo. Consta de una barra telescópica, a cada lado del tractor, con unas boquillas pulverizadores en los extremos.	2.916,20	DOS MIL NOVECIENTOS DIECISEIS EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS
6.3	ud Equipo de poda neumático arrastrado	1.495,56	MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y CINCO EUROS CON CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS
6.4	ud Trituradora-desbrozadora	1.075,80	MIL SETENTA Y CINCO EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS
6.5	ud Cultivador ligero de 11 brazos repartidos en dos filas, equipado con rastra de púas que permitirá igualar el suelo. Cuenta con una anchura y profundidad de trabajo de 3 m y 15-25 cm, respectivamente.	2.070,30	DOS MIL SETENTA EUROS CON TREINTA CÉNTIMOS
7 Seguridad y salud			
7.1	ud Presupuesto de seguridad y salud según lo indicado en el anejo XIII, estudio de seguridad y salud. Presupuesto de ejecución material(PEM)	2.316,28	DOS MIL TRESCIENTOS DIECISEIS EUROS CON VEINTIOCHO CÉNTIMOS
8 Residuos de construcción			
8.1	ud Presupuesto de la gestión de residuos de construcción y demolición de obra	309,00	TRESCIENTOS NUEVE EUROS

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
	1 Caseta de riego		
1.1	m2 Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares. (Mano de obra)		
	Peón ordinario	0,01 h.	10,24
	(Maquinaria)		
	Pala carg.neumát. 85 CV/1,2m3	0,01 h.	33,61
	3% Costes indirectos		0,01
			0,45
1.2	m3 Excavación a cielo abierto, en terrenos de roca blanda o disgregada, con martillo rompedor, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares. (Mano de obra)		
	Peón ordinario	0,15 h.	10,24
	(Maquinaria)		
	Retro-pala con martillo rompedor	0,27 h.	38,58
	3% Costes indirectos		0,36
			12,32
1.3	m2 Encofrado y desencofrado con madera suelta en losas de cimentación, considerando 4 posturas. (Mano de obra)		
	Oficial 1ª Encofrador	0,20 h.	10,81
	Ayudante- Encofrador	0,20 h.	10,40
	(Materiales)		
	Madera pino encofrar 26 mm.	0,01 m3	184,09
	Puntas 20x100	0,04 kg	1,02
	Alambre atar 1,30 mm.	0,01 kg	1,20
	3% Costes indirectos		0,18
			6,31
1.4	m2 Encachado de piedra caliza 40/80 de 20 cm. de espesor en sub-base de losa de cimentación, i/extendido y compactado con pisón. (Mano de obra)		
	Peón ordinario	0,20 h.	10,24
	(Materiales)		
	Grava 40/80 mm.	0,22 m3	9,97
	3% Costes indirectos		0,13

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
1.5	M3 Hormigón armado HA-25/P/20/I, elaborado en central, en relleno de losa de cimentación, incluso armadura (100kg/m3), vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según normas NTE-EA, CTE-DB-SE-A (Mano de obra)		4,37
	Oficial primera	0,30 h. 10,71	3,21
	Peón ordinario	0,30 h. 10,24	3,07
	Oficial 1ª Ferrallista	1,00 h. 10,71	10,71
	Ayudante- Ferrallista	1,00 h. 10,40	10,40
	(Materiales)		
	Acero corrugado B500S/SD	100,00 KG 0,80	80,00
	Hormigón HA-25/P/20/I central	1,15 m2 70,00	80,50
	Aguja eléctrica	0,36 h 7,81	2,81
	Alambre atar 1.30mm	0,50 kg 0,91	0,46
	3% Costes indirectos		5,73
1.6	kg Acero S275, perfil IPN-100 , unidos mediante soldadura y con capa de pintura y protección. (Mano de obra)		196,89
	Oficial 1ª Soldador	0,02 h. 11,44	0,23
	Ayudante- Soldador	0,02 h. 10,56	0,21
	(Materiales)		
	Pequeño material	1,20 kg 1,30	1,56
	IPN 100	1,00 kg 1,20	1,20
	3% Costes indirectos		0,10
1.7	kg Acero S275, perfil IPN-140, unidos mediante soldadura y con capa de pintura y protección. (Mano de obra)		3,30
	Oficial 1ª Soldador	0,02 h. 11,44	0,23
	Ayudante- Soldador	0,02 h. 10,56	0,21
	(Materiales)		
	IPN 140	1,00 KG 1,30	1,30
	Pequeño material	1,20 kg 1,30	1,56
	3% Costes indirectos		0,10
			3,40

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
1.8	<p>m2 Fábrica de bloques huecos de hormigón blanco de 40x20x15 cm. colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento blanco BL-II 42,5 R y arena de río 1/4, rellenos de hormigón HA-25/B/20/I y armadura según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, limpieza y medios auxiliares, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2.</p> <p>(Mano de obra)</p> <p>Oficial primera 0,72 h. 10,71 7,71</p> <p>Ayudante 0,36 h. 10,40 3,74</p> <p>Peón ordinario 0,03 h. 10,24 0,31</p> <p>(Maquinaria)</p> <p>Hormigonera 200 l. gasolina 0,01 h. 1,59 0,02</p> <p>(Materiales)</p> <p>Arena de río 0/5 mm. 0,02 m3 11,34 0,23</p> <p>Bloque horm.blanco liso 40x20x15 13,00 ud 0,79 10,27</p> <p>Cemento blanco BL-II 42,5R sacos 0,01 t. 196,00 1,96</p> <p>Agua 0,01 m3 0,76 0,01</p> <p>Hormigón HA-25/B/20/I central 0,01 m3 50,69 0,51</p> <p>Acero corrugado B 400 S 1,50 kg 1,14 1,71</p> <p>(Por redondeo) -0,56</p> <p>3% Costes indirectos 0,78</p>		
1.9	<p>m2 Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial con dos láminas prelacadas de 0,5 mm., con núcleo de poliestireno expandido de 20 kg/m3. con un espesor total de 40 mm., clasificado M-1 en su reacción al fuego, sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, medido en verdadera magnitud.</p> <p>(Mano de obra)</p> <p>Oficial primera 0,23 h. 10,71 2,46</p> <p>Ayudante 0,23 h. 10,40 2,39</p> <p>(Materiales)</p> <p>Panel ch.pr.2 caras 40 mm. 1,00 m2 20,17 20,17</p> <p>Tornillería y pequeño material 1,00 ud 0,10 0,10</p> <p>3% Costes indirectos 0,75</p>		26,69
1.10	<p>m2 Carpintería de aluminio anodizado en color natural de 15 micras, en ventanas practicables de 2 hojas , mayores de 1 m2 y menores de 2 m2 de superficie total, compuesta por cerco, hojas y herrajes de colgar y de seguridad, totalmente instalada sobre precerco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares.</p> <p>(Mano de obra)</p>		25,87

Cuadro de precios nº 2					
Nº	Designación	Importe			
		Parcial (Euros)	Total (Euros)		
	Oficial 1ª Cerrajero	0,24 h.	11,44	2,75	
	Ayudante-Cerrajero	0,12 h.	10,56	1,27	
	(Materiales)				
	Ventanas practicables >1m2.<2m2	1,00 m2	75,73	75,73	
	Premarco aluminio	4,00 m.	2,31	9,24	
	3% Costes indirectos			2,67	
					91,66
1.11	m2 Acristalamiento con vidrio traslúcido, tipo Impreso 200, de 6/7 mm. de espesor, incoloro, fijación sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales y sellado en frío con silicona incolora, incluso cortes del vidrio y colocación de junquillos. (Materiales)				
	Vidrio impr.incol. 6/7 impr-200	1,01 m2	65,67	66,33	
	3% Costes indirectos			1,99	
					68,32
1.12	Ud Puerta corredera 1900x1500 cm de medidas exteriores, realizada con perfiles de acero y chapa galvanizada (Mano de obra)				
	Oficial de primera	1,90 H	11,94	22,69	
	Peon ordinario	1,90 H	10,88	20,67	
	(Materiales)				
	Puerta corredera	1,00 Ud	70,00	70,00	
	(Resto obra)			3,40	
	3% Costes indirectos			3,50	
					120,26
2.1	2 Cabezal de riego ud Filtro de arena a presión de alto rendimiento, con altura de lecho filtrante de 1,20 m., para presión de trabajo de 2,5 kg/cm2., velocidad de filtración de 30 m3/h/m2. y caudal de 33 m3/h., con cuerpo de poliéster reforzado con FV, con colector convencional mediante brazos y difusor en PVC y polipropileno, equipado con purga de aire y agua manuales y tapón para vaciado de arenas, panel de manómetros para lectura en la entrada y salida, y batería de 5 válvulas de mariposa de diámetro 75 mm. con soportes, incluso relleno posterior del filtro monocapa de árido silíceo calibrado, totalmente montado y probado. (Mano de obra)				
	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	3,00 h.	11,44	34,32	
	Ayudante-Fontanero/Calefactor	6,00 h.	10,55	63,30	
	(Materiales)				
	Tierra refractaria en sacos	1,76 t.	120,80	212,61	
	Fil.a.r.30m3/h/m2-33m3-2,5kg/cm2	1,00 ud	2.771,00	2.771,00	

Cuadro de precios nº 2					
Nº	Designación	Importe			
		Parcial (Euros)	Total (Euros)		
	Batería 5 válv.mariposa D=75 mm	1,00 ud	668,12	668,12	
	3% Costes indirectos			112,48	
					3.861,83
2.2	ud Válvula de compuerta de fundición de PN 16 de 200 mm de diametro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, completamente instalada (Mano de obra)				
	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	0,80 h.	11,44	9,15	
	Oficial 2ª Fontanero/Calefactor	0,80 h.	11,15	8,92	
	(Materiales)				
	Unión brisa-liso fundición dúctil D=200	1,00 ud	47,33	47,33	
	Goma plana D= 200	2,00 ud	2,70	5,40	
	Tornillo+tuerca ac.galvan. D=20 L=160mm	20,00 ud	1,32	26,40	
	Unión brida= enchufe fund.dúctil D= 200	1,00	87,00	87,00	
	Válvula compuerta cierre elastico D=200	1,00 ud	300,50	300,50	
	3% Costes indirectos			14,54	
					499,24
2.3	ud Suministro y colocación de válvula de retención, de 4" (100 mm.) de diámetro,colocada mediante unión roscada o soldada, totalmente equipada, instalada y funcionando. (Mano de obra)				
	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	0,23 h.	11,44	2,63	
	(Materiales)				
	Válv.retención latón roscar 4"	1,00 ud	3,20	3,20	
	3% Costes indirectos			0,17	
					6,00
2.4	ud Suministro e instalaciónn del filtro de latón de malla de acero D=3" posición de trabajo inclinada con purga, i/elementos de fijación instalado. (Mano de obra)				
	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	0,60 h.	11,44	6,86	
	Ayudante-Fontanero/Calefactor	0,60 h.	10,55	6,33	
	(Materiales)				
	Filtro incl.malla de acero D=3"	1,00 ud	350,60	350,60	
	3% Costes indirectos			10,91	
					374,70

Cuadro de precios nº 2			
Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
2.5	ud Contador Woltman de 50mm,conectado al ramal de salida de los depósitos de fertilizante, incluida instalación de 2 válvulas de corte de esfera de 50mm, valvula de retención y demas material auxiliar, montado y funcionando (Medios auxiliares)		
	Verificación contador	1,00 ud	10,00
	(Mano de obra)		
	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	1,80 h.	11,44
	Oficial 2ª Fontanero/Calefactor	1,80 h.	11,15
	(Materiales)		
	Contador agua Woltman	1,00 ud	360,00
	Válvula de retención latón	1,00 ud	20,00
	3% Costes indirectos		12,92
			443,58
2.6	ud Ventosa/purgador automático 3 funciones, de fundición, con brida, de 100 mm. de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada. (Mano de obra)		
	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	1,00 h.	11,44
	Oficial 2ª Fontanero/Calefactor	1,00 h.	11,15
	(Maquinaria)		
	Tractor grúa hasta 1,5 t.	1,00 h.	6,56
	(Materiales)		
	Ventosa/purgador autom.D=100 mm	1,00 ud	770,16
	3% Costes indirectos		23,98
			823,29
2.7	ud Suministro e instalación de tanque de abonado, de poliéster y fibra de vidrio, para abonos líquidos , para distribuir por medio de redes de riego, instalado. (Mano de obra)		
	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	2,30 h.	11,44
	Ayudante-Fontanero/Calefactor	2,30 h.	10,55
	(Materiales)		
	Tanque abonado red de riego	1,00 ud	491,50
	3% Costes indirectos		16,26
			558,34

Cuadro de precios nº 2			
Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
2.8	ud Suministro e instalación de inyector de fertilizante, compuesto por electrobomba centrífuga de 1/4 CV y depósito de expansión de membrana de 25l de capacidad, montaje monobloc i/cuadro de maniobra compuesto por armario metálico intemperie conteniendo interruptores, diferencial, magnetotérmico y de maniobra , contactor y demás elementos necesarios, según REBT i/recibido, instalado. (Mano de obra)		
	Oficial primera	1,00 h.	10,71
	Peón ordinario	0,50 h.	10,24
	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	1,00 h.	11,44
	Ayudante-Fontanero/Calefactor	1,00 h.	10,55
	Oficial 1ª Electricista	0,60 h.	11,44
	(Materiales)		
	Cuadro de mando electrobomba	1,00 ud	310,00
	Grupo de presión	1,00 ud	320,20
	3% Costes indirectos		20,25
			695,13
2.9	ud Suministro e instalación de programador electrónico TORO o RAIN DIRD de 12 estaciones, digital, con transformador incorporado y montaje. (Mano de obra)		
	Oficial 1ª Jardinero	2,70 h.	12,68
	Peón	0,90 h.	10,53
	(Materiales)		
	Programador electrónico 12 estac.	1,00 ud	320,84
	Pequeño material	1,00 ud	3,66
	3% Costes indirectos		11,05
			379,27
3.1	3 Instalación de riego m3 Excavación en zanjas, en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares. (Mano de obra)		
	Peón ordinario	0,10 h.	10,24
	(Maquinaria)		
	Retrocargadora neum. 75 CV	0,16 h.	32,15
	3% Costes indirectos		0,18
			6,34
3.2	m3 Relleno,extendido y compactado de tierras propias en zanjas, por medios mecánicos.		

Cuadro de precios nº 2			
Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
	(Mano de obra)		
	Peón ordinario 1,00 h. 10,24	10,24	
	(Maquinaria)		
	Pisón vibrante 70 kg. 0,74 h. 1,97	1,46	
	(Materiales)		
	Agua 1,00 m3 0,76	0,76	
	3% Costes indirectos	0,37	
			12,83
3.3	m Tubería de PVC de unión encolada para instalación enterrada de riego, para una presión nominal de 6kg/cm2 de 200mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes y parte proporcional de elementos de unión sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja.		
	(Mano de obra)		
	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor 0,01 h. 11,44	0,11	
	Ayudante-Fontanero/Calefactor 0,01 h. 10,55	0,11	
	(Materiales)		
	Tubo de PVC liso PN-8-DN = 200 1,00 m 18,00	18,00	
	Limpiador tubos PVC 0,02 ud 13,10	0,26	
	Adhesivo tubo PVC junta pegada 0,02 kg 16,93	0,34	
	3% Costes indirectos	0,56	
			19,38
3.4	m Tubería de PVC de unión encolada para instalación enterrada de riego, para una presión nominal de 6kg/cm2 de 90 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes y parte proporcional de elementos de unión sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja.		
	(Mano de obra)		
	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor 0,01 h. 11,44	0,11	
	Ayudante-Fontanero/Calefactor 0,01 h. 10,55	0,11	
	(Materiales)		
	Tubo de PVC liso PN-8DN= 110 1,00 M 10,00	10,00	
	Limpiador tubos PVC 0,02 ud 13,10	0,26	
	Adhesivo tubo PVC junta pegada 0,02 kg 16,93	0,34	
	3% Costes indirectos	0,32	
			11,14
3.5	ud Electroválvula de PVC para una tensión de 24V con apertura manual y regulación de caudal, completamente instalada.		
	(Mano de obra)		

Cuadro de precios nº 2					
Nº	Designación			Importe	
				Parcial (Euros)	Total (Euros)
3.6	Oficial 2ª Fontanero/Calefactor	0,06 h.	11,15	0,67	63,85
	Ayudante-Fontanero/Calefactor	0,06 h.	10,55	0,63	
	Oficial 1ª Electricista	0,06 h.	11,44	0,69	
	(Materiales)				
	Electroválvula PVC reguladora de caudal	1,00 ud	60,00	60,00	
	3% Costes indirectos			1,86	
	m Línea eléctrica de cobre de 7 x 1,5mm ² , aislamiento 2 kV para alimentación de electroválvulas instalada en zanja y cintada a la tubería de riego. (Mano de obra)				
	Oficial 1ª Electricista	0,04 h.	11,44	0,46	
	Ayudante-Electricista	0,05 h.	10,56	0,53	
	(Materiales)				
Conector 3 cables de 1.5mm ²	11,00 ud	1,41	15,51		
Línea eléctrica	1,00 m	1,90	1,90		
3% Costes indirectos			0,55		
3.7	M Tubería de PVC de unión encolada para instalación enterrada de riego, para una presión nominal de 6kg/cm ² de 90 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes y parte proporcional de elementos de unión sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja. (Mano de obra)				18,95
	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	0,01 h.	11,44	0,11	
	Ayudante-Fontanero/Calefactor	0,01 h.	10,55	0,11	
	(Materiales)				
	Limpiador tubos PVC	0,02 ud	13,10	0,26	
	Adhesivo tubo PVC junta pegada	0,02 kg	16,93	0,34	
	Tubo de PVC liso PN-8DN= 90	1,00 M	4,50	4,50	
	3% Costes indirectos			0,16	
3.8	ud Válvula metálica reguladora de presión, con manómetro incorporado de 1" colocada en redes de riego, completamente, instalada. (Mano de obra)				5,48
	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	0,30 h.	11,44	3,43	
	Oficial 2ª Fontanero/Calefactor	0,30 h.	11,15	3,35	
	(Materiales)				

Cuadro de precios nº 2				
Nº	Designación	Importe		
		Parcial (Euros)	Total (Euros)	
	Válvula reguladora de presión con manómetro D=1"	1,00 ud	114,30	114,30
	3% Costes indirectos			3,63
3.9	ud Arqueta de plástico de planta rectangular para la instalación de 1 electroválvula y/o accesorios de riego, i/arreglo de las tierras, totalmente instalada. (Mano de obra)			124,71
	Peón ordinario	0,05 h.	10,24	0,51
	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	0,10 h.	11,44	1,14
	Ayudante-Fontanero/Calefactor	0,10 h.	10,55	1,06
	(Materiales)			
	Arqueta rect.plást.1 válv.c/tapa	1,00 ud	7,36	7,36
	3% Costes indirectos			0,30
3.10	ud Gotero de pinchar autocompensante de 2 litros/hora,colocado sobre tubería. (Mano de obra)			10,37
	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	0,01 h.	11,44	0,11
	(Materiales)			
	Gotero pinchar autocompensante 2l/h	1,00 ud	0,18	0,18
	3% Costes indirectos			0,01
3.11	m Instalación de ramales portagoteros, realizado con una tubería de polietileno de baja densidad de 16mm de diámetro, así como conexión a la tubería general de alimentación del sector de riego, incluso piezas pequeñas de níon, sin incluir tubería general de alimentación ni los automatismos y controles. (Mano de obra)			0,30
	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	0,01 h.	11,44	0,11
	(Materiales)			
	Tubo polietileno BD PE=40 PN4 DN= 16mm	1,00 m	0,20	0,20
	3% Costes indirectos			0,01
4.1	4 Instalación eléctrica ud Regleta de superficie de 2x36 W. con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa de acero de 0,7 mm., pintado con pintura epoxi poliéster y secado al horno, sistema de anclaje formado por chapa galvanizada sujeta con tornillos incorporados, equipo eléctrico formado por reactancias, condensador, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes estándar y bornas de conexión. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado. (Mano de obra)			0,32

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe		
		Parcial (Euros)	Total (Euros)	
	Oficial 1ª Electricista	0,30 h.	11,44	3,43
	Ayudante-Electricista	0,30 h.	10,56	3,17
	(Materiales)			
	Pequeño material	1,00 ud	0,71	0,71
	Conjunto regleta 2x36 W. AF	1,00 ud	33,28	33,28
	Tubo fluorescente 33/36 W.	2,00 ud	8,00	16,00
	3% Costes indirectos			1,70
				58,29
4.2	ud Transformador trifásico en baño de aceite biodegradable de 100 kVA de potencia, de 24 kV de tensión asignada 20 kV de tensión en el primario y 420 V de tensión de secundario en vacío, de 50 Hz de frecuencia. . La tensión de cortocircuito será del 4 %.			
	(Mano de obra)			
	Oficial primera	2,14 h.	10,71	22,92
	Ayudante	0,27 h.	10,40	2,81
	Peón ordinario	1,45 h.	10,24	14,85
	Oficial 1ª Encofrador	2,93 h.	10,81	31,67
	Ayudante- Encofrador	2,93 h.	10,40	30,47
	Oficial 1ª Gruista	0,18 h.	10,71	1,93
	Oficial 1ª Ferrallista	1,80 h.	10,71	19,28
	Ayudante- Ferrallista	1,80 h.	10,40	18,72
	Oficial 1ª Electricista	12,00 h.	11,44	137,28
	Ayudante-Electricista	12,00 h.	10,56	126,72
	(Maquinaria)			
	Grúa telescópica s/camión 20 t.	3,00 h.	41,80	125,40
	Grúa pluma 30 m./0,75t.	0,18 h.	20,09	3,62
	Hormigonera 200 l. gasolina	0,04 h.	1,59	0,06
	Retrocargadora neum. 75 CV	0,31 h.	32,15	9,97
	Vibrador hormigón gasolina 75 mm	0,47 h.	2,25	1,06
	Puntal telescópico 3m., 1,5 t.	0,18 ud	11,82	2,13
	Tablero encofrar 22 mm. 4 p.	18,90 m2	2,01	37,99
	(Materiales)			
	Arena de río 0/5 mm.	0,12 m3	11,34	1,36
	Cemento CEM II/B-M 32,5 R sacos	0,04 t.	90,33	3,61
	Agua	0,03 m3	0,76	0,02

Cuadro de precios nº 2					
Nº	Designación	Importe			
				Parcial (Euros)	Total (Euros)
	Madera pino encofrar 26 mm.	0,36 m3	184,09	66,27	
	Hormigón HM-20/B/40/I central	1,98 m3	49,70	98,41	
	Hormigón HA-25/B/20/I central	1,80 m3	50,69	91,24	
	Ladrillo perfora. tosco 25x12x7	122,40 ud	0,09	11,02	
	Puntas 20x100	1,44 kg	1,02	1,47	
	Alambre atar 1,30 mm.	4,50 kg	1,20	5,40	
	Acero corrugado B 500 S	194,40 kg	1,51	293,54	
	Pararrayos (Autoválv.) 17,5 kV	3,00 ud	99,00	297,00	
	Terminal bimetálico Cu 1x25mm2	12,00 ud	2,47	29,64	
	Cond.aisla.0,6-1kV 3,5x25 mm2 Cu	10,00 m.	10,31	103,10	
	Apoyo met.galv. 12C-2000	1,00 ud	746,00	746,00	
	Prot.antiescalo p.apoyo metál.	1,00 ud	118,00	118,00	
	Bastidor met.soporte trafo<50kVA	1,00 ud	105,50	105,50	
	Elemento aislador 1503	3,00 ud	44,61	133,83	
	Transf.baño aceite 100 KVA-20kV	1,00 ud	2.263,41	2.263,41	
	Base fusible XS 24KV.-100A.	3,00 ud	79,95	239,85	
	Armario poliéster 1000x750 mm	1,00 ud	510,80	510,80	
	Electrodo toma de tierra 1,5 m.	6,00 ud	9,30	55,80	
	Conduc. cobre desnudo 50 mm2	10,00 m.	8,21	82,10	
	Interruptor tetrapolar 160 A.	1,00 ud	103,22	103,22	
	Cruceta met.galv. CH-300	1,00 ud	134,67	134,67	
	Tubo acero galvan.S. 2" DN50 mm.	3,00 m.	7,30	21,90	
	Cable cobre desnudo secc. 70 mm2	20,00 m.	6,13	122,60	
	Pica t.t. neutro y autoválvulas	6,00 ud	18,53	111,18	
	(Por redondeo)			-0,90	
	3% Costes indirectos			190,11	
					6.527,03
4.3	ud Bombilla LED				
	(Mano de obra)				
	Oficial 1ª Electricista	0,90 h.	11,44	10,30	
	(Materiales)				
	Bombilla LED 13W	2,00 ud	1,35	2,70	

Cuadro de precios nº 2			
Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
	3% Costes indirectos	0,39	
4.4	Ud Gastos administrativos , de tramitación de la instalación de baja tensión (Medios auxiliares)		13,39
	Gastos administrativos , de tramitación de la instalación de baja tensión 1,00 ud 108,00	108,00	
	3% Costes indirectos	3,24	
4.5	Ud Inspección por un organismo de control autorizado (O.C.A),por un potencia instalada superior a 25kW en local húmedo según REBT, ITC-BT-0,5 (precio por kw) (Medios auxiliares)		111,24
	Inspección por un organismo de control autorizado (O.C.A),por un potencia instalada superior a 25kW en local húmedo según REBT, ITC-BT-0,5 (precio por kw) 1,00 Ud 9,32	9,32	
	3% Costes indirectos	0,28	
4.6	m. Red de toma de tierra de estructura, realizada con cable de cobre desnudo de 35 mm2, uniéndolo mediante soldadura aluminotérmica a la armadura de cada zapata, incluyendo parte proporcional de pica, registro de comprobación y puente de prueba. (Mano de obra)		9,60
	Oficial 1ª Electricista 0,10 h. 11,44	1,14	
	Ayudante-Electricista 0,10 h. 10,56	1,06	
	(Materiales)		
	Pequeño material 1,00 ud 0,71	0,71	
	Conduc. cobre desnudo 35 mm2 1,00 m. 6,01	6,01	
	3% Costes indirectos	0,27	
4.7	M Línea general de alimentación formada por cable tipo RZ1-K conformado por 4 conductores, tres de fase de aluminio de 35 mm2 y un neutro fiador de almelec de 50 mm2 (Mano de obra)		9,19
	Oficial 1ª Electricista 0,10 h. 11,44	1,14	
	Oficial 2ª Electricista 0,10 h. 11,15	1,12	
	(Materiales)		
	Conductor RZ AL 0,6/1KV 3X35mm2+1x50mm2 almelec 1,00 m 5,04	5,04	
	Abrazadera de acero con tornillo autoroscante 3,00 ud 0,40	1,20	

Cuadro de precios nº 2				
Nº	Designación	Importe		
		Parcial (Euros)	Total (Euros)	
	3% Costes indirectos		0,26	
4.8	m Derivación individual enterrada de trifásica formada por multiconductores de cobre aislados RZ-1K 3X35 + 1X 50mm2 para una tensión nominal de 0,6/1V, no propagadores de incendios , totalmente instalado (Mano de obra)			8,76
	Oficial 1ª Electricista	0,09 h.	11,44	1,03
	Oficial 2ª Electricista	0,09 h.	11,15	1,00
	(Materiales)			
	p.p.pequeño material para la instalación	0,20 ud	1,40	0,28
	Multiconductor RZ-K(AS)0,6/1kV 3x35+1x50mm2	1,00 m	36,40	36,40
	3% Costes indirectos			1,16
4.9	ud Cuadro general de mandos y protección de obra para una potencia máxima de 75 kW. compuesto por armario metálico con revestimiento de poliéster, de 90x60 cm., índice de protección IP 559, con cerradura, interruptor automático magnetotérmico más diferencial de 225A., un interruptor automático magnetotérmico de 200 A., y 3 interruptores automáticos magnetotérmicos, uno trifásico de 100 A., otro monofásico de 50A y otro de 16A incluyendo cableado, rótulos de identificación de circuitos, bornas de salida y p.p. de conexión a tierra, para una resistencia no superior de 80 Ohmios, totalmente instalado. (amortizable en 4 obras). (Mano de obra)			39,87
	Oficial 1ª Electricista	0,80 h.	11,44	9,15
	(Materiales)			
	Interruptor magnetotérmico 16A	1,00 ud	45,00	45,00
	Armario eléctrico 1000x600x250	1,00 ud	318,00	318,00
	Diferencial 225A/4P/300mA tipo AC	1,00 ud	200,00	200,00
	Interruptor magnetotérmico 100A	1,00 ud	140,00	140,00
	Interruptor magnetotermico 50A	1,00 ud	50,00	50,00
	3% Costes indirectos			22,86
4.10	m Circuito eléctrico formado por 4 conductores individuales tipo H07V-K(AS) tres de fase y un neutro de 35 mm2 de sección fabricados con cobre electrolítico con material conductor XLPE, (Mano de obra)			785,01
	Oficial 1ª Electricista	0,10 h.	11,44	1,14
	Oficial 2ª Electricista	0,10 h.	11,15	1,12
	(Materiales)			
	Tubo de PVC rígido	4,00 m	1,40	5,60

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe			
		Parcial (Euros)	Total (Euros)		
	Uniones ,accesorios y abrazaderas	0,40 ud	1,20	0,48	
	Conductor HO7V- (AS) DE 35mm2	5,00 m	1,90	9,50	
	p.p. cajas de registro y regletas de conexión	0,20 ud	1,40	0,28	
	3% Costes indirectos			0,54	
4.11	m Circuito electrico formado por conductores de cobre aislados,tipo HO7V-KS de 4mm2 de seccion (Mano de obra)				18,66
	Oficial 1ª Electricista	0,10 h.	11,44	1,14	
	Oficial 2ª Electricista	0,10 h.	11,15	1,12	
	(Materiales)				
	Conductor H07V-K (AS) DE 4mm2 de seccion	6,00 m	2,08	12,48	
	Tubo rigido de PVC	5,00 m	1,40	7,00	
	p.p. cajas de registro y regletas de conexión	0,20 ud	1,40	0,28	
	p.. uniones y abrazaderas	0,40 ud	1,20	0,48	
	3% Costes indirectos			0,68	
4.12	Circuito eléctrico formado por dos conductores tio H07V-K(AS) de 1.5mm2 (Mano de obra)				23,18
	Oficial 1ª Electricista	0,10 h.	11,44	1,14	
	Oficial 2ª Electricista	0,10 h.	11,15	1,12	
	(Materiales)				
	p.p. cajas de registro y regletas de conexión	0,20 ud	1,40	0,28	
	p.p uniones accesorios y abrazaderas	0,40 u	1,20	0,48	
	Tubo de PVC rigido	4,00 m	1,40	5,60	
	Conductor tipo H07V-K(AS) DE 1,5mm2	5,00 m	1,80	9,00	
	3% Costes indirectos			0,53	
4.13	ud Bateria automática de condensadores de 10kVAr de capacidad. Completamente instalada (Medios auxiliares)				18,15
	Bateria automática de condensadores de 10kVAr de capacidad. Completamente instalada	1,00 ud	700,00	700,00	

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
	3% Costes indirectos	21,00	
			721,00
5.1	5 Plantación		
	Ha Estercolado de fondo, con aportación de 115t/ha de estiercol ovino bien hecho, extendido con medios mecánicos (Mano de obra)		
	Peón- Agrícola	2,00 h. 6,80	13,60
	(Maquinaria)		
	Remolque estercolador	2,00 h 3,60	7,20
	Tractor agrícola	2,00 h 30,00	60,00
	(Materiales)		
Estiércol tratado	151,00 T 9,90	1.494,90	
	3% Costes indirectos		47,27
			1.622,97
5.2	Ha Labor de desfonde (Mano de obra)		
	Peón- Agrícola	3,00 h. 6,80	20,40
	(Maquinaria)		
	Tractor agrícola	3,00 h 30,00	90,00
	Arado de desfonde monosurco	3,00 h 3,80	11,40
	3% Costes indirectos		3,65
			125,45
5.3	Ha Laboreo mecánico , comprendiendo dos pases de cultivador ligero (Mano de obra)		
	Peón especializado	2,00 h. 10,32	20,64
	(Maquinaria)		
	Tractor con cultivador	2,00 h 20,00	40,00
	3% Costes indirectos		1,82
			62,46
5.4	Ha Unidad de replanteo por hectarea con equipo topográfico , con estación total,jalones ,cuerdas y medios auxiliares. (Mano de obra)		
	Topografo	0,70 h 30,00	21,00
	3% Costes indirectos		0,63

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
5.5	ud Revisión de los plantones y almacenamiento a su llegada a la explotación en zanjas de 50-60cm de profundidad, colocadas en una zona sombreada, ventilada y con buena humedad, recubriéndose sus raíces con tierra o arena húmeda, hasta el momento de la plantación. (Mano de obra)		21,63
	Peón- Agrícola	0,00 h. 6,80	0,00
5.6	ud Almendro variedad Penta injertada sobre Rootpac 40, material certificado. (Medios auxiliares)		0,01
	Almendro variedad Penta injertada sobre Rootpac 40, material certificado.	1,00 ud 6,57	6,57
	3% Costes indirectos		0,20
5.7	ud Almendro variedad Vialfas injertado sobre Rootpac 40 , material certificado (Medios auxiliares)		6,77
	Almendro variedad Vialfas injertado sobre Rootpac 40 , material certificado	1,00 ud 6,57	6,57
	3% Costes indirectos		0,20
5.8	ha Plantación con arado plantador y tractor, distancia entre plantones de 5m, anchura entre líneas de árboles de 6m. (Mano de obra)		6,77
	Peón especializado	3,50 h. 10,32	36,12
	(Maquinaria)		
	Tractor con arado	3,50 h 30,00	105,00
	3% Costes indirectos		4,23
5.9	ud Suministro y colocacion de tubo protector de polipropeno extruido, resistente a los rayos UV de 60cm de altura. (Mano de obra)		145,35
	Oficial 1ª Jardinero	0,02 h. 12,68	0,25
	Peón- Agrícola	0,02 h. 6,80	0,14
	(Materiales)		
	Tubo protector polipropileno	1,00 ud 0,73	0,73
	3% Costes indirectos		0,03
			1,15

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
	3% Costes indirectos	84,94	
6.3	ud Equipo de poda neumático arrastrado (Medios auxiliares)		2.916,20
	Equipo de poda neumático arrastrado 1,00 ud 1.452,00	1.452,00	
	3% Costes indirectos	43,56	
6.4	ud Trituradora-desbrozadora (Medios auxiliares)		1.495,56
	Trituradora-desbrozadora 1,00 ud 1.044,47	1.044,47	
	3% Costes indirectos	31,33	
6.5	ud Cultivador ligero de 11 brazos repartidos en dos filas, equipado con rastra de púas que permitirá igualar el suelo. Cuenta con una anchura y profundidad de trabajo de 3 m y 15-25 cm, respectivamente. (Medios auxiliares)		1.075,80
	Cultivador ligero de 11 brazos repartidos en dos filas, equipado con rastra de púas que permitirá igualar el suelo. Cuenta con una anchura y profundidad de trabajo de 3 m y 15-25 cm, respectivamente. 1,00 ud 2.010,00	2.010,00	
	3% Costes indirectos	60,30	
7.1	7 Seguridad y salud ud Presupuesto de seguridad y salud según lo indicado en el anejo XIII, estudio de seguridad y salud. Presupuesto de ejecución material(PEM) (Medios auxiliares)		2.070,30
	Presupuesto de seguridad y salud según lo indicado en el anejo XIII, estudio de seguridad y salud. Presupuesto de ejecución material(PEM) 1,00 ud 2.248,82	2.248,82	
	3% Costes indirectos	67,46	
8.1	8 Residuos de construcción ud Presupuesto de la gestión de residuos de construcción y demolición de obra (Medios auxiliares)		2.316,28
	Presupuesto de la gestión de residuos de construcción y demolición de obra 1,00 ud 300,00	300,00	

Cuadro de precios nº 2			
Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
	3% Costes indirectos	9,00	
			309,00

Presupuesto parcial nº 1 Caseta de riego

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
1.1	M2	DESBR.Y LIMP.TERRENO A MÁQUINA				
			Total m2 :	54,00	0,45	24,30
1.2	M3	EXC.VAC.ROCA BLAN.C/MART.ROMP				
			Total m3 :	75,60	12,32	931,39
1.3	M2	ENCOF. MAD. LOSAS CIMENTACIÓN				
			Total m2 :	40,00	6,31	252,40
1.4	M2	ENCACHADO PIEDRA 40/80 e=20cm				
			Total m2 :	8,00	4,37	34,96
1.5	M3	Hormigón armado HA-25/P/20/I, elaborado en central, en relleno de losa de cimentación,incluso armadura(100kg/m3), vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según normas NTE-EA, CTE-DB-SE-A				
			Total M3 :	48,00	196,89	9.450,72
1.6	Kg	Acero S275,en perfiles, perfil IPN-100,unidos mediante soldadura y con capa de pintura y protección.				
			Total kg :	62,40	3,30	205,92
1.7	Kg	Acero S275,en perfiles, perfil IPN-140,unidos mediante soldadura y con capa de pintura y protección.				
			Total kg :	374,00	3,40	1.271,60
1.8	M2	FÁB.BLOQ.HORM.BLAN.40x20x15 C/V				
			Total m2 :	63,05	26,69	1.682,80
1.9	M2	CUB.PANEL CH.PRELAC.+POL.EXP. 40				
			Total m2 :	1,00	25,87	25,87
1.10	M2	VENT.AL.NA. PRACTICABLES 2 HOJAS				
			Total m2 :	1,50	91,66	137,49
1.11	M2	VIDRIO IMP.INCOL.6/7 IMPRESO 200				
			Total m2 :	1,50	68,32	102,48
1.12	Ud	Puerta corredera de chapa galvanizada				
			Total Ud :	1,00	120,26	120,26
Total Presupuesto parcial nº 1 Caseta de riego :					14.240,19	

P

Presupuesto parcial nº 2 Cabezal de riego

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
2.1	Ud	FTRO.A.RDTO.30m3/h/m2-33m3/h 5V			
		Total ud :	2,00	3.861,83	7.723,66
2.2	Ud	Válvula de compuerta de fundición de PN 16 de 200 mm de diametro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, completamente instalada			
		Total ud :	2,00	499,24	998,48
2.3	Ud	VÁLVULA RETENCIÓN DE 4" 100 mm.			
		Total ud :	1,00	6,00	6,00
2.4	Ud	Suministro e instalaciónn del filtro de latón de malla de acero D=3" posición de trabajo inclinada con purga, i/elementos de fijación instalado.			
		Total ud :	1,00	374,70	374,70
2.5	Ud	Contador Woltman de 50mm,conectado al ramal de salida de los depósitos de fertilizante, incluida instalación de 2 válvulas de corte de esfera de 50mm, valvula de retención y demas material auxiliar, montado y funcionando			
		Total ud :	1,00	443,58	443,58
2.6	Ud	VENTOSA/PURGADOR AUTOM. D=100mm			
		Total ud :	1,00	823,29	823,29
2.7	Ud	Suministro e instalación de tanque de abonado, de poliéster y fibra de vidrio, para abonos líquidos , para distribuir por medio de redes de riego, instalado.			
		Total ud :	3,00	558,34	1.675,02
2.8	Ud	Suministro e instalación de inyector de fertilizante, compuesto por electrobomba centrífuga de 1/4 CV y depósito de expansión de membrana de 25l de capacidad, montaje monobloc i/cuadro de maniobra compuesto por armario metálico intemperie conteniendo interruptores, diferencial, magnetotérmico y de maniobra , contactor y demás elementos necesarios, según REBT i/recibido, instalado.			
		Total ud :	1,00	695,13	695,13
2.9	Ud	PROGRAMAR ELECTRÓNICO 12 EST.			
		Total ud :	1,00	379,27	379,27
Total Presupuesto parcial nº 2 Cabezal de riego :					13.119,13

Presupuesto parcial nº 3 Instalación de riego

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
3.1	M3	EXC.ZANJA A MÁQUINA T. FLOJOS				
			Total m3 :	4.669,00	6,34	29.601,46
3.2	M3	Relleno,extendido y compactado de tierras propias en zanjas, por medios mecánicos.				
			Total m3 :	4.669,00	12,83	59.903,27
3.3	M	Tubería de PVC de unión encolada para instalación enterrada de riego, para una presión nominal de 6kg/cm2 de 200mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes y parte proporcional de elementos de unión sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja.				
			Total m :	788,00	19,38	15.271,44
3.4	M	Tubería de PVC de unión encolada para instalación enterrada de riego, para una presión nominal de 6kg/cm2 de 110mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes y parte proporcional de elementos de unión sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja.				
			Total m :	2.818,00	11,14	31.392,52
3.5	Ud	Electroválvula de PVC para una tensión de 24V con apertura manual y regulación de caudal, completamente instalada.				
			Total ud :	6,00	63,85	383,10
3.6	M	Línea eléctrica de cobre de 7 x 1,5mm ² , aislamiento 2 kV para alimentación de electroválvulas instalada en zanja y cintada a la tubería de riego.				
			Total m :	788,00	18,95	14.932,60
3.7	M	Tubería de PVC de unión encolada para instalación enterrada de riego, para una presión nominal de 6kg/cm2 de 90 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes y parte proporcional de elementos de unión sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja.				
			Total M :	1.063,00	5,48	5.825,24
3.8	Ud	Válvula metálica reguladora de presión, con manómetro incorporado de 1" colocada en redes de riego, completamente, instalada.				
			Total ud :	6,00	124,71	748,26
3.9	Ud	ARQUETA PLÁST.1 ELECTROV.C/TAPA				
			Total ud :	6,00	10,37	62,22
3.10	Ud	Gotero de pinchar autocompensante de 2 litros/hora,colocado sobre tubería.				
			Total ud :	65.000,00	0,30	19.500,00
3.11	M	Instalación de ramales portagoteros, realizado con una tubería de polietileno de baja densidad de 16mm de diámetro, así como conexión a la tubería general de alimentación del sector de riego, incluso piezas pequeñas de níón, sin incluir tubería general de alimentación ni los automatismos y controles.				
			Total m :	164.017,00	0,32	52.485,44
Total Presupuesto parcial nº 3 Instalación de riego :					230.105,55	

Presupuesto parcial nº 4 Instalación eléctrica

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
4.1	Ud	REGLETA DE SUPERFICIE 2x36 W.			
		Total ud :	1,00	58,29	58,29
4.2	Ud	Transformador trifásico			
		Total ud :	1,00	6.527,03	6.527,03
4.3	Ud	Alumbrado interior			
		Total ud :	1,00	13,39	13,39
4.4	Ud	Gastos administrativos , de tramitación de la instalación de baja tensión			
		Total ud :	1,00	111,24	111,24
4.5	Ud	Inspección por un organismo de control autorizado (O.C.A),por un potencia instalada superior a 25kW en local húmedo según REBT, ITC-BT-0,5 (precio por kw)			
		Total Ud :	75,00	9,60	720,00
4.6	M.	RED TOMA DE TIERRA ESTRUCTURA			
		Total m. :	20,00	9,19	183,80
4.7	M	Linea general de alimentación formada por cable tipo RZ1-K conformado por 4 conductores, tres de fase de aluminio de 35 mm2 y un neutro fiador de almelec de 50 mm2			
		Total M :	4,00	8,76	35,04
4.8	M	Derivación individual enterrada de trifásica formada por multiconductores de cobre aislados RZ-1K 3X35 + 1X 50mm2 para una tensión nominal de 0,6/1V, no propagadores de incendios , totalmente instalado			
		Total m :	4,00	39,87	159,48
4.9	Ud	CUADRO GENERAL Pmáx= 75 kW.			
		Total ud :	1,00	785,01	785,01
4.10	M	Circuito eléctrico formado por 4 conductores individuales tipo H07V-K(AS) tres de fase y un neutro de 35 mm2 de sección fabricados con cobre electrolítico con material conductor XLPE,			
		Total m :	20,00	18,66	373,20
4.11	M	Circuito electrico formado por conductores de cobre aislados,tipo HO7V-KS de 4mm2 de seccion			
		Total m :	18,00	23,18	417,24
4.12		Circuito eléctrico formado por dos conductores tío H07V-K(AS) de 1.5mm2			
		Total :	15,00	18,15	272,25
4.13	Ud	Bateria automática de condensadores de 10kVAR de capacidad. Completamente instalada			
		Total ud :	1,00	721,00	721,00
Total Presupuesto parcial nº 4 Instalación eléctrica :					10.376,97

Presupuesto parcial nº 5 Plantación

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
5.1	Ha	Estercolado de fondo, con aportación de 115t/ha de estiércol ovino bien hecho, extendido con medios mecánicos			
		Total Ha :	46,30	1.622,97	75.143,51
5.2	Ha	Labor de desfonde			
		Total Ha :	46,30	125,45	5.808,34
5.3	Ha	Laboreo mecánico , comprendiendo dos pases de cultivador ligero			
		Total Ha :	46,30	62,46	2.891,90
5.4	Ha	Unidad de replanteo por hectarea con equipo topográfico , con estación total,jalones ,cuerdas y medios auxiliares.			
		Total Ha :	46,30	21,63	1.001,47
5.5	Ud	Revisión de los plántones y almacenamiento a su llegada a la explotación en zanjas de 50-60cm de profundidad, colocadas en una zona sombreada, ventilada y con buena humedad, recubriéndose sus raíces con tierra o arena húmeda, hasta el momento de la plantación.			
		Total ud :	1,00	0,01	0,01
5.6	Ud	Almendro variedad Penta injertada sobre Rootpac 40, material certificado.			
		Total ud :	9.400,00	6,77	63.638,00
5.7	Ud	Almendro variedad Vialfas injertado sobre Rootpac 40 , material certificado			
		Total ud :	6.866,00	6,77	46.482,82
5.8	Ha	Plantación con arado plantador y tractor, distancia entre plántones de 5m, anchura entre líneas de árboles de 6m.			
		Total ha :	46,30	145,35	6.729,71
5.9	Ud	Suministro y colocacion de tubo protector de polipropeno extruido, resistente a los rayos UV de 60cm de altura.			
		Total ud :	16.280,00	1,15	18.722,00
5.10	Ud	Entutorado de plantas jóvenes con tutor a 1,50m de altura,hincado 40cm en el terreno y atado con aros.			
		Total ud :	16.280,00	0,57	9.279,60
5.11	Ha	Revisión general de las plantas, colocando correctamente las que se hallen en mala posición.			
		Total ha :	46,30	29,42	1.362,15
5.12	Ha	Poda de plantación, rebajando los plántones a una altura de 1,10m			
		Total Ha :	46,30	44,00	2.037,20
Total Presupuesto parcial nº 5 Plantación :					233.096,71

Presupuesto parcial nº 6 Maquinaria y equipos

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
6.1	Ud	Atomizador neumático arrasado que incorpora un depósito de 2000 L de capacidad, una bomba que impulsa el líquido y un conjunto de boquillas que generan las gotas.			
		Total ud :	1,00	4.532,62	4.532,62
6.2	Ud	Pulverizador hidráulico de 800 l de capacidad para realizar el tratamiento herbicida de las líneas de cultivo. Consta de una barra telescópica, a cada lado del tractor, con unas boquillas pulverizadores en los extremos.			
		Total ud :	1,00	2.916,20	2.916,20
6.3	Ud	Equipo de poda neumático arrastrado			
		Total ud :	1,00	1.495,56	1.495,56
6.4	Ud	Trituradora-desbrozadora			
		Total ud :	1,00	1.075,80	1.075,80
6.5	Ud	Cultivador ligero de 11 brazos repartidos en dos filas, equipado con rastra de púas que permitirá igualar el suelo. Cuenta con una anchura y profundidad de trabajo de 3 m y 15-25 cm, respectivamente.			
		Total ud :	1,00	2.070,30	2.070,30
Total Presupuesto parcial nº 6 Maquinaria y equipos :					12.090,48

Presupuesto parcial nº 7 Seguridad y salud

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
7.1	Ud	Presupuesto de seguridad y salud según lo indicado en el anejo XIII, estudio de seguridad y salud. Presupuesto de ejecución material(PEM)			
		Total ud :	1,00	2.316,28	2.316,28
Total Presupuesto parcial nº 7 Seguridad y salud :					2.316,28

Presupuesto parcial nº 8 Residuos de construcción

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
8.1	Ud	Presupuesto de la gestión de residuos de construcción y demolición de obra			
			Total ud :	1,00	309,00
					309,00
			Total Presupuesto parcial nº 8 Residuos de construcción :		309,00

4. Presupuesto general y resumen de presupuestos

Capítulo		Importe (€)
1 Caseta de riego		14.240,19
2 Cabezal de riego		13.119,13
3 Instalación de riego		230.105,55
4 Instalación eléctrica		10.376,97
5 Plantación		233.096,71
6 Maquinaria y equipos		12.090,48
7 Seguridad y salud		2.316,28
8 Maquinaria y equipos		309,00
Presupuesto de ejecución material (PEM)		515.654,31
13% de gastos generales		67.035,06
6% de beneficio industrial		30.939,26
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)		613.628,63
21% IVA		128.862,01
Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)		742.490,64
Honorarios		
Proyecto	2% s/ PEM	10.313,09
21% IVA		2.165,75
	TOTAL HONORARIOS PROYECTO	12478,84
Dirección de obra	2% s/ PEM	10.313,09
21% IVA		2.165,75
	TOTAL HONORARIOS DIRECCIÓN	12478,84
Estudio de seguridad y salud	1% s/ PEM	5.156,54
21% IVA		1.082,87
Coordinación de seguridad y salud	1% s/ PEM	5.156,54
21% IVA		1.082,87
	TOTAL HONORARIOS ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	12478,84
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	779927.16

Asciende el presupuesto general con IVA a la expresada cantidad de SETECIENTOS SETENTA Y NUEVE MIL NOVECIENTOS VEINTISIETE EUROS CON DIECISEIS CÉNTIMOS.

Palencia, Junio de 2020

Fdo.: Alfonso Gómez Nieto

Grado en Ingeniería Agrícola del Medio Rural