



---

**Universidad de Valladolid**  
**Campus de Palencia**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

**Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural**

Proyecto de plantación de 34,2 ha de  
almendro en superintensivo y con riego  
deficitario en el término municipal de Granja  
de Moreruela (Zamora)

José Rodríguez Fernández

Jesús Celada Caminero  
Juan José Mazón Nieto de Cossío

Junio de 2018

# **DOCUMENTO 1. MEMORIA**

## ÍNDICE

1.	Objeto del proyecto.....	5
1.1.	Naturaleza de la transformación .....	5
1.2.	Emplazamiento.....	5
1.3.	Extensión.....	6
1.4.	Agentes .....	6
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 .....	7
3.2.	Condicionantes del proyecto.....	7
3.2.1.	Condicionantes internos .....	7
3.2.2.	Condicionantes externos .....	10
3.3.	Situación actual .....	11
4.	Estudio de alternativas .....	11
4.1.	Identificación de alternativas.....	11
4.2.	Restricciones impuestas por los condicionantes.....	12
4.3.	Evaluación de alternativas .....	12
4.3.1.	Especie.....	12
4.3.2.	Variedad .....	12
4.3.3.	Patrón.....	13
4.3.4.	Diseño de la plantación .....	13

4.3.5.	Sistema de poda de formación .....	14
4.3.6.	Sistema de riego.....	14
4.3.7.	Sistema de mantenimiento del suelo .....	14
4.3.8.	Sistema de recolección.....	14
5.	Ingeniería del proyecto .....	15
5.1.	Ingeniería del proceso .....	15
5.1.1.	Plantación.....	15
5.1.2.	Poda .....	16
5.1.3.	Diseño agronómico del riego .....	16
5.1.4.	Fertilización .....	17
5.1.5.	Mantenimiento del suelo .....	17
5.1.6.	Polinización .....	18
5.1.7.	Protección fitosanitaria .....	18
5.1.8.	Recolección .....	18
5.1.9.	Maquinaria, equipos y mano de obra.....	19
5.2.	Ingeniería de las obras .....	19
5.2.1.	Caseta de riego .....	19
5.2.2.	Instalación de riego .....	19
5.2.3.	Instalación eléctrica .....	22
6.	Programa de ejecución y puesta en marcha del proyecto.....	25
7.	Normas para la explotación del proyecto .....	25
7.1.	Productos fitosanitarios .....	25
7.2.	Productos fertilizantes .....	25
7.3.	Maquinaria y equipos.....	26
8.	Evaluación ambiental.....	26
9.	Evaluación económica del proyecto.....	26

10. Resumen del presupuesto .....	28
-----------------------------------	----

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro resumen de temperaturas mensuales (°C) .....	7
Tabla 2. Características físico-químicas del suelo .....	9
Tabla 3. Resultado análisis agua de riego .....	10
Tabla 4. Resumen del diseño agronómico del riego .....	16
Tabla 5. Necesidades mensuales de fertilizante (l/ha).....	17
Tabla 6. Resumen de necesidades de tuberías.....	20
Tabla 7. Resumen del presupuesto.....	28

## 1. Objeto del proyecto

### 1.1. Naturaleza de la transformación

El proyecto tiene como objetivo establecer una plantación de 34,2 ha de almendros en regadío en el término municipal de Granja de Moreruela (Zamora).

Las variedades elegidas presentan una época de floración muy tardía para poder eludir las posibles heladas primaverales de la zona. El sistema de formación de los árboles va a ser el de formación libre, con un tutor que ejercerá como estructura de apoyo y guía en los primeros años de crecimiento del árbol. Se ha elegido este sistema de formación para optimizar las operaciones de mecanizado y reducir así, las intervenciones manuales a lo estrictamente necesario. De esta manera, se va a mecanizar tanto la poda como la recolección, salvo pequeñas intervenciones de poda manual cada cierto tiempo.

La plantación contará con un sistema de riego por goteo que permitirá cubrir la demanda de agua en cada momento del año. Además se va a realizar un riego deficitario controlado, lo que va a permitir una reducción considerable del consumo de agua, sin perjudicar la producción. También se construirá una caseta para albergar todo el sistema de riego y los depósitos de fertirrigación.

### 1.2. Emplazamiento

La finca objeto del proyecto está ubicada en el término municipal de Granja de Moreruela (Zamora), en la comarca de Tierra de Campos y en el paraje de "Las Manseras". Sus coordenadas geográficas son las siguientes:

- Latitud: 41° 48´ N.
- Longitud: 05° 44´ O.
- Altitud: 711 m.

La finca se encuentra en el polígono 1, parcelas, 76, 10077, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84.

El acceso a la finca se realiza a través del Camino del Monte de Santovenia, que va paralelo a la N-630. Por lo tanto el acceso a la finca será muy sencillo: Saliendo del casco urbano de Granja de Moreruela, por la N-630 y en dirección norte, se tomará el primer camino que sale a la derecha o Camino de Valdelalibre y, acto seguido, se tomará el primer camino que sale a la izquierda o Camino del Monte de Santovenia, quedando al margen derecho la plantación. La entrada a la finca se encuentra a 400 metros del cruce entre el Camino del Monte de Santovenia y el Camino de Valdelalibre.

### 1.3. Extensión

La finca objeto del proyecto cuenta con una extensión total de 34,2 ha, de las cuales 31,9 ha estarán destinadas al cultivo del almendro y, las 2,3 ha restantes estarán dedicadas a caminos de servicio, accesos y caseta de riego.

### 1.4. Agentes

- Promotor: José Rodríguez Fernández
- Proyectista: José Rodríguez Fernández, estudiante de Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural en la Universidad de Valladolid.

## 2. Antecedentes

### 2.1. Motivación

El proyecto se realiza como requisito 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 que permitan garantizar la viabilidad del mismo. Estos estudios se han realizado en el Anejo I. Condicionantes, siendo los siguientes:

- Estudio climatológico de la zona de ubicación del proyecto
- Estudio edafológico de la finca objeto del proyecto
- Análisis de agua de riego proveniente de una perforación sita en la finca de la plantación.
- Estudio de comercialización de la almendra.

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

## 3. Bases del proyecto

### 3.1. Directrices

#### 3.1.1. Finalidad

El objetivo principal del proyecto es aumentar la rentabilidad de la finca objeto del proyecto mediante una plantación de almendros, ya que, en la actualidad, presenta escasa rentabilidad. Se considera que el alto precio que cotiza la almendra y el déficit que existe a nivel mundial, va a mantener unos precios interesantes en el medio plazo,

a lo que, si sumamos el fácil manejo y el rápido retorno de la inversión en los sistemas superintensivos, convierten al cultivo del almendro en una alternativa económica de lo más interesante.

### 3.1.2. Condicionantes del promotor

El promotor desea establecer un cultivo frutal que tenga un fácil manejo y una elevada rentabilidad. Por este motivo, se considera el almendro una alternativa posible, dentro de este marco, ya que conlleva un fácil manejo, elevada mecanización y un precio de la almendra elevado.

## 3.2. Condicionantes del proyecto

### 3.2.1. Condicionantes internos

#### 3.2.1.1. Clima

Para la realización del estudio climatológico se han empleado datos procedentes de dos observatorios próximos y de características similares a lugar de ubicación del proyecto, siendo: Pajares de la Lampreana (Zamora) para precipitaciones y Benavente (Zamora) para temperatura, viento y radiación.

- Elementos climáticos térmicos

En la Tabla 1 se muestra el resumen de las temperaturas mensuales de la zona.

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

°C	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOM	DIC	Anual
Ta	17,6	19,8	24	28,8	34,5	37,7	37,7	38,4	33,6	30	21,4	16	38,4
T'a	15	17	20,9	25	29,7	34,3	35,5	35,3	31	24,7	18,7	14,8	25,2
T	8,2	11,1	14,7	16,6	21,2	27	29,2	29	25	18,5	12,1	8,6	18,4
tm	4,1	5,3	8,6	10,7	14,7	19,6	21,4	21,3	17,9	12,9	7,3	4,4	12,3
t	0	-0,5	2,5	4,7	8,2	12,1	13,6	13,4	10,8	7,2	2,4	0	6,2
t'a	-5,7	-5,5	-3,6	-0,4	2,4	6,3	8,9	8,9	6	0,8	-3,3	-5,9	0,8
ta	-7,4	-9,5	-9,1	-2,9	-1	4,2	6,9	7	4,3	-0,7	-6,6	-11,2	-11,2

El factor condicionante más limitante para el cultivo del almendro en la zona objeto del proyecto son las heladas primaverales, ya que en la zona son frecuentes hasta primeros de abril, por lo que no se consideran apropiadas las variedades que florezcan antes de esta época. La época de floración de las variedades de floración extratardía 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 la cantidad total de precipitación y su distribución a lo largo del año resulta esencial para saber si es necesaria la instalación de un sistema de riego con el fin de satisfacer las necesidades totales del árbol para garantizar una producción adecuada.

La precipitación anual es de 430,3 mm con una distribución desigual a lo largo del año, concentrándose en los meses de otoño y primavera. Por lo tanto, debido a la baja cantidad de precipitación y a su irregularidad, se hace inevitable instalar un sistema de riego.

- Elementos climáticos secundarios

Las intensidades y frecuencia de los vientos registrados en la zona no suponen problemas para ningún cultivo frutal, debido a su reducida intensidad.

El granizo suele ser uno de los problemas más temidos en las plantaciones frutales, ya que suele ocurrir en los meses de verano que es cuando el árbol tiene expuesta toda la producción. No obstante, ni la intensidad, ni la frecuencia de tormentas de granizo en la zona hace necesario instalar un sistema de protección contra el granizo. Simplemente bastará con un sistema de protección indirecto, como el seguro agrario. El resto de elementos secundarios no van a plantear problemas.

- Conclusión

El cultivo del almendro es una alternativa viable en la zona, siempre y cuando se utilicen variedades de floración extratardía y en régimen de regadío, para optimizar tanto la producción como la calidad del producto final.

### 3.2.1.2. Suelo

En la Tabla 2 se muestran los resultados del análisis edafológico efectuado en la finca objeto del proyecto.

**Tabla 2. Características físico-químicas del suelo**

<b>CARACTERÍSTICAS DEL SUELO</b>			
<b>PARÁMETROS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>VALORACIÓN</b>
<b>Profundidad libre</b>	2,00 m	Calicata	Sin problemas
<b>Arena</b>	59,60%	ISSS	Alto
<b>Limo</b>	16,15%	ISSS	Bajo
<b>Arcilla</b>	24,25%	ISSS	Normal
<b>Textura</b>		ISSS	Franco arcillo arenosa
<b>Estructura</b>			Terrosa
<b>pH</b>	6,85	01:02,5	Neutro
<b>Carbonatos</b>	1,2	Calcímetro	Muy bajo
<b>Caliza activa</b>	0	Calcímetro	Muy bajo
<b>Conductividad E.</b>	0,11 mmhos/cm	01:02,5	No salino
<b>Materia orgánica</b>	1,25%	Walkey-Black	Baja
<b>Fósforo</b>	14,65 ppm	Olsen	Normal
<b>Potasio</b>	140,57 ppm	Emisión atómica	Normal
<b>Calcio</b>	10,39 meq/100g	Absorción atómica	Normal
<b>Magnesio</b>	2,15 meq/100g	Absorción atómica	Normal
<b>Sodio</b>	0,20 meq/100g	Emisión atómica	Muy bajo

El suelo de la parcela objeto del proyecto presenta unas características físico-químicas adecuadas para el cultivo del almendro. Sin embargo, es necesario utilizar patrones con buena resistencia a la asfixia radicular, ya que se trata de un suelo con una textura más fina de lo ideal y, también será necesario realizar una enmienda orgánica con el fin de elevar el contenido de materia orgánica del suelo y acercarlo, en la medida de lo posible, a valores próximos al 2%.

### 3.2.1.3. Agua de riego

El agua de riego que se va a emplear para la plantación procede de un sondeo localizado en la misma finca. Los resultados de los análisis del agua de riego se muestran en la Tabla 3.

**Tabla 3. Resultado análisis agua de riego**

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>
CE	0,686 mmhos/cm
pH	7,3
Bicarbonatos	2,27 meq/l
Carbonatos	0,20 meq/l
Cloruros	2,79 meq/l
Sulfatos	1,6 meq/l
Nitratos	0,18 meq/l
Nitritos	0,002 meq/l
Magnesio	1,25 meq/l
Calcio	4,6 meq/l
Sodio	1,01 meq/l
Potasio	0,16 meq/l
RAS	0,59
Clasificación	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>

El agua no va a suponer ningún tipo de problema a la hora de su empleo dentro de la plantación, ya sea para riego o para cualquier otro uso que se precise.

El agua presenta una adecuada calidad para el riego, pero debido a niveles ligeros de salinidad, se debe vigilar el riego y, en caso de que fuera necesario, se deberán aplicar volúmenes mayores de agua durante el riego con el fin de lavar el perfil.

### **3.2.2. Condicionantes externos**

#### **3.2.2.1. Comercialización**

A día de hoy, parece ser que se dan las condiciones idóneas para el inicio de nuevas plantaciones de almendro, las cuales, en los siguientes años seguirán teniendo un precio elevado, y aunque se vea resentido en los sucesivos, aún quedará margen de beneficios y se podría decir que durante toda la vida útil de la explotación, ya que al tratarse de un sistema superintensivo se acorta la vida útil, aprovechándose con más efectividad los altos precios a los que se encuentra este mercado.

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 las cooperativas y almacenistas.

### 3.2.2.2. Materias primas

La zona donde se va a ubicar el proyecto es eminentemente agrícola, por lo que no se van a producir problemas de acopio de materias primas, tales como fertilizantes y fitosanitarios.

Además existen talleres que se dedican a la reparación y venta de maquinaria agrícola, que van a garantizar una rápida asistencia en los períodos más críticos del año, en caso de que fuera necesario.

### 3.3. Situación actual

La finca es propiedad del promotor, que la tiene arrendada a un agricultor de la zona. El precio del alquiler de la tierra es de 280 €/ha, 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 250 €/ha y año.

El arrendatario dedica la finca a cultivo de maíz, girasol y guisante, estableciendo una rotación trianual entre ambos cultivos para cumplir el greening exigido por la PAC.

El contrato de arrendamiento concluye a finales de agosto del año 2018, 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 8.550 €/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

El objeto es establecer todas las alternativas posibles para la ejecución del proyecto. Para su estudio se consideran las siguientes alternativas:

- Especie
- Variedad
- Patrón
- Diseño de la 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.

El suelo y el agua de riego son de una calidad adecuada, por lo que con un apropiado manejo no va a plantear restricciones importantes para la elección de las alternativas.

También se va a tener en cuenta el condicionante económico, ya que es objeto del promotor obtener el máximo beneficio económico, respetando unas normas medioambientales y de calidad y seguridad alimentaria. Se considera que el alto precio al que cotiza la almendra y el fácil manejo para su producción y conservación, son unos factores económicos de gran relevancia que justifican la puesta en marcha del proyecto.

## 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 va a ser el almendro debido a que se adapta perfectamente a las características edafo-climáticas de la finca objeto del proyecto. Como bien se ha citado anteriormente, será indispensable elegir variedades de floración extratardía y bajo un sistema de riego, capaz de abastecer las necesidades hídricas del árbol a lo largo del año. Además, la alta rentabilidad del cultivo en la actualidad, hacen de esta alternativa una de las más interesantes del mercado.

### 4.3.2. Variedad

En la plantación se van a establecer dos variedades distintas que permitirán ampliar la variabilidad de la oferta al mercado, lo que reducirá los riesgos, otorgando 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 son aquellas que han presentado una mayor puntuación en el análisis multicriterio. En este caso, se va a cultivar como primera variedad "Vialfás", que ha obtenido 41,5 puntos y como segunda variedad, "Penta", con 40,5 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 más adecuado, para la plantación superintensiva que se desea implantar en el municipio de Granja de Moreruela, es el Rootpac-20, pues ha sido el que mayor puntuación ha obtenido en el análisis multicriterio.

Este patrón es ideal para el suelo donde se desea establecer la plantación, puesto que presenta una elevada tolerancia a la asfixia radicular, por lo que se compensa así la textura algo fina del terreno.

En cuanto a los factores agronómicos, presenta los deseables para una plantación de elevada densidad, ya que le otorga al árbol un vigor débil, es altamente productivo, afín a la variedad y da una buena homogeneidad a la plantación, lo que es muy favorable para el alto grado de mecanización que la plantación exige.

### **4.3.4. Diseño de la plantación**

#### **4.3.4.1. Disposición de plantación**

La disposición rectangular o en líneas es la más recomendable para una plantación de muy alta densidad con un alto nivel de mecanización. Esta disposición permite maximizar la ocupación del terreno, a la vez que se permite un paso adecuado con la maquinaria y se favorece la realización de tratamientos y labores sobre los árboles, ya que forman un seto continuo.

#### **4.3.4.2. Densidad y marco de plantación**

La alternativa más conveniente, en este caso, es la plantación superintensiva, ya que al incrementar la densidad, aumenta la capacidad de producción, al tiempo que se reducen los gastos de mano de obra, lo que económicamente se traduce en una disminución de los gastos y en un aumento de la rentabilidad de la plantación.

El marco de plantación va a ser aquel que permita un espacio en las calles adecuado para el paso de la maquinaria y suficiente para garantizar una adecuada iluminación sobre los árboles. Se considera que un marco de (4,0 m x 1,2 m) puede ser adecuado, ya que garantiza una alta densidad, superior a 1.700 árboles/hectárea, sin perjudicar el paso de maquinaria ni la iluminación de los árboles.

#### **4.3.4.3. Orientación de las filas**

Se decide que la orientación más adecuada es la que se corresponde con la parte más larga de la parcela, es decir, la orientación NNE-SSO, ya que garantiza una adecuada iluminación, a la vez que se optimiza el espacio y la ejecución de las labores.

#### **4.3.5. Sistema de poda de formación**

La alternativa con una mayor puntuación es la de formación libre, ya que es un sistema de poda de formación perfectamente adaptado a plantaciones de elevada densidad y reducido vigor, permite una rápida entrada en producción, a la vez que facilita el manejo del cultivo. Se trata de un sistema de formación libre, por lo que apenas se precisa de poda manual. Basta con realizar podas mecánicas para contener el crecimiento del árbol, reduciendo la anchura y altura del seto para mejorar la iluminación y facilitar la recolección.

#### **4.3.6. Sistema de riego**

La alternativa elegida es el riego por goteo, que 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 vegetal-herbicida. La combinación de cubierta vegetal en las calles y aplicación de herbicida en las líneas 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.

#### **4.3.8. Sistema de recolección**

El sistema de recolección elegido es mediante máquina cosechadora integral (vendimiadora), ya que debido al reducido marco de plantación sería imposible la recolección con cualquier otro método mecánico. Además, es el sistema de recolección más económico, dado que minimiza las necesidades de mano de obra y obtiene un elevado rendimiento de recolección.

Este sistema evita el contacto del fruto con el suelo durante la recolección, por lo que no deprecia su calidad.

## **5. Ingeniería del proyecto**

### **5.1. Ingeniería del proceso**

#### **5.1.1. Plantación**

El suelo de la parcela donde se pretende ubicar el proyecto, presenta un perfil bastante homogéneo en profundidad, por lo que se va a realizar una labor de desfonde que, a su vez, va a permitir la incorporación de la enmienda orgánica de estiércol de ovino bien hecho que se va a aplicar previamente, a razón de unas 60 t/ha. Esta labor se va a ejecutar durante el otoño, ya que el terreno se va a encontrar en unas condiciones de humedad adecuadas. Además, al quedar el terreno expuesto a las heladas invernales, se va a facilitar la disgregación de los terrones.

Posteriormente a la operación de desfonde, se realizarán una serie de labores complementarias a base de cultivador, que permitirán un afinamiento y nivelación del terreno.

Previamente a la plantación física de los árboles, se ha de solicitar al vivero con suficiente antelación la combinación variedad-patrón deseada, para que disponga el conjunto de árboles deseados: 33180 árboles de la variedad Penta y 33180 de la variedad Vialfás, ambos injertados sobre un patrón Rootpac-20.

Antes de la plantación se van a tener preparadas las tuberías principales y secundarias del sistema de riego, lo que permitirá dar el riego de plantación lo antes posible.

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 (4,0 x 1,2). El promotor se encargará de llevar los árboles a la finca mediante un tractor con remolque.

Una vez establecida la plantación y colocados los ramales portagoteros, se realizará un riego de plantación y, posteriormente, una revisión general de la colocación de los árboles.

La reposición de marras se realizará lo antes posible, a finales de mayo o principios de junio. Debido a que los árboles vienen con un pequeño cepellón, se espera una baja tasa de reposición de marras.



### 5.1.2. Poda

El sistema de poda de formación elegido en la plantación es el sistema libre, cuyo principal objetivo es la reducción de costes durante las operaciones de poda, ya que éstas se reducen al mínimo, mecanizándose lo máximo posible.

A partir del séptimo año se realizarán intervenciones de poda manual que permitirán eliminar ramas no deseadas y aclarar el interior del árbol, favoreciéndose la iluminación de los frutos.

### 5.1.3. Diseño agronómico del riego

En la plantación se va a utilizar el sistema de riego por goteo deficitario.

Debido a que las plantaciones superintensivas se manejan como un muro frutal, se va a colocar un gotero cada 0,5 m, por lo que, numéricamente, le corresponderán 2,4 goteros a cada árbol. En los planos se especifican los detalles del sistema de riego.

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**

			<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>
<b>Año 1 (25%)</b>	<b>Nt</b>	l/árbol*día	0,7	1,36	1,87	2,48	2,05	1,41	0,91
	<b>t</b>	h	0,29	0,34	0,78	1,04	0,85	0,59	0,38
<b>Año 2 (50%)</b>	<b>Nt</b>	l/árbol*día	1,4	2,72	3,74	4,96	4,09	2,81	1,82
	<b>t</b>	h	0,58	0,68	1,56	2,07	1,71	1,17	0,76
<b>Año 3 (75%)</b>	<b>Nt</b>	l/árbol*día	2,1	4,08	5,6	7,44	6,14	4,22	2,73
	<b>t</b>	h	0,87	1,02	2,33	3,11	2,56	1,76	1,14
<b>Año 4 (90%)</b>	<b>Nt</b>	l/árbol*día	2,53	4,9	6,72	8,93	7,36	5,06	3,26
	<b>t</b>	h	1,05	2,04	2,8	3,73	3,07	2,11	1,36
<b>Año 5 y sucesivos (100%)</b>	<b>Nt</b>	l/árbol*día	2,81	5,44	5,62	7,24	6,34	4,68	3,62
	<b>t</b>	h	1,17	2,27	2,34	3,02	2,64	1,95	1,51
<b>Año 5 sin riego deficitario</b>	<b>Nt</b>	l/árbol*día	2,81	5,44	7,47	9,92	8,18	5,62	3,62
	<b>t</b>	h	1,17	2,27	3,11	4,14	3,41	2,34	1,51

Siendo:

- Nt: Necesidades totales
- t: tiempo

### 5.1.4. Fertilización

Las necesidades nutritivas de los árboles estarán cubiertas durante los primeros dos años con los nutrientes presentes en el suelo y los procedentes de la enmienda orgánica realizada antes de la plantación.

A partir del tercer año se seguirá un programa de fertirrigación, empleando exclusivamente fertilizantes líquidos. Se instalarán tres depósitos, que albergarán las soluciones de Nitrógeno 32 %, Fósforo 52 % y Potasio 32 %.

A continuación, en la Tabla 5, se muestran las aportaciones mensuales de cada fertilizante (expresadas en l/ha).

**Tabla 5. Necesidades mensuales de fertilizante (l/ha)**

Año	Fertilizante	Preflor.	Caída pétalo - Llenado fruto		Llenado fruto - Madurez		
		Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
3	N-32	61,55	76,94	76,94	30,78	30,78	30,78
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -52	11,2	1,4	1,4	4,76	4,76	4,76
	K <sub>2</sub> O-32	25,17	14,38	14,38	5,75	5,75	5,75
4	N-32	78,13	97,66	97,66	39,06	39,06	39,06
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -52	30,19	3,77	3,77	12,83	12,83	12,83
	K <sub>2</sub> O-32	147,42	84,24	84,24	33,7	33,7	33,7
5 y sucesivos	N-32	89,96	112,5	112,45	44,98	44,98	44,98
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -52	36,03	4,5	4,5	15,31	15,31	15,31
	K <sub>2</sub> O-32	171,2	97,83	97,83	39,13	39,13	39,13

### 5.1.5. Mantenimiento del suelo

El sistema de mantenimiento del suelo de la plantación va a ser mixto, tanto en el espacio como en el tiempo. En el tiempo porque el primer año se va a realizar un manejo distinto a los sucesivos y en el espacio porque se van a aplicar dos técnicas diferentes en zonas diferenciadas de la plantación.

El primer año se va a realizar laboreo en las calles, aplicando herbicida en las líneas de cultivo. El resto de los años se va a implantar una cubierta vegetal en las calles y se realizará un control químico mediante herbicida de la vegetación adventicia en las líneas de cultivo.

El tratamiento herbicida de las líneas de los árboles y la siega mecánica de las calles de cultivo se realizarán dos veces al año: en abril y en junio. Para el tratamiento herbicida se dispondrá de un pulverizador hidráulico dotado de dos barras laterales,

permitiendo así un tratamiento simultáneo de las dos líneas de árboles. Cada barra contará con dos boquillas que serán capaces de abarcar media línea de árboles, es decir, 0,60 m. Además, estarán protegidas por una campana que evitará que el tratamiento herbicida entre en contacto con la copa de los árboles. El herbicida utilizado será Glifosato 36 % a una dosis de 4 l/ha. Para la siega mecánica se empleará una trituradora desbrozadora de 3 m de ancho que, a su vez, permitirá destruir los restos de poda, incorporándolos al suelo como materia orgánica.

#### **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). Se colocarán a una densidad de 6 colmenas/ha, distribuidas de forma uniforme por toda la plantación y, siempre que sea posible, con la piquera orientada hacia el sur.

#### **5.1.7. Protección fitosanitaria**

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 aplicación de los productos fitosanitarios se realizará mediante un pulverizador hidroneumático arrastrado de 2000 L de capacidad, que cuenta con una serie de boquillas repartidas en la parte trasera y un ventilador que crea una corriente de aire lo suficientemente grande como para elevar todas las gotas a la altura de los árboles.

#### **5.1.8. Recolección**

La recolección comienza cuando la almendra está totalmente seca y el mesocarpio comienza a abrirse. En el caso de la variedad Vialfás se va a empezar a finales de septiembre-principios de octubre y acto seguido, se recolectará la variedad Penta.

Para la recolección se empleará una cosechadora integral que trabaja en continuo, contratando la labor a una empresa de servicios. La almendra se va a cargar en camiones después de la cosecha para transportada directamente al almacenista, por lo que se va a estocar la menor cantidad posible.

### **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. La maquinaria que se va a adquirir va a ser un tractor de 66 kW, un remolque basculante de 6 t de MMA, un cultivador de 11 brazos, un pulverizador hidroneumático arrastrado de 2.000 l de capacidad, un pulverizador hidráulico suspendido de 800 l, una podadora mecánica, un compresor de poda y tijeras neumáticas y una trituradora-desbrozadora. Además, se detallan los tiempos requeridos para cada actividad y un cálculo de los costes de la maquinaria y mano de obra. También se presenta el punto 2.4. Cuadros del proceso productivo, donde se analizan los cuadros de definición y satisfacción de las necesidades.

## **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/l con 100 kg/m<sup>3</sup> de acero B-500-S, con unas dimensiones de 8,00 x 6,00 x 0,20 m. Se construirá sobre un encachado de piedra de 20 cm de grosor.

La cubierta va a constar de panel sándwich aislante de acero de 30 mm de espesor, formado por doble cara metálica de chapa estándar de acero, acabado prelacado color rojo teja, y alma aislante de espuma de poliuretano de densidad media 40 kg/m<sup>3</sup>. El panel irá colocado sobre correas de perfil de acero conformado Z 120 S-275 de 2,5 mm de espesor, apoyadas directamente sobre los muros de mayor longitud. El panel tendrá un vuelo de 20 cm sobre la fachada lateral, para evitar que el agua caiga sobre la misma pared.

Por su parte, el cerramiento de la caseta se realizará con bloques huecos de hormigón gris estándar de dimensiones 40 x 20 x 20 cm.

La puerta será corredera, de una sola hoja, de chapa de acero tipo "Pegaso", y con unas dimensiones de 1,90 metros de altura y 1,50 metros de anchura. Se pondrán también una ventana corredera de aluminio, de dos hojas, con unas dimensiones de 1,75 m x 1,00 m, y vidrio incoloro de 5 mm de espesor. Irá colocada sobre la cara norte de la caseta.

### **5.2.2. Instalación de riego**

#### **5.2.2.1. Goteros**

Se instalarán goteros integrados autocompensantes, con un caudal nominal de 2 l/ha. Se colocarán 2,4 goteros/árbol, instalados sobre un único ramal, separados 0,5 m entre sí. Funcionarán a una presión de trabajo de 10 m.c.a. – 20 m.c.a.

### 5.2.2.2. Diseño de las subunidades de riego

La parcela objeto del proyecto se dividirá en 4 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 secundaria, 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 20 mm de diámetro exterior y presión nominal de 18 m.c.a. Se van a colocar al nivel del suelo. En el Anejo VII Ingeniería de las obras. 2.4.2. Ramales portagoteros se puede ver el cálculo de los ramales portagoteros.

### 5.2.2.4. Tuberías secundarias

Las tuberías secundarias serán de PVC de 160 mm de diámetro exterior. Todas ellas serán de presión nominal 60 m.c.a. El cálculo de las tuberías terciarias se puede ver en el Anejo VII. Ingeniería de las obras. 2.4.3. Tuberías secundarias

### 5.2.2.5. Tubería principal

Las tuberías principales serán de PVC de 60 m.c.a. de presión nominal, y serán de 225 mm de diámetro exterior. Se trata de dos tuberías exactamente iguales que transportarán,  $Q/2$  para los sectores 1 y 2, la primera, y  $Q/2$  para los sectores 3 y 4, la segunda.

A continuación, en la Tabla 6. Resumen de necesidades de tuberías, se muestran las características y necesidades de cada tubería utilizada.

**Tabla 6. Resumen de necesidades de tuberías**

<b>Uso</b>	<b>Material</b>	<b>Øexterior (mm)</b>	<b>Øinterior (mm)</b>	<b>Presión nominal (m.c.a.)</b>	<b>Longitud total necesaria (m)</b>
<b>Tuberías portagoteros</b>	PEBD	20	18	18	80.010
<b>Tuberías terciarias</b>	PVC	160	152	60	1.700
<b>Tuberías principales</b>	PVC	225	216	60	400

### 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, 50 cm. Ambos filtros estarán equipados

Alumno: José Rodríguez Fernández

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

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 dos depósitos de 400 L de reserva para realizar alguna aportación de otros nutrientes si fuera necesario y albergar el ácido nítrico.

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 epoxipoliéster 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 200-250 m<sup>3</sup>/h y una superficie de filtración de 5200 cm<sup>2</sup>.

### **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.

El programador funciona con corriente alterna de 230/380 V, con un consumo de 50 W. Además dispondrá 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 instalar una bomba de eje vertical, con una potencia de 32,5 kW y 66 m<sup>3</sup>/h de caudal, con una frecuencia de corriente de 50 Hz y un voltaje de 400 V en trifásico.

La tubería de aspiración será de acero galvanizado de 250 mm de diámetro exterior y 4 mm de espesor, fabricada en acero S235JR. La tubería de impulsión será de PVC de 160 mm de diámetro exterior.

#### 5.2.2.8. Valvulería y accesorios

Se instalarán y por el mismo orden, los siguientes dispositivos:

- Ventosa trifuncional a la salida de la bomba.
- Válvula de retención después de la bomba.
- 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.
- Contador tipo Woltman.
- Elementos accesorios, tales como codos de 90°, bridas, racores, collarines,...

### 5.2.3. Instalación eléctrica

La instalación eléctrica de la caseta de riego se dimensiona para una potencia total de 45,49 kW y una potencia aparente de 53,52 kVA.

#### 5.2.3.1. Transformador

Se va a instalar un transformador trifásico en baño de aceite de 100 kVA de potencia, de 100 kV de tensión asignada, 100 kV de tensión en el primario y 420 V de tensión de secundario en vacío, de 50 Hz de frecuencia.

El transformador y todo sus elementos se instalarán sobre un poste de hormigón armado de 11 m.

Se conectarán todos los herrajes y masas a tierra. La puesta a tierra estará constituida por un anillo difusor de cobre de 50 mm<sup>2</sup> 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 mm<sup>2</sup>. 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 del poste se realizará con hormigón HA-25/P/20/I con 100 kg/m<sup>3</sup> de acero B-500-S, considerando terreno normal con coeficiente de compresibilidad de 1,2 kg/cm<sup>2</sup> 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 tendrá una longitud de 3 m, y estará formada por un cable tipo RZ1-K (AS), conformado por cuatro conductores, tres de fase de aluminio de 50 mm<sup>2</sup>.

### 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 105747 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 tendrá una longitud de 3 m, y 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 35 mm<sup>2</sup> de sección para las fases.

### 5.2.3.5. Cuadro general de mando y protección (CGMP)

El cuadro general de mando y protección estará situado en el interior de la caseta de riego, amarrado a la pared. Todos los elementos de protección instalados en dicho cuadro serán de corte omnipolar con una tensión asignada de 230/400 V y posibilidad de accionamiento manual.

El cuadro general de mando y protección contendrá lo siguiente:

- Interruptor de control de potencia de 75 kW.
- Un interruptor automático magnetotérmico 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 de 225 A de intensidad, 300 mA de sensibilidad y 400 V de tensión nominal.
- Circuito de la bomba: interruptor automático magnetotérmico 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 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 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 la toma de fuerza y otro para el alumbrado.

Para el circuito de la bomba 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<sup>2</sup>. Además, con este diámetro se admiten intensidades de hasta 190 A, por lo que da un cierto margen de seguridad.

El circuito de fuerza estará formado por 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 mm<sup>2</sup>.

El circuito de alumbrado estará formado por 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 mm<sup>2</sup>. En cuanto a las luminarias, se van a colocar tres pantallas fluorescentes de 36 x 2 vatios.

#### 5.2.3.7. Toma de tierra

La toma de tierra constará de un anillo de cobre trenzado desnudo de 35 mm<sup>2</sup> de sección de, al menos, 12,50 m de longitud, situado en el perímetro de la losa de cimentación.

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 mm<sup>2</sup> de sección, y para el circuito de alumbrado conductores de tipo H07V-K (AS) de 1,5 mm<sup>2</sup> de sección. Todos ellos serán de color amarillo-verde.

#### 5.2.3.8. Mejora del factor potencia

Para mejorar el factor de potencia se va a instalar una batería automática de condensadores de 25 kVAr de capacidad, constituida por dos tramos de 10 y 15 kVAr, respectivamente. La capacidad total de la batería de condensadores es de 184 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.

## **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 375 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 1.435.019,28 € con IVA y el proyecto va a contar con una vida útil de 15 años.

La financiación del proyecto va a ser totalmente ajena, solicitando un préstamo que cubra el 100 % del capital invertido. Tras consultar varias entidades financieras, el préstamo concedido es de 1.500.000 €, con un tipo de interés del 10,00 %, un plazo de pago de 15 años y un sistema anual de devolución de cuotas constantes.

Los cobros ordinarios derivan de la venta de la cosecha, considerando un precio medio de la almendra con cáscara de 1,25 €/kg. También se considera el cobro de las ayudas de la PAC, que ascienden a 9.900 €/año (34,2 ha x (120+50+120)), desglosándose de la siguiente manera:

- **Pago básico.** Se corresponde con el 60% del pago que percibe actualmente el arrendatario, que asciende a 120 €/ha.
- **Pago verde.** Los cultivos permanentes, como el almendro, cumplen automáticamente con la condicionalidad de greening. Se prevé que la ayuda percibida por este concepto sea de 50 €/ha.
- **Ayudas acopladas.** El cultivo del almendro tiene una ayuda acoplada de 120€/ha.

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 coste de oportunidad, 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 8.550 €/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.

Considerando financiación ajena y una tasa de actualización del 6 %, el VAN medio es de 35.780,32 € el tiempo de recuperación es de 5 años y la TIR media es de 18,41 %.

Del análisis de sensibilidad se puede concluir que, aún en el caso más desfavorable, considerando un aumento de los pagos del 3 %, una disminución de los cobros del 5 % y una vida útil de 10 años, el proyecto sigue siendo rentable.

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

## 10. Resumen del presupuesto

Tabla 7. Resumen del presupuesto

Capítulo	Importe (€)
<b>1 Acondicionamiento del terreno</b>	<b>89,00</b>
<b>2 Estructuras</b>	<b>7.918,17</b>
<b>3 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares</b>	<b>1.110,01</b>
<b>4 Instalaciones</b>	<b>18.845,47</b>
<b>5 Urbanización interior de la parcela</b>	<b>1.012.358,71</b>
<b>Presupuesto de ejecución material (PEM)</b>	<b>1.040.321,36</b>
10% de gastos generales	104.032,14
4% de beneficio industrial	41.612,85
<b>Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)</b>	<b>1.185.966,35</b>
21% IVA	249.052,93
<b>Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)</b>	<b>1.435.019,28</b>

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de UN MILLÓN CUATROCIENTOS TREINTA Y CINCO MIL DIECINUEVE CON VEINTIOCHO CÉNTIMOS.

En Palencia, junio de 2016

Fdo: José Rodríguez Fernández

Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

# ANEJOS A LA MEMORIA

## **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. Ingeniería de las obras**

**Anejo VIII. Programación para la ejecución del proyecto**

**Anejo IX. Normas para la ejecución y explotación del proyecto**

**Anejo X. Justificación de precios**

**Anejo XI. Estudio económico**

**Anejo XII. Estudio de seguridad y salud**

# **ANEJO I. CONDICIONANTES**



## ÍNDICE

1.	Condicionantes.....	5
1.1.	Estudio climatológico.....	5
1.1.1.	Zona de localización del proyecto.....	5
1.1.2.	Elección de los observatorios.....	6
1.1.3.	Radiación.....	7
1.1.4.	Elementos climáticos térmicos.....	8
1.1.4.1.	Representación gráfica de las temperaturas.....	9
1.1.5.	Régimen de heladas.....	10
1.1.5.1.	Estimaciones directas.....	10
1.1.5.2.	Estimaciones indirectas: Criterios de Emberger y Papadakis.....	10
1.1.6.	Elementos climáticos hídricos.....	11
1.1.6.1.	Precipitaciones totales mensuales.....	12
1.1.6.2.	Estudio de la dispersión.....	12
1.1.6.3.	Evolución de las precipitaciones medias anuales y quintiles.....	13
1.1.6.4.	Histograma de precipitaciones.....	14
1.1.6.5.	Precipitaciones máximas en 24 horas.....	15
1.1.7.	Elementos climáticos secundarios.....	16
1.1.7.1.	Vientos.....	16
1.1.7.2.	Días de lluvia, niebla, rocío, humedad relativa, nieve y granizo.....	16
1.1.8.	Continentalidad.....	17
1.1.8.1.	Índice de Gorczynski.....	17
1.1.8.2.	Índice de Kerner.....	18
1.1.9.	Índices climáticos.....	19
1.1.9.1.	Índice de Lang.....	19
1.1.9.2.	Índice de aridez de De Martonne.....	20
1.1.9.3.	Índice de Vernet.....	21
1.1.9.4.	Índice de Emberger.....	21
1.1.10.	Representaciones mixtas.....	23
1.1.10.1.	Climodiagrama ombrotérmico de Gaussen.....	23
1.1.10.2.	Climodiagrama de termohietas.....	24
1.1.11.	Clasificación de Köppen.....	24
1.1.12.	Cálculo de horas frío.....	26
1.1.12.1.	Método de Weimberger.....	27
1.1.12.2.	Método de Mota.....	27

1.1.13.	Evapotranspiración.....	28
1.1.14.	Conclusiones.....	29
1.1.14.1.	Temperaturas.....	29
1.1.14.2.	Precipitaciones.....	30
1.1.14.3.	Otros parámetros.....	30
1.1.14.4.	Conclusión final.....	30
1.2.	Estudio edafológico.....	31
1.2.1.	Caracterización de la zona.....	31
1.2.2.	Toma de muestras.....	33
1.2.3.	Resultados de los análisis.....	33
1.2.4.	Interpretación de los resultados.....	34
1.2.4.1.	Características físicas.....	34
1.2.4.2.	Características químicas.....	35
1.2.5.	Relaciones suelo-agua.....	36
1.2.5.1.	Capacidad de campo.....	36
1.2.5.2.	Punto de marchitez.....	37
1.2.5.3.	Agua disponible.....	38
1.2.5.4.	Conclusiones.....	38
1.3.	Análisis del agua de riego.....	39
1.3.1.	Toma de muestras.....	39
1.3.2.	Resultados del análisis.....	39
1.3.3.	Interpretación de los resultados.....	40
1.3.3.1.	Salinidad.....	40
1.3.3.2.	pH.....	40
1.3.3.3.	Sodicidad.....	40
1.3.3.4.	Índice de Eaton o del Carbono Sódico Residual (CSR).....	43
1.3.3.5.	Dureza.....	43
1.3.3.6.	Norma Riverside para la clasificación del agua de riego.....	44
1.3.4.	Conclusiones.....	45
1.4.	Estudio de mercado.....	46
1.4.1.	Introducción.....	46
1.4.2.	Situación global.....	48
1.4.2.1.	Situación a nivel mundial.....	48
1.4.2.2.	Situación a nivel europeo.....	50
1.4.2.3.	Situación a nivel nacional.....	52

1.4.2.4.	Situación a nivel regional.....	55
1.4.3.	Conclusiones.....	56

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Detalles de los observatorios elegidos.....	7
Tabla 2.	Cálculos de radiación .....	8
Tabla 3.	Cuadro resumen de temperaturas para la estación de Benavente.....	8
Tabla 4.	Cuadro resumen de temperaturas estacionales anuales .....	9
Tabla 5.	Temperaturas medias de mínimas para cada mes .....	10
Tabla 6.	Fechas de inicio y fin de las heladas según su probabilidad .....	11
Tabla 7.	Temperaturas medias de mínimas para cada mes .....	11
Tabla 8.	Precipitación anual mensual.....	12
Tabla 9.	Distribución de los quintiles .....	13
Tabla 10.	Clasificación de los años según la precipitación .....	13
Tabla 11.	Distribución de frecuencia de precipitación .....	14
Tabla 12.	Cuadro resumen de precipitación máxima en 24 horas .....	15
Tabla 13.	Dirección, frecuencia y velocidad del viento .....	16
Tabla 14.	Días de lluvia, niebla, rocío, humedad relativa, nieve y granizo .....	17
Tabla 15.	Clasificación del clima según el índice de Gorczynski .....	18
Tabla 16.	Clasificación climática según Kerner .....	19
Tabla 17.	Clasificación del clima según el índice de Lang .....	20
Tabla 18.	Clasificación del clima según el índice de De Martonne .....	20
Tabla 19.	Clasificación del clima según el índice de Vernet .....	21
Tabla 20.	Datos de precipitación y temperaturas medias .....	23
Tabla 21.	Grupo de clima según Köppen .....	25
Tabla 22.	Subgrupo de clima según Köppen .....	25
Tabla 23.	Tipos climáticos según Köppen .....	26
Tabla 24.	Temperaturas medias y precipitaciones de cada mes .....	26
Tabla 25.	Correlación entre temperatura media y número de horas frío .....	27
Tabla 26.	Datos de evapotranspiración .....	28
Tabla 27.	Resultado del análisis de suelo .....	33
Tabla 28.	Resultado del análisis de agua .....	39
Tabla 29.	Peligrosidad del agua según la concentración de RAS.....	41
Tabla 30.	Clasificación de la peligrosidad del agua según el RAS aj.....	42
Tabla 31.	Clasificación del agua según su dureza.....	43
Tabla 32.	Reparto de superficie, total y en producción, a nivel nacional.....	53
Tabla 33.	Producción de almendra, por CCAA.....	53
Tabla 34.	Superficie y rendimiento de almendra en Castilla y León.....	55

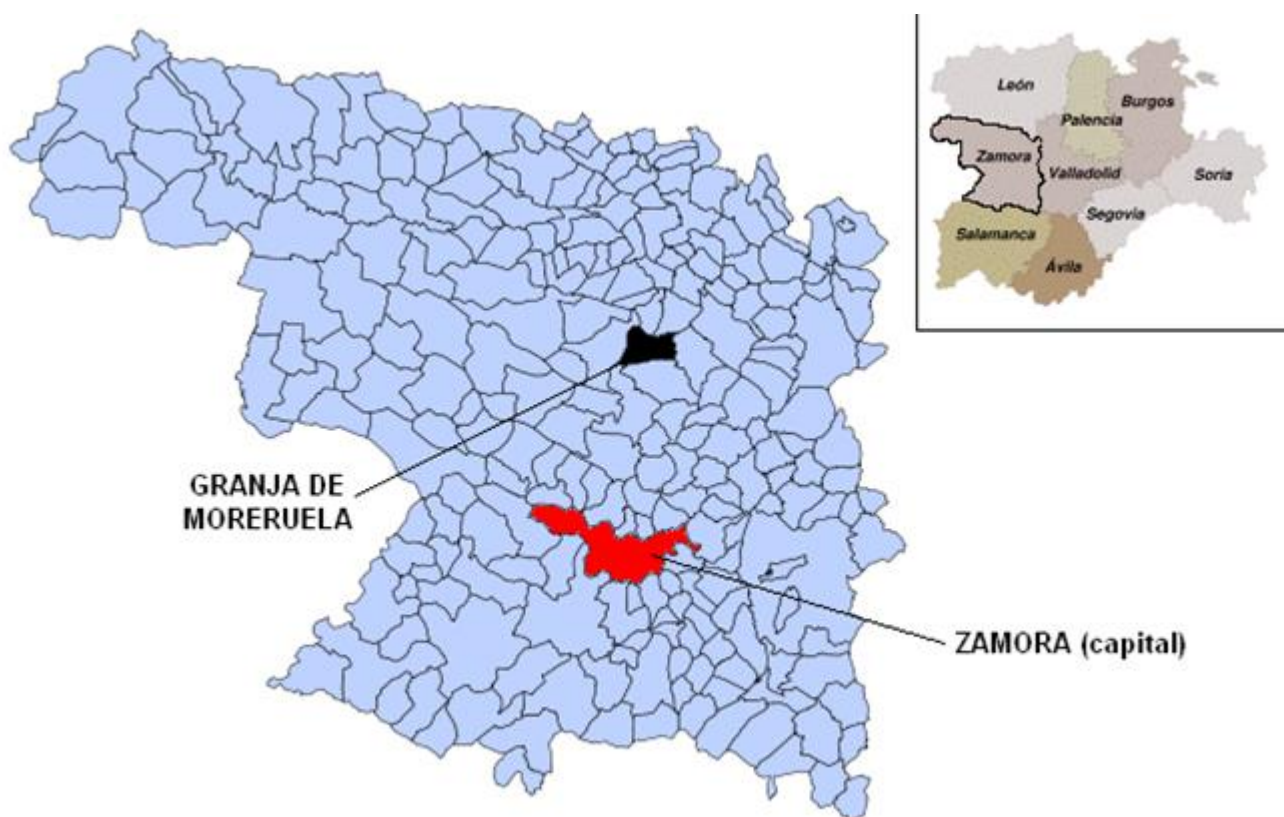
## 1. Condicionantes

### 1.1. Estudio climatológico

#### 1.1.1. Zona de localización del proyecto

El proyecto a desarrollar consiste en una plantación superintensiva de almendro, que se va a ubicar en Granja de Moreruela, situado en la mitad norte de la provincia de Zamora, a 37 Km de la capital por la carretera nacional N-630 "Ruta de la Plata", dentro de la comunidad Autónoma de Castilla y León.

Atendiendo a la topografía, la provincia se encuentra situada entre los 600 y los 2000 m de altura sobre el nivel del mar, concretamente el municipio de Granja de Moreruela tiene una altitud de 711 m.



**Ilustración 1. Mapa de la situación geográfica del término municipal de Granja de Moreruela dentro de la provincia de Zamora**

El término de Granja de Moreruela ocupa una superficie de 41,54 Km<sup>2</sup>, y pertenece a la Comarca de "Tierra de Campos", que está formada por 76 términos municipales.

La situación geográfica de la plantación va a ser la siguiente:

- Latitud: 41° 48´ N.
- Longitud: 05° 44´ O.
- Altitud: 711 m.

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

El término municipal limita:

- Al norte con Breto y Santovenia del Esla.
- Al este con Villarrín de Campos.
- Al sur con Manganeses de la Lampreana.
- Al suroeste con San Cebrián de Castro.
- Al oeste con Moreruela de Tabara.

Para verlo de una forma más visual se presenta el siguiente mapa del municipio y alrededores.



Ilustración 2. Situación geográfica de Granja de Moreruela

### 1.1.2. Elección de los observatorios

Debido a que resulta imposible tener una estación de medición climatológica en cada municipio, se debe acudir a los datos facilitados por los observatorios de los alrededores.

La elección del observatorio se debe realizar de manera que refleje con mayor precisión las características climáticas de la zona objeto de estudio. Por todo ello, se han elegido los observatorios más cercanos posibles y con unas características climatológicas similares, con el fin de dar la mayor fiabilidad posible al estudio climático en cuestión.

Para realizar el estudio hemos seleccionado dos observatorios: uno pluviométrico (Pajares de la Lampreana), y otro para las temperaturas y el viento (Benavente).

Pajares de la Lampreana. Este observatorio se ha elegido por la cercanía al municipio (10km) y por la similitud de altitud del mismo (sobre 700 metros)

Benavente: Se ha elegido este observatorio para el resto de variables por ser el más cercano (35 km) y similar a la zona de localización del proyecto. Además, es de las pocas poblaciones que cuentan con este tipo de datos: el de temperaturas y de viento.

**Tabla 1. Detalles de los observatorios elegidos**

	<b>Observatorio 1</b>	<b>Observatorio 2</b>
<b>Localización</b>	Benavente	Pajares de la Lampreana
<b>Provincia</b>	Zamora	Zamora
<b>Cuenca e indicativos climatológicos</b>	Duero	Duero
<b>Tipo de datos</b>	Temperaturas y viento	Precipitaciones
<b>Periodo de observación</b>	1999 - 2013	1984 – 2013
<b>Latitud</b>	42° 0' 6" N	41° 42' 55" N
<b>Longitud</b>	5° 40' 48" O	5° 41' 36" O
<b>Altitud</b>	744 m	696

### 1.1.3. 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:

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

Dónde:

- a: valor tabulado, que según Doorenbos y Pruitt. Tiene un valor de 0,25
- b: valor tabulado, que según Doorenbos y Pruitt. Tiene un valor de 0,50

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 Benavente
- N: Insolación máxima posible para la latitud y año dados.

Tabla 2. Cálculos de radiación

Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
$R_A$ ( $MJ m^{-2} d^{-1}$ )	14,6	19,6	26,5	34,3	39,6	41,9	40,8	36,6	29,7	22,1	15,9	13,2
$n$ ( $h d^{-1}$ )	2,8	5,1	6,1	7,4	8,3	10,6	10,9	9,8	7,8	4,9	3,3	2,6
$N$ ( $h d^{-1}$ )	9,4	10,4	11,7	13,2	14,3	14,9	14,7	13,7	12,3	10,8	9,6	9,1
$n/N$	0,3	0,49	0,52	0,56	0,58	0,71	0,74	0,72	0,63	0,45	0,34	0,29
$R_{Doorenbos}$ y $R_{Pruit}$	5,8	9,7	13,5	18,2	21,4	25,3	25,3	22,2	16,8	10,5	6,6	5,2
$R_{Penman}$	5	8,8	12,4	16,7	19,7	23,9	24	21	15,7	9,5	5,8	4,5

\*Los índices, tanto el de  $R_{Doorenbos}$  y  $R_{Pruit}$ , como el de  $R_{Penman}$  se miden en ( $MJ m^{-2} d^{-1}$ )

#### 1.1.4. Elementos climáticos térmicos

La consecuencia directa de la radiación solar es la temperatura que junto con la precipitación son los elementos más representativos de las características climáticas de una zona.

La distribución espacial de las temperaturas varía principalmente en función de la latitud, la proximidad o lejanía del mar y el relieve. Este último tiene gran importancia a la hora de extrapolar datos desde la estación hasta el lugar en el que se localiza el proyecto.

- Cuadro resumen de temperaturas

A continuación se presentan las tablas resumen de las temperaturas de la zona estudiadas en un periodo de 15 años.

Tabla 3. Cuadro resumen de temperaturas para la estación de Benavente

°C	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOM	DIC
$T_a$	17,6	19,8	24	28,8	34,5	37,7	37,7	38,4	33,6	30	21,4	16
$T'a$	15	17	20,9	25	29,7	34,3	35,5	35,3	31	24,7	18,7	14,8
$T$	8,2	11,1	14,7	16,6	21,2	27	29,2	29	25	18,5	12,1	8,6
$t_m$	4,1	5,3	8,6	10,7	14,7	19,6	21,4	21,3	17,9	12,9	7,3	4,4
$t$	0	-0,5	2,5	4,7	8,2	12,1	13,6	13,4	10,8	7,2	2,4	0
$t'a$	-5,7	-5,5	-3,6	-0,4	2,4	6,3	8,9	8,9	6	0,8	-3,3	-5,9
$t_a$	-7,4	-9,5	-9,1	-2,9	-1	4,2	6,9	7	4,3	-0,7	-6,6	-11,2

Siendo:

- $T_a$ : Temperatura máxima absoluta
- $T'a$ : Media de las temperaturas máximas absolutas
- $T$ : Temperatura media de las máximas
- $t_m$ : Temperatura media mensual
- $t$ : Temperatura media de las mínimas
- $t'a$ : Media de las temperaturas mínimas absolutas
- $t_a$ : Temperatura mínima absoluta

En la siguiente tabla se han agrupado las temperaturas estacionales, agrupándolas de la siguiente manera:

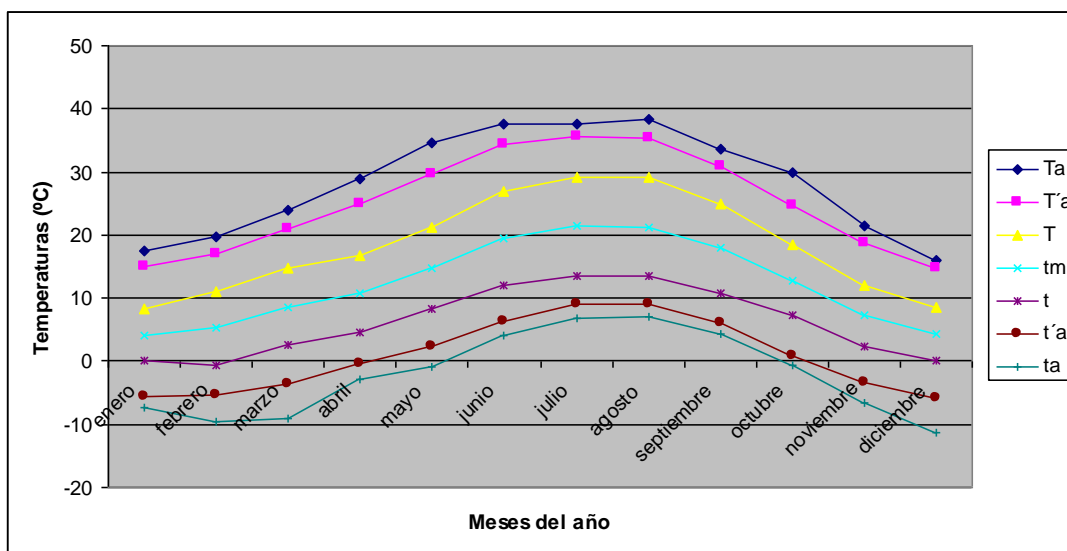
- Primavera: formada por marzo, abril y mayo;
- Verano: junio, julio y agosto;
- Otoño: septiembre, octubre y noviembre;
- Invierno: diciembre, enero y febrero.

**Tabla 4. Cuadro resumen de temperaturas estacionales anuales**

°C	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Anual
Ta	34,5	38,4	33,6	19,8	38,4
T'a	25,2	35	24,8	15,6	25,2
T	17,5	28,4	18,5	9,3	18,4
tm	11,3	20,8	12,7	4,6	12,3
t	5,1	13,1	6,8	-0,2	6,2
t'a	-0,5	8,1	1,2	-5,7	0,8
ta	-9,1	4,2	-6,6	-11,2	-11,2

#### 1.1.4.1. Representación gráfica de las temperaturas

Los valores de temperaturas mensuales se pueden recoger en una tabla, siendo el eje de abscisas los meses del año y el de ordenadas, las temperaturas.



**Ilustración 3. Representación gráfica de las temperaturas mensuales**



### 1.1.5. 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. Como es evidente, en el estudio de una plantación resulta ser un parámetro de vital importancia para alcanzar el éxito del proyecto y no poner en peligro su rentabilidad. Por todo ello, deberán estudiarse las épocas de heladas más intensas y frecuentes, y así poder elegir las variedades adecuadas para la zona. En este caso, no se dispone de los datos de los años 2006, 2007 y 2008. Para su determinación existen dos sistemas de valoración: estimaciones directas e indirectas.

#### 1.1.5.1. Estimaciones directas

Consiste en ver los días en los que se produce la primera y última helada para su estudio, mostrándose a continuación:

- Fecha más temprana de la primera helada: 26 de Octubre de 2010
- Fecha más tardía de la primera helada: 13 de Diciembre de 2009
- Fecha más temprana de última helada: 7 de Marzo de 2011
- Fecha más tardía de última helada: 1 de Mayo de 2001
- Fecha media de la primera helada: 15 de Noviembre
- Fecha media de última helada: 5 de Abril
- Mínima absoluta alcanzada (y fecha): -11.2°C (27 de Diciembre de 2009)
- Periodo medio de heladas: 15 de Noviembre – 5 de Abril
- Periodo máximo de heladas: 26 de Octubre – 1 de Mayo
- Periodo mínimo de heladas: 13 de Diciembre – 7 de Marzo

#### 1.1.5.2. Estimaciones indirectas: Criterios de Emberger y Papadakis

##### - Criterio de Emberger

Divide el año en cuatro períodos con distinto riesgo de heladas, siendo:

- $H_s$ : Período de heladas seguras, donde  $t < 0^\circ\text{C}$
- $H_p$ : Período de heladas muy probables, donde  $0^\circ\text{C} < t < 3^\circ\text{C}$
- $H'_p$ : Período de heladas probables, donde  $3^\circ\text{C} < t < 7^\circ\text{C}$
- d: Período libre de heladas, siendo  $t > 7^\circ\text{C}$

Tabla 5. Temperaturas medias de mínimas para cada mes

MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
t	0,3	-0,6	2,6	4,5	7,9	12	13,5	13,6	10,9	7,6	2,9	-0,1

Los resultados, según Emberger, se recogen en la siguiente tabla:

**Tabla 6. Fechas de inicio y fin de las heladas según su probabilidad**

	<b>Fecha de inicio</b>	<b>Fecha de fin</b>
<b>Heladas seguras (Hs)</b>	30 de enero	18 de febrero
<b>Heladas muy probables (Hp)</b>	15 de noviembre	5 de abril
<b>Heladas probables (H'p)</b>	11 de octubre	16 de mayo
<b>Período libre de heladas (d)</b>	16 de mayo	11 de octubre

**- Criterio de Papadakis**

Divide el año en tres períodos libres de heladas con distinta probabilidad, siendo:

- EMLH: Estación media libre de heladas, donde  $t'a > 0^{\circ}\text{C}$
- EDLH: Estación disponible libre de heladas, donde  $t'a > 2^{\circ}\text{C}$
- EmLH: Estación mínima libre de heladas, siendo  $t'a > 7^{\circ}\text{C}$

**Tabla 7. Temperaturas medias de mínimas para cada mes**

<b>MESES</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
<b>t</b>	0,3	-0,6	2,6	4,5	7,9	12	13,5	13,6	10,9	7,6	2,9	-0,1

Los resultados para los períodos libres de heladas, según Papadakis, se recogen en la siguiente tabla:

**Tabla 8. Períodos para la estación libre de heladas**

	<b>Fecha de inicio</b>	<b>Fecha de fin</b>
<b>EMLH</b>	7 de febrero	30 de noviembre
<b>EDLH</b>	24 de febrero	10 de noviembre
<b>EmLH</b>	8 de abril	4 de octubre

**1.1.6. Elementos climáticos hídricos**

Las precipitaciones son de gran trascendencia en la configuración del medio natural. Su ritmo temporal y su distribución espacial condicionan los ciclos agrícolas y la distribución de las principales especies animales y vegetales. Además presenta una gran importancia económica en aquellas zonas donde las lluvias son escasas o tienen una marcada torrencialidad. Los rasgos más característicos en relación con las precipitaciones son:

- La irregularidad. Hace que los valores medios sean poco representativos y que además, para poder caracterizar el clima nos hagan falta series largas de datos. En este caso, por tratarse de un clima mediterráneo-continental, las precipitaciones se pueden considerar irregulares, con una distribución más abundante en otoño y primavera,

- La duración e intensidad. La cantidad recogida en un observatorio puede tener efectos muy diferentes en función de su intensidad. En el término municipal estudiado no existen precipitaciones de larga duración e intensidad pero sí existen periodos relativamente largos de sequía.

- La disponibilidad hídrica. Depende, no solo de la cantidad precipitada, sino también de la evaporación. El concepto de lluvia útil es clave en los estudios de climatología aplicada.

Los datos pluviométricos de los que se dispone, para un período de 30 años son los siguientes:

- Precipitación total mensual.
- Precipitación máxima registrada en un día para cada mes.

#### 1.1.6.1. Precipitaciones totales mensuales

Se trata de determinar la cuantía de precipitación media mensual y ver la forma en la que ésta se distribuye; así como la media de precipitación total anual, calculada por el sumatorio de cada mes del año.

**Tabla 8. Precipitación anual mensual**

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	anual
<b>P media</b>	40.9	27.3	28.8	41.3	50.3	25.3	15.2	11.38	29.6	54.9	49,00	56.1	430.3
<b>P mediana</b>	40.2	22.9	19.1	39.45	40.9	22.45	10.55	9,00	20.55	51.9	42,00	33.65	428.34

#### 1.1.6.2. Estudio de la dispersión

Se pretende calcular la probabilidad de que las precipitaciones anuales o mensuales sean menores de un determinado valor y además clasificar los distintos años en función de su precipitación.

Para calcular la posición  $x$  que ocupa el quintil, se aplicará la ecuación siguiente:

$$(n/5) i = X$$

- $n = 30$  años

El valor de cada quintil se hallará:

$$Q_i = (V_x + V_{x+i}) / 2$$

- $V_x$  = valor correspondiente a la posición  $x$

**Tabla 9. Distribución de los quintiles**

[mm]	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	anual
<b>Pmedia</b>	40,9	27,3	28,8	41,3	50,3	25,3	15,2	11,4	29,6	54,9	49	56,1	430,3
<b>Q1 (P20)</b>	15.75	6.6	4.9	23.15	17.7	6.5	1.1	0.15	8.2	25.15	16.55	13.4	327.2
<b>Q2 (P40)</b>	29.35	16.4	15.4	36.35	29.6	19.55	4.8	5.55	17.2	37.25	28.8	27.65	403.5
<b>Q3 (P60)</b>	45.15	33	23	46.85	64.9	27.6	12.1	11.39	26.35	57.5	54.6	50.05	446.5
<b>Q4 (P80)</b>	56.4	46.4	47	55.5	85.45	40.45	24.2	14.75	61	85.35	68.25	104.9	514.4
<b>Pmediana (P50)</b>	40.2	22.9	19.1	39.45	40.9	22.45	10.55	9	20.55	51.9	42	33.65	428.34

A partir de la precipitación total pluviométrica, se puede realizar una clasificación de los años en cinco clases distintas:

**Tabla 10. Clasificación de los años según la precipitación**

CALIFICACIÓN	PRECIPITACIÓN	QUINTIL
MUY SECOS	20%	Prec < Q1
SECOS	40%	Q1 < Prec < Q2
NORMALES	60%	Q2 < Prec < Q3
LLUVIOSOS	80%	Q3 < Prec < Q4
MUY LLUVIOSOS	100%	Prec > Q4

### 1.1.6.3. Evolución de las precipitaciones medias anuales y quintiles

Para ver de una forma más clara y visual la anterior clasificación, se procede a una representación gráfica de la misma.

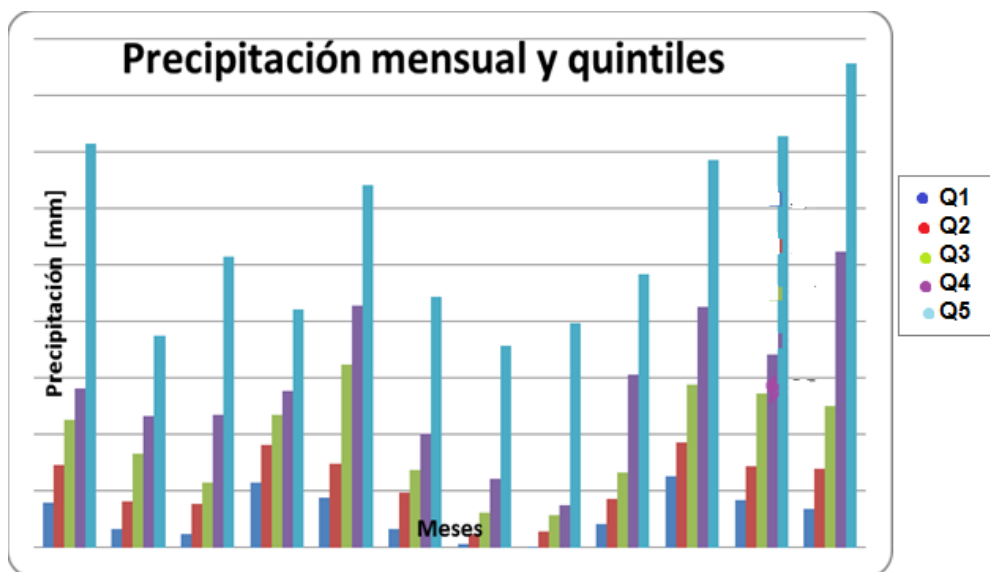


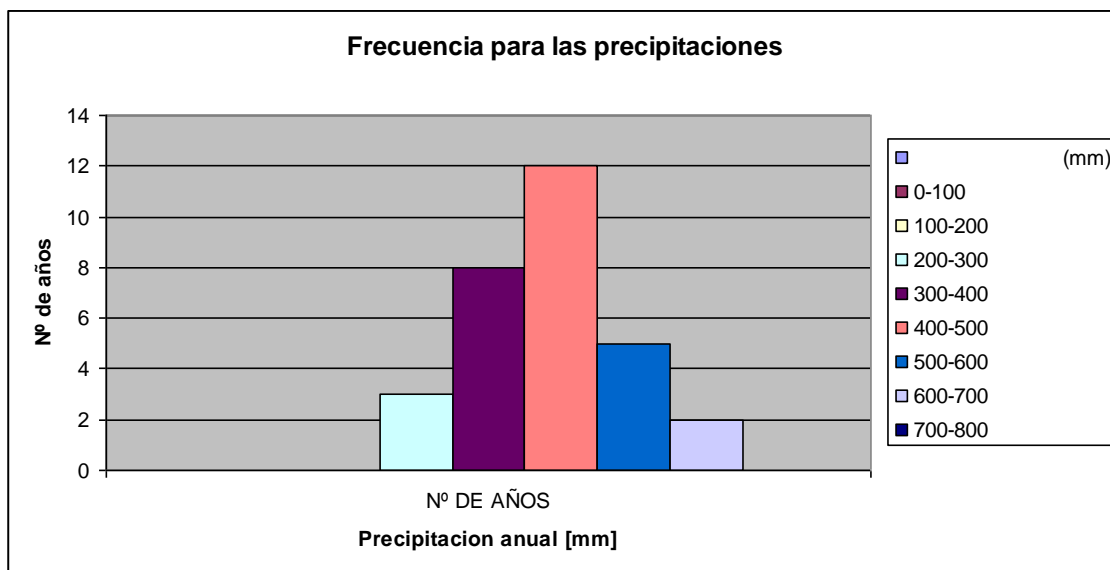
Ilustración 4. Representación gráfica de la precipitación mensual y quintiles

#### 1.1.6.4. Histograma de precipitaciones

Resulta interesante hacer una clasificación según los intervalos de precipitación de los distintos años y así poder ver la frecuencia de cada intervalo.

Tabla 11. Distribución de frecuencia de precipitación

INTERVALO DE PRECIPITACIÓN (mm)	Nº DE AÑOS
0-100	0
100-200	0
200-300	3
300-400	8
400-500	12
500-600	5
600-700	2
700-800	0



**Ilustración 5. Representación gráfica de la distribución de frecuencia de precipitación**

En el gráfico se puede ver que la frecuencia de precipitaciones sigue una distribución normal, alcanzando su máxima frecuencia en el intervalo, 400-500 mm, por lo que se puede concluir que será el intervalo más frecuente.

#### 1.1.6.5. Precipitaciones máximas en 24 horas

**Tabla 12. Cuadro resumen de precipitación máxima en 24 horas**

MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	anual
<b>Máx.abs Pmáx 24horas</b>	28,6	22,9	28,9	30,8	45,5	36,4	52,5	22	63	42,8	47,9	50	39,28
<b>Media de Pmáx 24horas</b>	132	92,7	98,2	136,4	159	133,9	99,9	59,6	163	193	173,2	182,6	135,27
<b>Frecuencia</b>	0	1	2	1	7	0	0	0	1	9	2	7	30

La precipitación máxima se da en julio, con 52,5 mm, siendo provocada por tormentas de verano de mediana intensidad.

### 1.1.7. Elementos climáticos secundarios

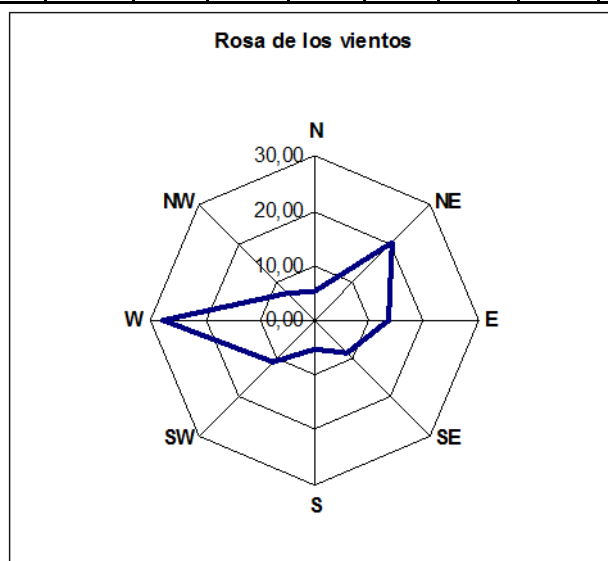
#### 1.1.7.1. Vientos

El estudio de los vientos resulta fundamental para determinar la orientación de las líneas de árboles de la plantación o ver la incidencia que pudiera tener sobre la polinización de los mismos.

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

**Tabla 13. Dirección, frecuencia y velocidad del viento**

Meses	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
<b>Vmax km/h</b>	32-50	32-50	20-32	20-32	20-32	20-32	20-32	20-32	20-32	20-32	20-32	20-32
<b>Direc Vmax</b>	SSW	ENE	ENE	ENE	SSW	ENE	E	SW	WSW	WSW	WSW	SSW
<b>Direc dom.</b>	SSW	SSW	ENE	ENE	ENE	NNE	NNE	NNE	NNE	SSW	SSW	SSW
<b>% calm.</b>	31	29,1	19,8	11,5	13,5	14,1	15,7	17,5	21,2	26	26,8	25,7



**Ilustración 6. Representación gráfica de la rosa de los vientos**

Como se puede observar la dirección dominante será W-SSW, con unas velocidades relativamente bajas.

#### 1.1.7.2. Días de lluvia, niebla, rocío, humedad relativa, nieve y granizo

Se analizan a continuación los datos relacionados con los agentes climáticos secundarios, excluyendo el viento.

**Tabla 14. Días de lluvia, niebla, rocío, humedad relativa, nieve y granizo**

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
<b>Días de lluvia</b>	9	7	5	7	8	4	2	2	4	6	8	7	69
<b>Días de niebla</b>	9	3	1	0	0	1	0	0	0	3	7	8	35
<b>Días de rocío</b>	1	2	2	1	0	0	0	0	1	3	4	3	17
<b>Humedad relativa (%)</b>	83	74	64	63	61	55	49	52	59	70	78	83	66
<b>Nieve</b>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
<b>Granizo</b>	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3

### 1.1.8. Continentalidad

El clima peninsular está marcado por la influencia de las masas de agua que la rodean. Los índices que intentan medir este factor relacionan la continentalidad con la amplitud térmica anual. El más utilizado es el de Gorczynski, pero el que más se adecúa al clima de la Península Ibérica es el de Kerner.

#### 1.1.8.1. Índice de Gorczynski

Gorczynski asegura que la continentalidad queda compensada por la latitud mediante la fórmula:

$$I_g = 1,7 [(tm_{12} - tm_1) / (\text{sen } L)] - 20,4$$

Donde:

- $tm_{12}$ : temperatura media del mes con temperaturas medias más altas
- $tm_1$ : temperatura media del mes con temperaturas medias más bajas
- L: latitud medida en grados sexagesimales

Sustituyendo:

- $tm_{12} = 21,3$  °C
- $tm_1 = 4,1$  °C
- $L = 41,31^\circ$

$$I_g = 1,7 [21,3 - 4,1] / \text{sen}(41,31) - 20,4 = 23.89$$



**Tabla 15. Clasificación del clima según el índice de Gorczynski**

Ig		TIPO DE CLIMA
<10		Marítimo
≤10 >20	y	Semimarítimo
≤20 >30	y	Continental
≥ 30		Muy Continental

Según Gorczynski, la zona de estudio presenta un **clima continental**, ya que el valor obtenido está comprendido entre 20 y 30.

#### 1.1.8.2. Índice de Kerner

Este índice se basa en que la cercanía al mar influye generalmente en primaveras más frescas y otoños más cálidos. Por ello, se tienen en cuenta las temperaturas de primavera y otoño en relación con la amplitud térmica. El cálculo de dicho índice se realiza según la siguiente fórmula:

$$Ck = 100 (tmX - tmIV) / (tm12 - tm1)$$

Siendo:

- $tm_x$  : temperatura media del mes de octubre
- $tm_{IV}$ : temperatura media del mes de abril
- $tm_{12}$ : temperatura media del mes con temperatura más alta
- $tm_1$ : temperatura media del mes con temperatura más baja

En este caso:

- $tm_x = 12,9$  °C
- $tm_{IV} = 10,7$  °C
- $tm_{12} = 21,3$  °C
- $tm_1 = 4,1$  °C

$$Ck = 100 (12,9 - 10,7) / (21,3 - 4,1) = 12,79$$

**Tabla 16. Clasificación climática según Kerner**

Ck		TIPO DE CLIMA
≥26		Marítimo
≥18 <26	y	Semimarítimo
≥10 >18	y	Continental
<10		Muy Continental

Según Kerner presenta un **clima continental**, ya que el valor está comprendido entre 10 y 18.

### 1.1.9. Índices climáticos

Estos índices tienen en cuenta las precipitaciones caídas a lo largo del año y las temperaturas como indicador de la energía utilizable para evaporar esa precipitación. Para ello se utilizan distintos índices: Lang, De Martonne, Emberger y Vernet.

#### 1.1.9.1. Índice de Lang

Este índice se calcula teniendo en cuenta las precipitaciones acumuladas anuales totales y la temperatura media anual, según la siguiente ecuación:

$$I = P / t_m$$

Siendo:

- P: precipitación anual (mm.). P = 430.3 mm.
- $t_m$ : temperatura media anual (°C). T = 12.3 °C.

Sustituyendo:

$$I = 430.3 / 12.3 = 34.98$$

Para determinar la clasificación del clima, de acuerdo con este índice, se utiliza la siguiente tabla:

**Tabla 17. Clasificación del clima según el índice de Lang**

Valores de I	Zona de influencias climáticas 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 perhúmedas de prados y tundras

Según la tabla anterior, se trata de una **zona árida**, ya que el valor obtenido se sitúa dentro del intervalo 20-40.

#### 1.1.9.2. Índice de aridez de De Martonne

Permite una primera identificación fitoclimática del mundo, aunque es especialmente efectivo en zonas tropicales y subtropicales. Así, puede calcularse el índice anual según la siguiente fórmula:

$$I = P / (t_m + 10)$$

Siendo:

- P: precipitación anual (mm.). P = 430.3 mm.
- t<sub>m</sub>: temperatura media anual (°C). T = 12.3 °C.

Sustituyendo:

$$I = 430.3 / (12.3 + 10) = 19.29$$

Para determinar el tipo de clima se consulta la siguiente tabla:

**Tabla 18. Clasificación del clima según el índice de De Martonne**

Valores de I	Zona según De Martonne
< 5	Desiertos
5 – 10	Semidesiertos
10 – 20	Semiárido tipo Mediterráneo
20 – 30	Subhúmeda
30 – 60	Húmeda
> 60	Perhúmeda

Según la clasificación anterior, se trata de una **zona semiárida de tipo mediterráneo**.

### 1.1.9.3. Índice de Vernet

Incide sobre la importancia del régimen pluviométrico y viene determinado por la siguiente expresión:

$$I = (+ó-) 100(H - h) T'_{estival} / P_{Pestival}$$

Siendo:

- H: precipitación de la estación más lluviosa (mm)
- h: precipitación de la estación más seca (mm)
- P: precipitación anual (mm)
- P<sub>estival</sub>: precipitación estival (mm), [P<sub>VI</sub>+P<sub>VII</sub>+P<sub>VIII</sub>]
- T'<sub>estival</sub>: media de las temperaturas máximas estivales(°C)
- T'<sub>estival</sub>: [(T<sub>VI</sub>+T<sub>VII</sub>+T<sub>VIII</sub>)/3]

Sustituyendo:

$$I = - 100 X (133.5 - 51.88) X 35 / 430.3 X 51.88 = - 12,80$$

**Tabla 19. Clasificación del clima según el índice de Vernet**

I	TIPO DE CLIMA
>+2	Continental
0 a +2	Oceánico-Continental
-1 a 0	Pseudoceanico
-2 a -1	Oceanico-Mediterraneo
-3 a -2	Submediterraneo
<-3	Mediterráneo

\*Se utiliza el signo – porque el verano es el primero de los mínimos pluviométricos.

Como se puede observar en la tabla, el clima de la zona es **mediterráneo**.

### 1.1.9.4. Índice de Emberger

El índice de Emberger resulta más preciso que los anteriores, pues define un clima mediante cuatro componentes aditivas consecutivas: el género subclimático, el tipo de invierno, y la forma. Para calcularlo, se utiliza la siguiente expresión:

$$Q = K P / (T_{122} - t_{12})$$

Siendo:

- P: precipitación anual (mm.).  $P = 430,3\text{mm}$ .
- $T_{12}$ : temperatura media máxima del mes más cálido ( $^{\circ}\text{C}$ ).  $T_{12} = 25,2 + 273 = 298,2$
- $t_1$ : temperatura media mínima del mes más frío ( $^{\circ}\text{C}$ ).  $t_1 = 0,8 + 273 = 273,8$
- K: como  $t_1 < 0^{\circ}\text{C}$   $K = 2000$   $T_{12}$  y  $t_1$  en  $^{\circ}\text{K}$

$$Q = 2000 \times 441 / [(298,2)^2 - (273,8)^2] = 63,19$$

Consultando el gráfico de “Determinación del género del clima Mediterráneo” se deduce que la zona de estudio está enmarcada en un **clima Mediterráneo templado**.

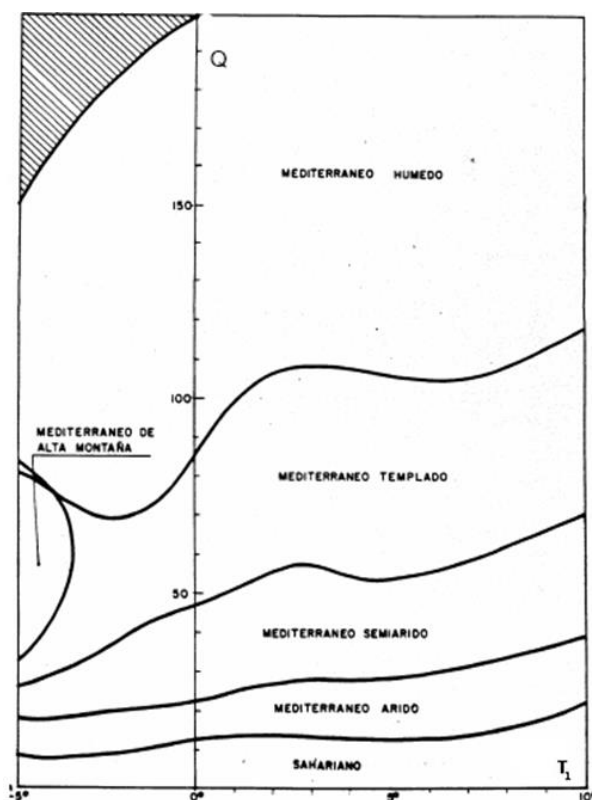


Ilustración 7. Determinación del género de clima según Emberger

- Por tener un género Mediterráneo templado la vegetación que se da, según la tabla, sería el olivo y el alcornoque.
- El tipo de invierno será **frío** con heladas muy frecuentes debido a que  $t_1$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) se encuentra entre  $-3^{\circ}\text{C}$  y  $0^{\circ}\text{C}$ .
- La forma: las estaciones con mayor número de precipitaciones son otoño – primavera.

Según la posición de las subregiones climáticas es inferior

### 1.1.10. 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 20. Datos de precipitación y temperaturas medias

Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Pm[mm]	40,9	27,3	28,8	41,3	50,3	25,3	15,2	11,4	29,6	54,9	49	56,1
Tm[°C]	4,1	5,3	8,6	10,7	14,7	19,6	21,4	21,3	17,9	12,9	7,3	4,4

#### 1.1.10.1. Climodiagrama ombrotérmico de Gausson

Permite identificar el período seco en el cual la precipitación es dos veces inferior a la temperatura media. Para ello, se representa en una gráfica, situando en el eje de abscisas los meses del año mientras que en el de ordenadas representamos las temperaturas (tm) y las precipitaciones (P).

Cuando un mes resulta tener aridez, la curva de precipitación se sitúa por debajo de la temperatura y aparece un área, tanto más extensa, cuanto mayor sea la aridez del clima representado.

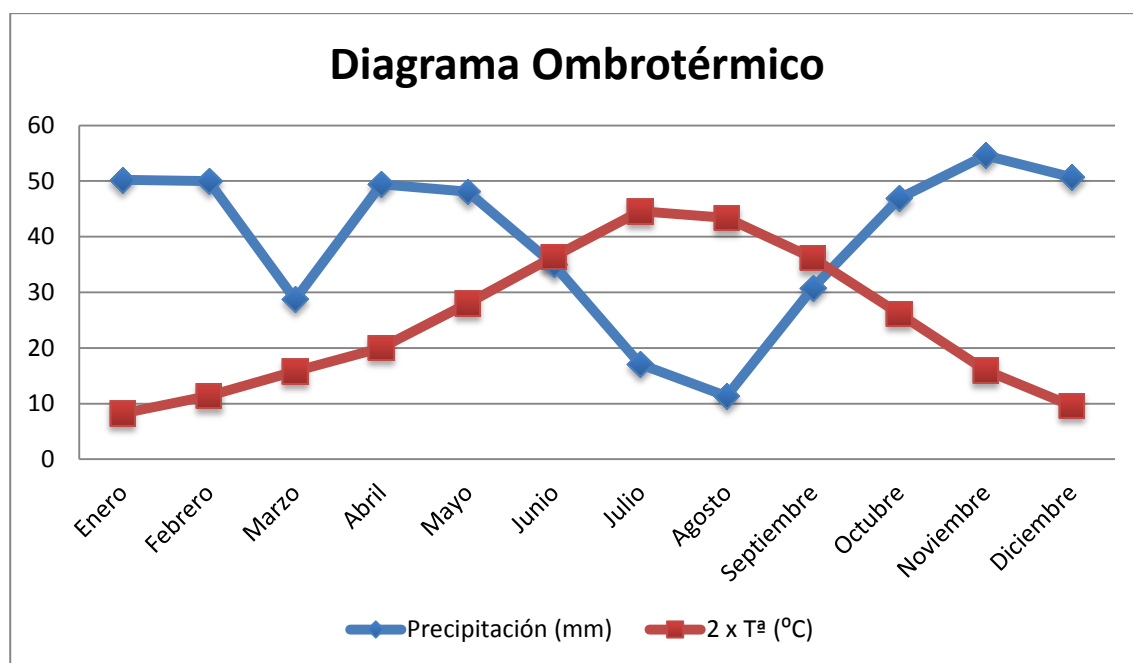


Ilustración 8. Representación del diagrama ombrotérmico

Por lo tanto, según el diagrama ombrotérmico de Gausson, se puede ver que el período de sequía suele durar desde el mes de junio hasta el mes de septiembre.

### 1.1.10.2. 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.

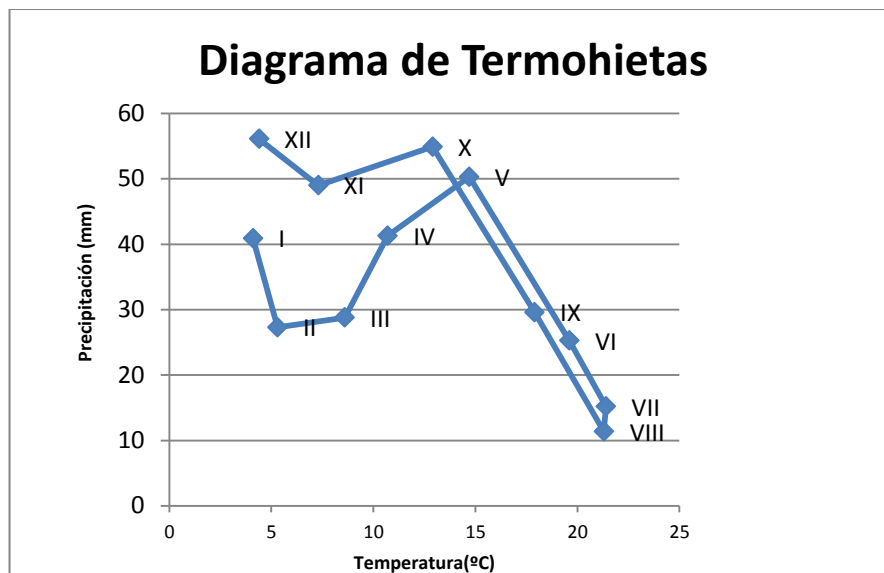


Ilustración 9. Representación gráfica de las termohietas

### 1.1.11. Clasificación de Köppen

Köppen estableció una clasificación climática basada en el grado de aridez y la temperatura, definiendo 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.

La primera categoría climática consta de cinco grupos climáticos, nombrados con una letra mayúscula, que viene definidos por las temperaturas y precipitaciones medias:

Siendo:

- $tm_1$ : t media del mes más frío
- $tm_{12}$ : t media del mes más cálido
- $tm$ : temperatura media anual
- $P$ : precipitación anual
- $P_1$ : precipitación media del mes más seco
- $P_{in}$ : P medias 6 meses más fríos
- $P_{ve}$ : P medias 6 meses cálidos
- $P_{i6}$ : precipitación media máxima (sexto lugar) de los 6 meses más fríos
- $P_{v6}$ : precipitación media máxima de los 6 meses más cálidos
- $P_{i1}$ : precipitación media mínima (primer lugar) de los 6 meses más fríos

- $P_{v1}$ : precipitación media mínima de los 6 meses más cálidos

**Tabla 21. Grupo de clima según Köppen**

Grupo	$tm_1$	$tm_{12}$	Sequedad	Nomenclatura
<b>A</b>	$> 18^{\circ}\text{C}$			Tropical lluvioso
<b>B</b>			$P_{in} > 0,7P$ y $P < 2tm$ ó $P_{ve} > 0,7P$ y $P < 2tm+28$ ó $P < 2tm+14$	Seco
<b>C</b>	$< 18^{\circ}\text{C}$ $> -3^{\circ}\text{C}$	$> 10^{\circ}\text{C}$		Templado húmedo, Cálido Mesotérmico
<b>D</b>	$< -3^{\circ}\text{C}$	$> 10^{\circ}\text{C}$		Boreal, de nieve y bosque, microtérmico
<b>E</b>		$< 10^{\circ}\text{C}$		Polar

**Tabla 22. Subgrupo de clima según Köppen**

	Posible	Condición y significado
<b>s (Sommer)</b>	A, C, D	$P_{i6} > 3P_{v1}$ La estación seca es en verano
<b>w (Winter)</b>	A, C, D	$P_{v6} > 10P_{i1}$ La estación seca es en invierno
<b>f (fehlt)</b>	A, C, D	$P_1 > 6$ No hay estación seca, ni s, ni w
<b>m (Monsum)</b>	A	$6 > P_1 > 10 - 0,04 P$
<b>W (Wüste)</b>	B	$P < tm$ y $P_{in} > 0,7P$ (P máxima invernal) $P < tm+14$ y $P_{ve} > 0,7 P$ (P máxima en verano) $P < tm+7$ y P uniformemente distribuidas
<b>S (Steppe)</b>	B	$tm < P < 2tm$ P máxima invernal $tm+14 < P < 2tm+28$ P máxima en verano $tm+7 < P < 2tm+14$ P uniforme



**Tabla 23. Tipos climáticos según Köppen**

Subdivisión	Condición	G. posibles
<b>a: veranos calurosos</b>	$tm_{12} > 22^{\circ}\text{C}$	C, D
<b>b: veranos cálidos</b>	$tm_9 > 10^{\circ}\text{C}$	C, D
<b>c: veranos cortos y frescos</b>	$tm_{10}$ o $tm_{11}$ o $tm_{12} > 10^{\circ}\text{C}$	C, D
<b>d: inviernos muy fríos</b>	$tm_1 < 3,8^{\circ}\text{C}$	D
<b>h: seco y caluroso</b>	$tm > 18^{\circ}\text{C}$	B
<b>k: seco y frío</b>	$tm < 18^{\circ}\text{C}$ y $tm_{12} > 18^{\circ}\text{C}$	B

Para poder aplicar la clasificación de Köppen se elabora una tabla con las temperaturas medias y precipitaciones de cada mes.

**Tabla 24. Temperaturas medias y precipitaciones de cada mes**

mes	ene	febr	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	X/tot
<b>Tm (°C)</b>	4,1	5,3	8,6	10,7	14,7	19,6	21,4	21,3	17,9	12,9	7,3	4,4	12,35
<b>P (cm)</b>	4,09	2,73	2,88	4,13	5,03	2,53	1,52	1,14	2,96	5,49	4,9	5,61	43,03
<b>P<sub>inv</sub></b>	Precipitación de los meses de invierno (en cm)												24,34
<b>P<sub>v</sub></b>	Precipitación de los meses de verano (en cm)												18,67

Primero se determina el grupo climático: se cumple que  $tm_1 < 18^{\circ}\text{C}$  y  $tm_1 > -3^{\circ}\text{C}$ , por lo que pertenece al grupo climático **C**.

El subgrupo climático al que pertenece es el **s**, pues se cumple que  $P_{i6} > 3 P_{v1}$ , ya que:

$$P_{i6} = P_{XI} = 4,93 \text{ cm y } P_{v1} = P_{VIII} = 1,36 \text{ cm.}$$

En relación con la subdivisión climática la zona de estudio se corresponde con la **b**, puesto que  $tm_9 = 17,1^{\circ}\text{C} > 10^{\circ}\text{C}$ .

Por lo tanto el clima se puede clasificar como **Csb**, es decir, clima templado húmedo, cálido mesotérmico, con estación seca en verano y de veranos cálidos.

### 1.1.12. Cálculo de horas frío

El cálculo de horas frío permite conocer las condiciones del reposo invernal en la zona de estudio

Para el cálculo de este parámetro se utilizan dos métodos: el método de Weimberger y el método de Mota.

### 1.1.12.1. Método de Weimberger

Establece una correlación entre el número de horas-frío y la media de las temperaturas medias de los meses de diciembre y enero. La correlación se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 25. Correlación entre temperatura media y número de horas frío**

<b>t</b>	13,2	12,3	11,4	10,6	9,8	9	8,3	7,6	6,9	6,3
<b>Hf</b>	450	550	650	750	850	950	1.050	1.150	1.250	1.350

Siendo:

- t: Media de las temperaturas medias de los meses de diciembre y enero
- Hf: Horas-frío (horas < 7 °C)

Como las temperaturas medias del mes de diciembre y enero son 4,4°C y 4,1°C, valores inferiores a los que aparecen en la tabla, se concluye que en la zona se superan las 1350 horas frío.

### 1.1.12.2. Método de Mota

Este método calcula las horas-frío mensuales durante el período de reposo, comprendidas entre los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero. Se calcula según la siguiente fórmula:

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

Siendo.:

- Y: número de horas frío mensual
- X: temperatura media mensual
- Nº horas-frío Noviembre =  $485,1 - 28,52 * 7,3 = 276,9$
- Nº horas-frío Diciembre =  $485,1 - 28,52 * 4,4 = 359,6$
- Nº horas-frío Enero =  $485,1 - 28,52 * 4,1 = 368,2$
- Nº horas-frío Febrero =  $485,1 - 28,52 * 5,3 = 333,9$
- Total horas – frío = 1338,6 horas frío

### 1.1.13. Evapotranspiración

Se define como la pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa, junto con la pérdida por transpiración de las plantas. Por lo tanto, el cálculo de la ET se usa para saber el agua que necesitan las plantas para su correcto desarrollo y poder establecer así necesidades y calendario de riegos.

Para su determinación se ha utilizado el método de Penman-Monteith, debido a que es el método recomendado por la FAO. La ecuación FAO Penman-Monteith para el cálculo de la evapotranspiración es la siguiente:

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

Donde:

- ETo: evapotranspiración de referencia (mm/día).
- Rn: radiación neta de la superficie de cultivo (MJ/m<sup>2</sup>·día).
- Ra: radiación extraterrestre (mm/día).
- G: flujo de calor del suelo (MJ/m<sup>2</sup>·día).
- T: temperatura media del aire a 2 m de altura (°C).
- u<sub>2</sub>: velocidad del viento a 2 m de altura (m/s).
- e<sub>s</sub>: presión de vapor de saturación (kPa).
- e<sub>a</sub>: 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 26. Datos de evapotranspiración**

	En	Feb	Mar	Ab	May	Jun	Jul	Ag	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
<b>ETo (mm/mes)</b>	11	15,2	32	47,7	89,7	124,1	167	143	98,9	61,6	21,9	7,8	819,4

### **1.1.14. Conclusiones**

El clima se corresponde con un clima mediterráneo de interior, con estación seca y calurosa en verano y fría y húmeda en invierno. Hay un fuerte contraste entre verano e invierno en cuanto a temperaturas y precipitaciones, concentrándose la mayor parte de éstas en otoño y primavera.

#### **1.1.14.1. Temperaturas**

Las temperaturas presentan unos amplios contrastes entre los meses de verano e invierno, por lo que para analizar las conclusiones de forma correcta, se deberán analizar por un lado las temperaturas invernales y por otro las primaverales y estivales.

##### **1.1.14.1.1. Temperaturas invernales**

En el área de estudio del proyecto se alcanzan temperaturas muy bajas durante los meses de reposo, pudiéndose alcanzar valores de  $-11,2\text{ }^{\circ}\text{C}$  en los casos más extremos. Estas temperaturas no van a producir ningún tipo de daños al cultivo del almendro, ya que esta especie durante el periodo del reposo es capaz de soportar temperaturas inferiores a  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

En cuanto a requerimientos de horas-frío, el almendro tiene unas necesidades relativamente bajas en comparación a otros frutales de clima templado, ya que tan solo necesita entre 100 y 500 horas-frío, dependiendo de variedades. Dado que en la zona de estudio, se alcanzan valores superiores a 1.300 horas-frío se puede asegurar que esta especie va a cubrir sobradamente sus exigencias en frío.

##### **1.1.14.1.2. Temperaturas primaverales**

Las heladas primaverales son uno de los factores más determinantes en la viabilidad del cultivo del almendro. En la zona de estudio, se registran heladas frecuentes hasta primeros de abril, reduciéndose su frecuencia e intensidad a partir de esas fechas, hasta llegar a ser muy débiles y poco probables a finales de ese mismo mes.

Por lo tanto, resulta un factor determinante en la elección de variedades a establecer en la plantación. En consecuencia, será necesario elegir variedades de floración extratardía, que florezcan a partir de mediados de abril, evitando de este modo daños en esta fase tan delicada del ciclo reproductivo.

##### **1.1.1.1.1. Temperaturas estivales**

El almendro es un árbol de clima templado-cálido, por lo que es muy resistente a las altas temperaturas estivales. En España, tradicionalmente, se ha cultivado mayormente en áreas del Levante peninsular, dónde se producen temperaturas muy altas y frecuentes durante los meses de verano, que por lo general no producen daños al cultivo.

En la zona de ubicación del proyecto, donde en el caso más extremo se alcanzan 38,4 °C no es de esperar que se produzcan problemas sobre el cultivo.

#### 1.1.14.2. Precipitaciones

En Granja de Moreruela la media anual es de 430 mm, que se reparten de forma más abundante en primavera y otoño, siendo muy poco frecuentes en los meses de verano. Las máximas necesidades hídricas se producen desde la floración hasta el llenado del fruto, coincidiendo con el período de mayor escasez de lluvias.

En consecuencia, resultaría muy poco rentable su cultivo en seco, por lo que para buscar una mayor rentabilidad, se hace inevitable instalar un sistema de riego de apoyo que permita cubrir las necesidades totales y asegurar una producción estable y de calidad.

#### 1.1.14.3. Otros parámetros

Debido a la baja intensidad y frecuencia del viento, especialmente durante la época de floración, no es de esperar que se produzcan problemas de polinización.

El pedrisco, suele ser el elemento climático que más daños produce en las plantaciones frutales. Sin embargo, debido a la baja frecuencia con la que se producen este tipo de tormentas, no es previsible que se produzcan daños destacables en el cultivo.

#### 1.1.14.4. Conclusión final

Se puede concluir, que desde el punto de vista climático, el almendro es un cultivo perfectamente viable en la zona, 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.

## 1.2. Estudio edafológico

### 1.2.1. Caracterización de la zona

Las parcelas en las que se va a localizar el proyecto están ubicadas en la hoja 340 del Mapa Geológico de España. Los materiales que aparecen principalmente en esta hoja son terciarios y cuaternarios y cubren discordantemente a otros materiales paleozoicos que forman el basamento de la cuenca. Estos últimos emergen paulatinamente hacia el oeste de la hoja, formando largas y escarpadas sierras que comienzan por pequeños asomos.

El paleozoico pertenece al dominio del Olla de Sapo y la serie pertenece en su totalidad al Ordovícico.

Las series terciarias pertenecen al Paleógeno y Neógeno.

Entre los depósitos cuaternarios, son los fluviales los de más amplio desarrollo, tanto por su extensión como por la importancia de los aterrazamientos.

En la zona aparecen predominantemente materiales del Neógeno inferior, constituidos principalmente por conglomerados cuarcíticos rojos, arenas, limos y arcillas.

También aparecen afloramientos del paleógeno inferior compuestos por conglomerados y areniscas silíceas, y pueden observarse sedimentos cuaternarios aluviales manifestados en limos, que aparecen debido a la presencia de los arroyos colindantes.

Además pueden aparecer mezclados con los materiales del Neógeno inferior materiales del Neógeno medio – superior formado por limos y arenas ocres en los que se pueden observar brechas ferruginosas.

El origen de esta morfología sería la erosión causada por el viento sobre los relieves montañosos que delimitan la cuenca, y su posterior deposición mediante la acción de las aguas corrientes. Todo esto estuvo favorecido por un clima semiárido estacional, más fresco y seco que el actual, el cual beneficiaría el arrastre de los materiales.

A continuación se presenta la hoja del Mapa Geológico de la cual se han obtenido los datos referentes a la geología y geomorfología en el término municipal de Granja de Moreruela.

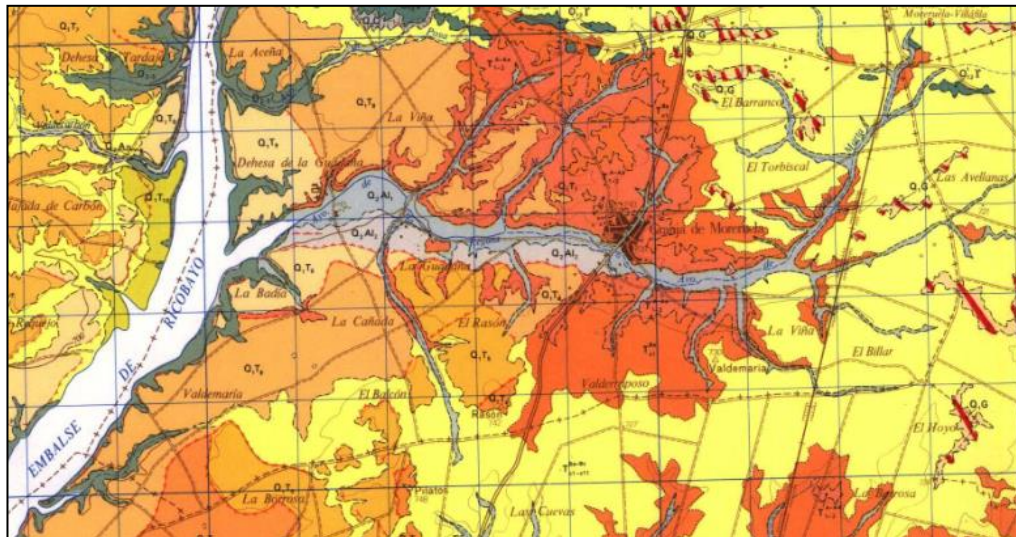


Ilustración 10. Extracto de la geomorfología: Hoja 340: "Manganeses de la Lampreana"

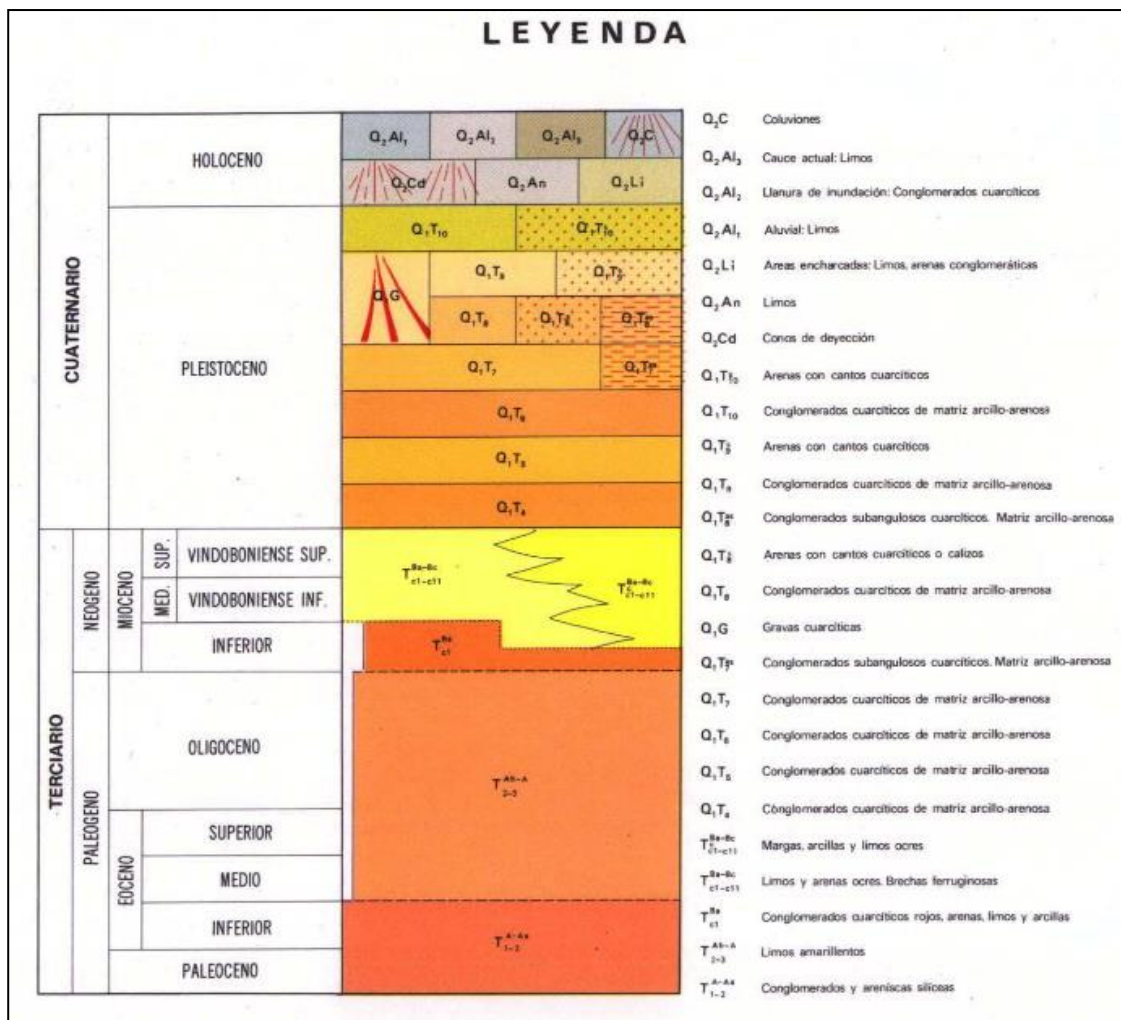


Ilustración 11. Leyenda de la geomorfología

### 1.2.2. Toma de muestras

Debido a que sería imposible analizar toda la parcela entera, se intentarán tomar muestras que sean lo más representativas posibles de la realidad de la parcela en su conjunto. Para ello, no hay mejor forma que un previo análisis visual de la finca y poder comprobar así todas las diferencias de terreno que haya. En este caso, el terreno es bastante homogéneo en cuanto a propiedades físicas y relieve, por lo que se supone que las propiedades químicas también serán similares, ya que el uso y el manejo agrícola del suelo siempre ha sido el mismo en toda la parcela.

Para ello, se recogen muestras de distintos puntos aleatorios de la parcela y finalmente, se mezclan para su posterior análisis. Así 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.

### 1.2.3. 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 27. Resultado del análisis de suelo

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO			
PARÁMETROS	CANTIDAD	MÉTODO	VALORACIÓN
Profundidad libre	2,00 m	Calicata	Sin problemas
Arena	59,60%	ISSS	Alto
Limo	16,15%	ISSS	Bajo
Arcilla	24,25%	ISSS	Normal
Textura		ISSS	Franco arcillo arenosa
Estructura			Terrosa
Ph	6,85	1 : 2,5	Neutro
Carbonatos	1,20	Calcímetro	Muy bajo
Caliza activa	0	Calcímetro	Muy bajo
Conductividad E.	0,11 mmhos/cm	1 : 2,5	No salino



<b>Materia orgánica</b>	1,25%	Walkey-Black	Baja
<b>Fósforo</b>	14,65 ppm	Olsen	Normal
<b>Potasio</b>	140,57 ppm	Emisión atómica	Normal
<b>Calcio</b>	10,39 meq/100g	Absorción atómica	Normal
<b>Magnesio</b>	2,15 meq/100g	Absorción atómica	Normal
<b>Sodio</b>	0,20 meq/100g	Emisión atómica	Muy bajo

## 1.2.4. Interpretación de los resultados

### 1.2.4.1. Características físicas

#### 1.2.4.1.1. Profundidad

La profundidad del suelo se ha determinado mediante una calicata, donde se han obtenido los siguientes horizontes en todo el perfil excavado:

**Ap (0 – 20 cm):** Se corresponde a un horizonte de diagnóstico “úmbrico”, con más de 18 cm de espesor, correspondiéndose con una proporción mayor de 1/3 del espesor del “solum”. El contenido en materia orgánica es superior al 1% y el pH tiene un valor de 6,8, lo que determina un grado de saturación en bases inferior al 50%. Es un horizonte que se caracteriza por estar perturbado por el laboreo agrícola, presentando una textura franca y un color pardo oscuro.

**Bw (20 – 50 cm):** Es un horizonte cámbico. El color que presenta varía en diversas tonalidades de ocres algo anaranjados o amarillentos, apareciendo en algunas zonas tonalidades algo más rojizas, apenas apreciables. En una visión global de horizonte, se puede decir que presenta colores pardos algo más claros que en el horizonte superior. Presenta una textura franco – arcillo – arenosa y su estructura está formada principalmente por bloques angulares. El nivel de materia orgánica es inferior al 1% y el pH tiene un valor de 6,4, lo que determina que la saturación en bases sea menor al 50%.

**C: (> 50 cm):** Es el horizonte mineral que se corresponde a material geológico no consolidado formado a partir de limos y arenas ocres pertenecientes al Neógeno.

Una vez diferenciados y analizados todos los horizontes del suelo, se concluye que el tipo de suelo que aparece de forma mayoritaria y homogénea en las parcelas, se corresponde con un **cambisol crómico**.

Debido a que el suelo presente una profundidad superior a 2 metros, el desarrollo de las raíces no se va a ver afectado de ninguna manera, por lo que el perfil del suelo es apto para el cultivo frutal.

#### 1.2.4.1.2. Textura

La textura refleja la distribución cuantitativa de los diferentes componentes del suelo. Ordenados de mayor a menos tamaño serían elementos gruesos, arena, limo y arcilla. Sin embargo, para el análisis se prescinden de los elementos gruesos y únicamente se tienen en cuenta los elementos más finos. Debido a que la parcela no presenta una pedregosidad importante, el análisis será bastante fiable.

El suelo donde se va a implantar el cultivo tiene una textura franco arcillo arenosa, por lo que aunque sea un poco más fina de lo deseable, no se van a producir problemas de asfixia radicular.

En conclusión se puede decir que la parcela presenta una textura adecuada para el cultivo de cualquier especie, ya sea herbácea o leñosa.

#### 1.2.4.1.3. 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 que presenta el suelo, por lo que tampoco se esperan problemas al respecto.

#### 1.2.4.1.4. 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.

#### 1.2.4.2. Características químicas

##### 1.2.4.2.1. Alcalinidad

Para analizar el riesgo de alcalinidad se deben tener en cuenta tres parámetros: pH, contenido en carbonatos y caliza activa. Debido a que el suelo es neutro, no se presentará ningún problema de alcalinidad, ya que el contenido en carbonatos y de caliza activa son muy bajos, 1,20% y prácticamente nulo, respectivamente.

#### 1.2.4.2.2. Salinidad

La salinidad es un problema que hace referencia al contenido total de sales en un suelo. Sin embargo, el suelo analizado presenta una conductividad eléctrica muy baja, por lo que no aparecerán problemas de salinidad.

#### 1.2.4.2.3. Fertilidad

La fertilidad de un suelo está directamente relacionada con el contenido total de materia orgánica y con la disponibilidad de los distintos elementos nutritivos que en él se encuentran. En los análisis se consideran aquellos elementos de baja movilidad en el perfil del suelo. Así, por ejemplo, pese a que el nitrógeno sea el macronutriente más importante en las plantas, no se tiene en cuenta en los análisis de fertilidad, al menos a medio-largo plazo, debido a que es muy móvil y puede ser perdido por lixiviación. Por ello, solamente se tienen en cuenta el fósforo, potasio y magnesio.

El contenido en materia orgánica es del 1,25 %, por lo que se trata de un nivel bajo para el cultivo frutal. Por lo tanto, se realizará una enmienda orgánica que permita subirlo hasta el 2%.

En cuanto al contenido de nutrientes del suelo del proyecto es normal, por lo que no cabe esperar carencias de ninguno de estos elementos. Sin embargo, algunas veces existen ciertos elementos que actúan como antagonistas, es decir, pese a que se encuentren entre valores adecuados, el exceso de otros, puede causar carencias en estos primeros. Por ello, conviene analizar las relaciones Ca / Mg, Mg / K y (Ca + Mg) / K

$$\text{Relación Ca / Mg} = 10,39 / 2,15 = 4,83$$

Una relación de 4,83 (Ca/Mg) se considera un valor normal ya que el rango ideal está comprendido entre 2 y 5.

$$\text{Relación Mg / K} = 2,15 / 0,36 = 5,97$$

Se consideran aceptables valores entre 1 y 18, por lo que la relación es adecuada.

$$\text{Relación (Ca + Mg) / K} = (10,39 + 2,15) / 0,36 = 34,83$$

Cuando la relación es superior a la unidad se considera adecuada, por lo que el suelo no presentará carencias de ninguno de estos nutrientes.

### 1.2.5. Relaciones suelo-agua

#### 1.2.5.1. 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. Así, para calcular dicho

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

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

Siendo:

- 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.

Por lo tanto, al sustituir en la ecuación anterior resulta:

$$Cc = 0,484 * 24,25 + 0,162 * 16,15 + 0,023 * 59,60 + 2,62 = 18,34 \%$$

La capacidad de campo del suelo es del 18,34 %, lo que quiere decir que por cada 100 g de suelo hay 18,34 g de agua

#### 1.2.5.2. Punto de marchitez

El punto de marchitez indica el límite de humedad mínimo para que la planta puede extraer agua, es decir, para que la planta pueda absorber agua del suelo, debe haber una humedad superior al punto de marchitez. Cuanto más fina es la textura de un suelo mayor será el punto de marchitez.

Por ello, se calcula de forma similar a la capacidad de campo, según la siguiente fórmula:

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

Siendo:

- 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.

Al sustituir en la ecuación resulta:

$$Pm = 0,302 * 24,25 + 0,102 * 16,15 + 0,0147 * 59,60 = 9,85 \%$$

El punto de marchitez es del 9,85 %, lo que quiere decir que debe de haber al menos 9,85 g de agua por cada 100 g de suelo para que las plantas puedan extraer esa agua.

### 1.2.5.3. Agua disponible

Se trata de conocer el agua que hay realmente disponible para las plantas, es decir, conocer la cantidad que es posible que extraigan. Dicha cantidad vendrá determinada por la diferencia entre la capacidad de campo y el punto de marchitez.

Por lo tanto:

$$\text{Agua disponible} = 18,34 \% - 9,85 \% = 8,49 \%$$

El agua disponible del suelo será del 8,49 %, expresado en porcentaje de suelo seco.

### 1.2.5.4. Conclusiones

El suelo presenta unas características físicas adecuadas para el cultivo frutal, ya que tiene una profundidad superior a los dos metros, la estructura es terrosa, por lo que también es favorable, al igual que su permeabilidad. La textura es franco arcillo arenosa, que es algo más fina de lo ideal, aunque no lo suficiente para que se produzcan problemas de asfixia radicular. Además, en este proyecto, se van a utilizar patrones de ciruelo, que son los que mejor vegetan en suelos de textura fina, por lo que no se van a producir problemas en este aspecto.

Los valores de alcalinidad y caliza activa son tan bajos que no van a producir problemas de alcalinidad en el cultivo del almendro. Sin embargo, por tratarse de una especie calcícola, será interesante la aplicación de fertilizantes con calcio para cubrir sus necesidades en este elemento. Se trata de un suelo no salino, por lo que tampoco se producirán problemas en este aspecto.

La fertilidad del suelo viene determinada por el contenido de materia orgánica y la disponibilidad de nutrientes. El contenido de materia orgánica es relativamente bajo, ya que es del 1,25 %, por lo que será necesario realizar una enmienda orgánica suficiente para elevar el contenido hasta, al menos, el 2 %. En cuanto a la disponibilidad de nutrientes es normal, por lo que no se deberán producir carencias de elementos. Además las relaciones Ca/Mg, Mg/K y (Ca + Mg) / K son adecuadas. Por lo tanto, no será necesario ningún abonado mineral de fondo previo a la plantación, por lo que bastará únicamente con la enmienda orgánica.

### 1.3. Análisis del agua de riego

#### 1.3.1. 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 de una profundidad de 100 metros con abundante reserva de agua.

Se ha tomado una muestra de agua en un recipiente limpio de 1,5 l de capacidad y se ha llevado a analizar al Laboratorio Tecnológico Agrario (ITAGRA) de Palencia.

#### 1.3.2. Resultados del análisis

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

**Tabla 28. Resultado del análisis de agua**

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>
CE	0,686 mmhos/cm
pH	7,3
Bicarbonatos	2,27 meq/l
Carbonatos	0,20 meq/l
Cloruros	2,79 meq/l
Sulfatos	1,6 meq/l
Nitratos	0,18 meq/l
Nitritos	0,002 meq/l
Magnesio	1,25 meq/l
Calcio	4,6 meq/l
Sodio	1,01 meq/l
Potasio	0,16 meq/l
RAS	0,59
Clasificación	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>

### 1.3.3. Interpretación de los resultados

#### 1.3.3.1. Salinidad

El criterio de salinidad evalúa el riesgo de que el uso del agua ocasione altas concentraciones de sales en el suelo, con el correspondiente efecto sobre las fuerzas osmóticas y de retención de las partículas de agua en el suelo, lo que deriva en una disminución del rendimiento de los cultivos.

En laboratorio, la salinidad se determina mediante la conductividad eléctrica, medida en mmhos/cm. Para determinar si un agua es apta para el riego en cuanto a su concentración en sales, ésta deberá ser menor que 1 g/l.

La concentración de sales disueltas se calcula a partir de la conductividad eléctrica, siguiendo esta ecuación:

$$SD = 0,64 * CE$$

Donde:

- SD: Concentración de sales disueltas
- CE: Conductividad eléctrica, en mmhos/cm

Sustituyendo:

$$SD = 0,64 * 0,69 = 0,44 \text{ g/l}$$

Dado que la concentración de sales es de 0,44 g/l, se puede decir que el agua analizada es apta para el riego, puesto que es menos que 1 g/l.

#### 1.3.3.2. pH

El pH del agua de riego está muy determinado por la geología de la zona, puesto que se trata de un sondeo. Así el agua, llevará en disolución en mayor concentración, aquellas sales más solubles y abundantes en el perfil del suelo. Por lo tanto, cabe esperar una estrecha relación entre el pH del suelo y el pH del agua, en caso de que el perfil del suelo sea homogéneo en profundidad.

Se considera un agua apta para el riego aquella que tiene un pH comprendido entre 6 y 8,5. El agua analizada presenta un pH de 7,3, perfectamente apto para el riego.

#### 1.3.3.3. Sodicidad

Analiza el riesgo de sodificación del suelo debido al agua de riego. Cuando el sodio se incorpora al suelo, deteriora su estructura, dispersando el suelo en partículas pequeñas que terminan por tapar los poros y en consecuencia, se reduce drásticamente la velocidad de infiltración del agua. El efecto contrario, de mejorar la estructura, lo producen el calcio y el magnesio, por lo que para conocer el verdadero

problema de sodicidad, hay que establecer una relación entre la proporción de cationes de sodio respecto a la suma de cationes de calcio y magnesio.

Para medir la sodicidad del agua, tradicionalmente se ha empleado el índice Relación de Absorción de Sodio (RAS), pero actualmente la FAO recomienda utilizar el RAS ajustado, que fue creado en 1968 por Bower et al. A continuación se han calculado ambos métodos:

- RAS

Para el cálculo del RAS se utiliza la siguiente expresión:

$$RAS = Na + / [(Ca^{2+} + Mg^{2+})/2]^{1/2}$$

Los cationes se expresan en meq/l, y como es de esperar a medida que aumenta el RAS, aumenta el poder sodificante del agua de riego.

Sustituyendo, se obtiene:

$$RAS = 1,01 / [(4,6 + 1,25)/2]^{1/2} = 0,59$$

Para clasificar el valor obtenido se utiliza la siguiente tabla:

**Tabla 29. Peligrosidad del agua según la concentración de RAS**

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 <sup>2+</sup> y en materia orgánica
>26	Muy alta	No utilizable

Dado que el valor del RAS del agua analizada se encuentra dentro del primer rango, se puede decir que esta agua es perfectamente utilizable en cualquier tipo de suelo, sin presentar riesgo de sodicidad.

- RASaj

La FAO introduce un nuevo factor en el RAS previamente calculado. Así se tiene en cuenta la presencia de carbonatos y bicarbonatos en el agua de riego. Esta nueva expresión del RASaj sería la siguiente:

$$RAS_{aj} = RAS (1 + (8.4 - pH_c))$$



Siendo:

- 8,4: pH del agua destilada e nequilibrio con el  $\text{CaCO}_3$
- pHc: ph teórico del agua an contacto con la calcita y en equilibrio con el  $\text{CO}_2$ . Se calcula utilizando la siguiente expresión:

$$pHc = (pK2 - pKc) + p(Ca + Mg) + p(Alk)$$

Dónde (todas las concentraciones son medidas en meq/l):

- pK2 y pKc son los logaritmos con signo cambiado de la segunda constante de disociación del  $\text{H}_2\text{CO}_3$  y de la constante de solubilidad del  $\text{CaCO}_3$ .
- p (Ca + Mg) es el logaritmo negativo de la concentración de  $(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$
- p (Alk) es el logaritmo negativo de la concentración equivalente de  $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$

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

$$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+ = 4,6 + 1,25 + 1,01 = 6,86 \text{ meq/l, siendo } (pK'2 - pK'c) = 2,2$$

$$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} = 4,6 + 1,25 = 5,85 \text{ meq/l, siendo } p(Ca + Mg) = 2,6$$

$$\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^- = 0,2 + 2,27 = 2,47 \text{ meq/l, siendo } p(Alk) = 2,7$$

$$\text{Por lo tanto: } pHc = 2,2 + 2,6 + 2,7 = 7,5$$

Sustituyendo en la ecuación del RAS ajustado se obtiene:

$$Ras_{aj} = 0,59 (1 + (8,4 - 7,5)) = 1,12$$

Para clasificar el valor del RAS ajustado se utiliza la siguiente tabla:

**Tabla 30. 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 (1,12), se puede decir que el agua es totalmente apta para el riego, puesto que no hay riesgo alguno de sodificación.

### 1.3.3.4. Índice de Eaton o del Carbono Sódico Residual (CSR)

Este índice estima la capacidad degradante del agua e indica la peligrosidad del sodio una vez que han reaccionado los cationes calcio y magnesio con los aniones carbonato y bicarbonato. Para su cálculo se utiliza la siguiente fórmula, expresando los iones en meq/l:

$$C.S.R. = (CO_3^{2-} + CO_3H) - (Ca^{2+} + Mg^{2+})$$

Por lo tanto, sustituyendo en la anterior ecuación queda:

$$C.S.R. = (0,2 + 2,27) - (4,6 + 1,25) = -3,38 \text{ meq/l}$$

Según el resultado obtenido se puede clasificar el agua como recomendable, puesto que se considera apta para el riego cuando presenta valores inferiores a 1,25 meq/l.

### 1.3.3.5. Dureza

La dureza se define por el contenido en Ca y Mg (dureza total). Suele expresarse en mg/l de CaCO<sub>3</sub> o bien en grados franceses (°F). (1 F = 10 mg/l de CaCO<sub>3</sub>), 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<sub>3</sub>, pudiendo llegar a 2000 o más. El agua analizada para el riego presenta unos valores de calcio y magnesio de 4,6 meq/l y 1,25 meq/l, respectivamente. Convirtiéndolos en mg/l son 92 mg/l de calcio y 15 mg/l de magnesio. Para conocer la interpretación se debe transformar a grados franceses, según la siguiente expresión:

$$hF^{\circ} (\text{mg/l CaCO}_3) = Ca_2 + \left(\frac{mg}{l}\right) * 0,25 + Mg_2 + \left(\frac{mg}{l}\right) * 0,413$$

Sustituyendo:

$$hF^{\circ} = 92 * 0,25 + 15 * 0,413 = 38,41^{\circ}F$$

Para determinar la clasificación del agua analizada se consulta la siguiente tabla:

**Tabla 31. Clasificación del agua según su dureza**

Dureza (en mg/l CaCO <sub>3</sub> )	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 deberá ocasionar problemas de obturación de los goteros.

### 1.3.3.6. Norma Riverside para la 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). 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.

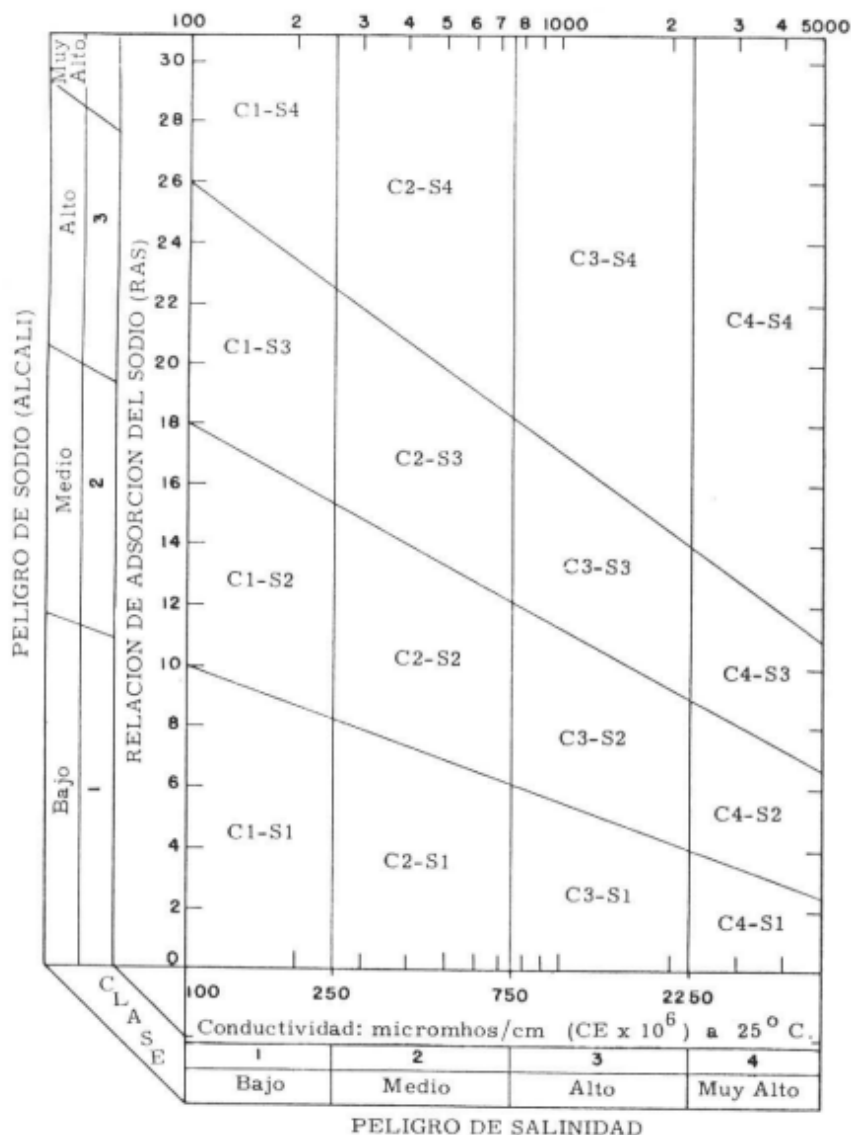


Ilustración 12. Determinación de la clasificación del agua de riego según la Norma Riverside

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

- $C_2$ : 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.
- $S_1$ : 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.

#### **1.3.4. Conclusiones**

Se puede decir que el agua es perfectamente apta para el riego y el resto de usos previstos en el proyecto. Se tendrá en cuenta la pequeña concentración de sales a lo largo de la vida de plantación, y en caso de que se viera necesario se podrían dar riegos en exceso para lavar la posible concentración de sales dentro del perfil.

Debido a la dureza moderada del agua, podrían llegar a presentarse problemas en la obturación de los goteros, pero que sería solventado con la adición de ácido nítrico durante los riegos que se consideraran necesarios.

En cuanto al resto de parámetros analizados, se concluye que el agua es perfectamente apta para el riego.

## 1.4. Estudio de mercado

### 1.4.1. Introducción

El almendro, *Prunus dulcis*, es un árbol caducifolio de la familia de las rosáceas, que tiene gran interés económico debido a que sus semillas son comestibles, llamadas almendras.

El almendro tiene sus orígenes en las regiones montañosas de Asia Central, mientras que en España se lleva cultivando durante más de 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.

Su cultivo, tradicionalmente, ha sido en las zonas costeras, sobre todo en el levante peninsular, donde el clima le es más favorable. No obstante, poco a poco se fue extendiendo hacia el interior peninsular, donde ha sido tratado como un cultivo marginal, debido a su gran rusticidad. En la mayoría de los casos ocupaba terrenos marginales, los cuales no podían ser utilizados para otro fin debido a su gran pendiente, por lo que se ha considerado un cultivo de sujeción del terreno como lucha contra la erosión de estas zonas tan inclinadas. No obstante, pese a que fuera escasa la producción de almendra, con unos rendimientos que solían estar alrededor de los 150 kg/ha, ha complementado las rentas de los agricultores.

A pesar de su interés económico no fue hasta los años 70 cuando se empezó a trabajar en programas de mejora genética del almendro, tratando de buscar ciertas variedades que soportasen mejor las bajas temperaturas de la meseta peninsular. Estos programas de mejora han sido llevados a cabo por distintos centros públicos, como el CITA de Aragón, el IRTA de Cataluña o el CEBAS-CSIC de Murcia.

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.

Así, se están pasando de densidades de plantación de menos de 100 árboles/ha en el cultivo tradicional a intensidades superiores a 300 árboles/ha en intensivo o alrededor de 2.000 árboles/ha en superintensivo, dependiendo de variedades. Evidentemente, con un aumento de la densidad y unas adecuadas técnicas de fertilización, riego y manejo, se podrán alcanzar los rendimientos que se están obteniendo en California, y sólo así se podrá entender el interés económico que está

despertando su cultivo en la actualidad, puesto que como se ha estado manejando de forma tradicional sería económicamente inviable.

A pesar de que nuestro país cuente con la mayor superficie dedicada a este cultivo a nivel mundial, seguido de EEUU; en cuanto a producción, las cifras cambian completamente: solamente el 5% de la producción mundial es producida por España, mientras que EEUU produce cerca del 80% de almendra a nivel global y Australia alrededor del 8%. Por lo tanto, viendo estos datos, nos podemos dar cuenta del amplio recorrido que le queda a España en este campo.

A todo este elevado potencial que queda por explotar, hay que sumarle la creciente demanda que se está produciendo a nivel mundial y que al ser una especie de clima templado, su cultivo está muy limitado a nivel mundial. No cabe duda de que se trata de un alimento de moda, ya que cuenta con una infinidad de propiedades: la almendra como fruto seco es rica en vitamina E, una vitamina deficitaria en nuestra dieta y que ejerce un papel antioxidante, contiene muchas proteínas, es rica en ácidos grasos no saturados y fósforo, por lo que estimulan el rendimiento intelectual, tiene propiedades analgésicas, anti-inflamatorias,.. Además, el abanico de utilización de almendra se está ampliando hasta la elaboración de cosméticos: tales como aceites para el cuidado de la piel, ya que combate la dermatitis, psoriasis, quemaduras, pieles secas, estreñimiento,... y hasta es utilizada en perfumería por su aroma.

A todos estos beneficios, se les puede sumar los problemas de sequía y salinidad que están teniendo en EEUU, así como a los de senescencia de las plantaciones americanas, ya que han superado o, al menos, están muy cerca de su valor límite de vida útil y necesitarían ser renovadas, puesto que cuentan con una antigüedad de 25 a 30 años.

Todo este escenario parece ser favorable para aprovechar esta situación a nivel mundial y poder beneficiarnos de los altos precios del mercado. Quizá, puede ser que estemos ante el inicio de una posible burbuja de la almendra, pero al menos, hasta medio plazo no parece factible, ya que, previamente se debería abastecer esta fuerte demanda de los mercados y al menos, de momento, no parece tarea fácil. Por ello, al realizar una plantación en superintensivo, se acorta la vida útil de la plantación, a la vez que se adelanta su entrada en producción, pudiendo aprovechar con mayor rapidez los precios actuales del mercado, al mismo tiempo que se reduciría el riesgo de caer en la posible burbuja del medio-largo plazo.

Observando el mercado, las previsiones de la demanda mundial de almendras son de un crecimiento anual superior al 5% y se espera que países como India y China multipliquen por 15 su consumo interno. La producción nacional está en torno a las 50.000 toneladas métricas, pero la industria española procesa anualmente en torno a 130.000 tm, por lo que solamente abastecemos el 38% de la demanda nacional. Este escenario ha dado una situación de precios al alza, habiendo pasado de 3 €/kg de almendra en grano a, en ciertos momentos, 9 o 10 €/kg. Sin embargo, en un par de años se prevé que se duplique la producción nacional y en tres años se triplique, abasteciendo así la demanda nacional. Por todo ello, deberemos tener en cuenta que aunque aún haya mucho margen económico en el cultivo, estos precios tan altos, poco

a poco se irán estabilizando en otras cifras, aunque también rentables, no tan disparatadas.

Por todos estos motivos, el cultivo del almendro ha despertado gran interés, que unido al fácil manejo y a la obtención de nuevas variedades de floración extratardía, facilitará la expansión del cultivo por todo el país, alcanzando la Meseta Norte, donde se ubicará dicho proyecto.

### **1.4.2. Situación global**

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 y de comunidad.

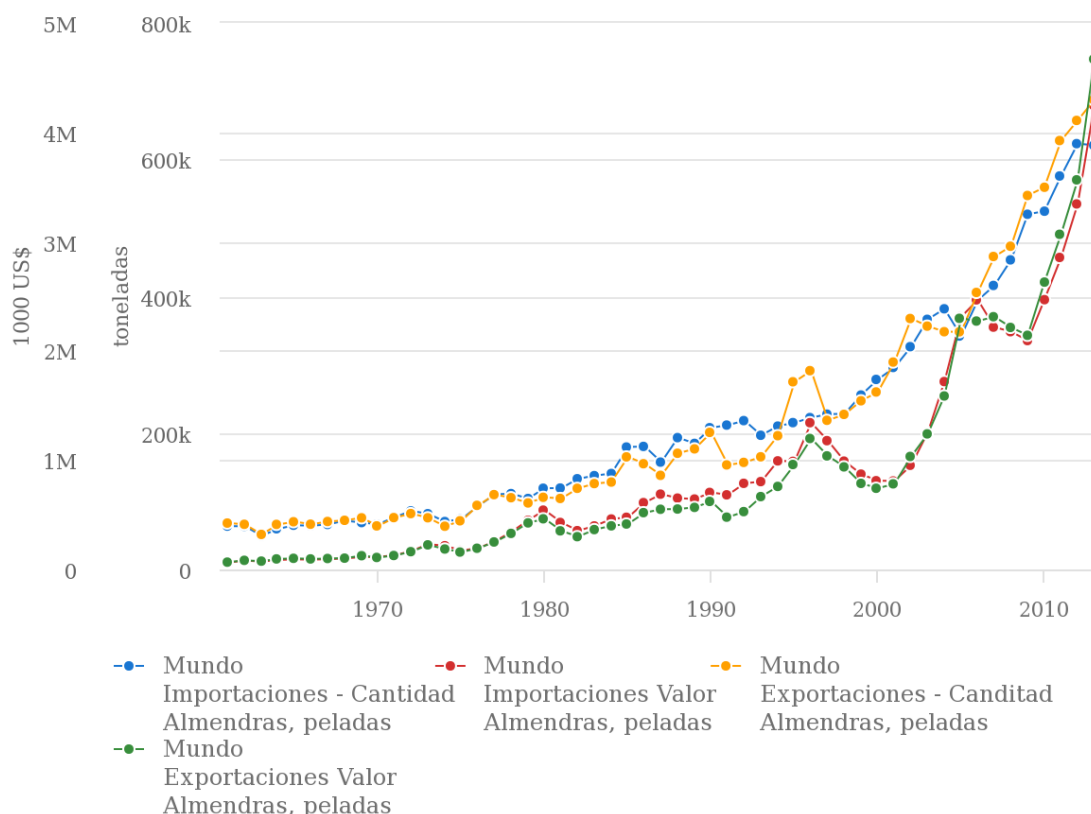
#### **1.4.2.1. Situación a nivel mundial**

Según la FAO, el mercado de la almendra ha crecido en los últimos 20-25 años de manera exponencial, siendo más acusado todavía este vertiginoso crecimiento en los últimos 10-15 años. Todo este crecimiento se ha debido al aumento de población y a la propaganda y buena aceptación a la que se ha sometido este producto.

Como bien se ha analizado anteriormente, las propiedades de este producto son innumerables, pero no es menos cierto que se trata de un producto de moda en los países desarrollados donde ya se consumía, aunque no con tanta intensidad y al que se han sumado nuevos mercados con mucha población y crecientes recursos económicos como pueden ser China y la India, las cuales han disparado su consumo. Como se puede apreciar en el siguiente gráfico el aumento de importaciones y exportaciones va de la mano de un aumento sostenido del valor del producto, estando bastante parejas las importaciones y exportaciones, puesto que al tratarse a nivel mundial, es únicamente el precio final del producto el que mantiene este equilibrio entre producción y consumo.

Así las exportaciones han pasado de 200.000 toneladas en el 1990 a casi 700.000 en el 2013, por lo que el consumo se ha triplicado, con un valor de 600.000 millones de \$ en 1990 hasta más de 4.600.000 millones de \$ en 2013, mostrándose aquí, que mientras la producción se ha triplicado, el valor del producto se ha multiplicado por 8. Por este motivo se puede comprobar que a nivel mundial la producción de almendra tiene bastante margen, puesto que ha pasado de valer 1 \$/kg a principios de los años 90 hasta valer a casi 7 \$/kg en el año 2013.

A continuación se muestra la gráfica obtenida de la FAO, donde se muestran los datos históricos de cantidad de importaciones y exportaciones, así como valor económico de las mismas.

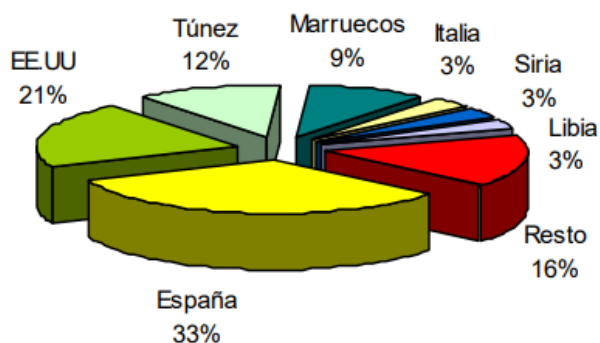


Source: FAOSTAT (sep. 27, 2017)

### Ilustración 13. Cantidad y valor de exportaciones e importaciones a nivel mundial

España es líder a nivel mundial en cuanto a superficie dedicada a este cultivo. Sin embargo, la mayoría de las plantaciones están desarrolladas según los métodos tradicionales de cultivo, por lo que los rendimientos son muy escasos. Así, en 2013, España representaba el 33% de la superficie mundial, seguida de EEUU con un 21%. En cifras, la superficie mundial dedicada a este cultivo asciende a más de 1.600.000 ha, encontrándose más de 600.000 ha dentro de la Unión Europea y, concretamente, en España, hay más de 500.000 ha por lo que la convierte en el país con más superficie de almendra, alcanzando el 84% del territorio europeo.





Fuente: FAO 2013.

#### Ilustración 14. Producción de la almendra, en cuanto a superficie, a nivel mundial

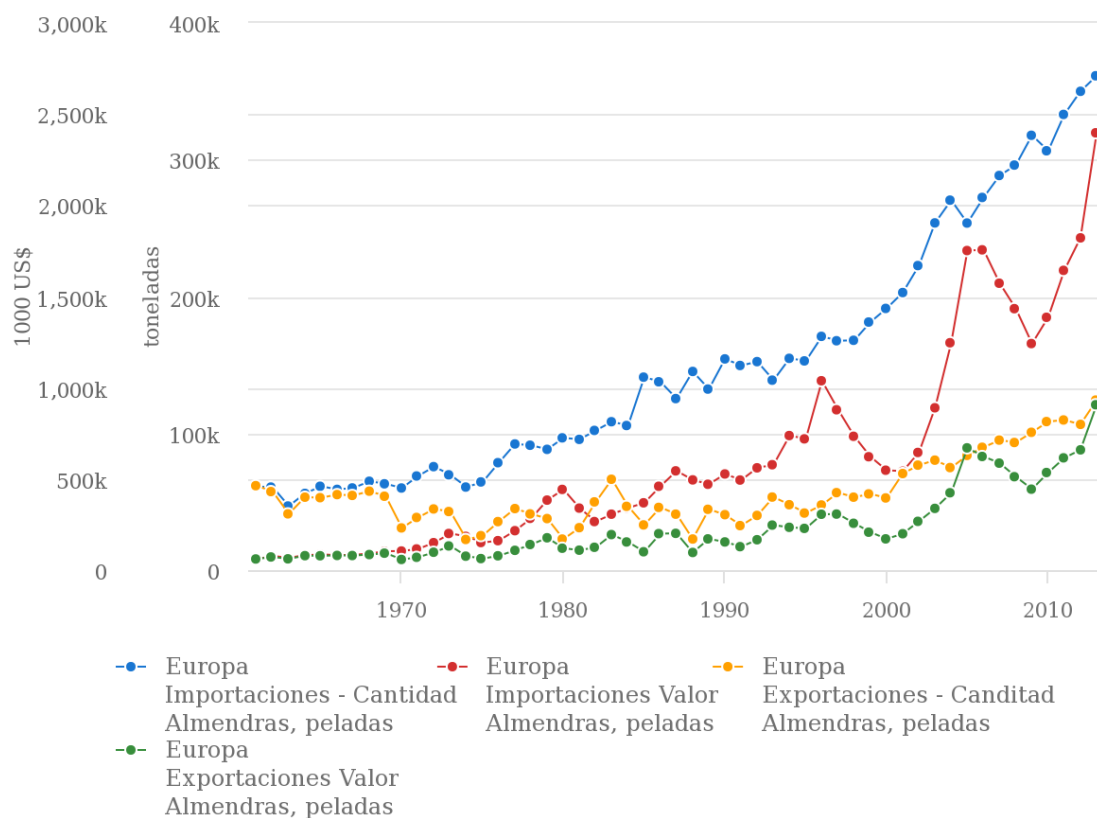
Sin embargo, los datos productivos no son tan buenos, por lo que se vea cuestionada su rentabilidad en estos sistemas tradicionales. Pese a que España sea el país con más superficie a nivel mundial, no alcanza ni de lejos, las producciones de EE.UU, e incluso Australia. La producción mundial de almendra se cifra en más de 1 millón de toneladas, siendo EE.UU líder absoluto de esta cuota de mercado con el 80%, seguido de Australia con el 8% y posteriormente, España con el 5%.

#### 1.4.2.2. 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, puesto que aún no contamos con material suficiente para destinarlo a la exportación.

Al igual que a nivel mundial, dentro de Europa el encarecimiento del producto durante los últimos años ha sido vertiginoso. Por ejemplo, mientras que en el 1990 la almendra se pagaba en torno a 3,5 \$/kg, en el año 2013 ha llegado a alcanzar los 7 \$/kg, por lo que nos da una idea del margen de producción que existe aún en dicho producto. Dentro del continente europeo, las importaciones de almendra han crecido en todos los países, puesto que es un producto que el consumidor está demandando en todo el mundo. Sin embargo, las exportaciones únicamente han crecido en el Sur de Europa, debido a que solamente estos países son aptos para su cultivo por tener unas condiciones climáticas favorables.

Asimismo, parece ser otro punto favorable por apostar por el desarrollo de este cultivo en nuestro país.

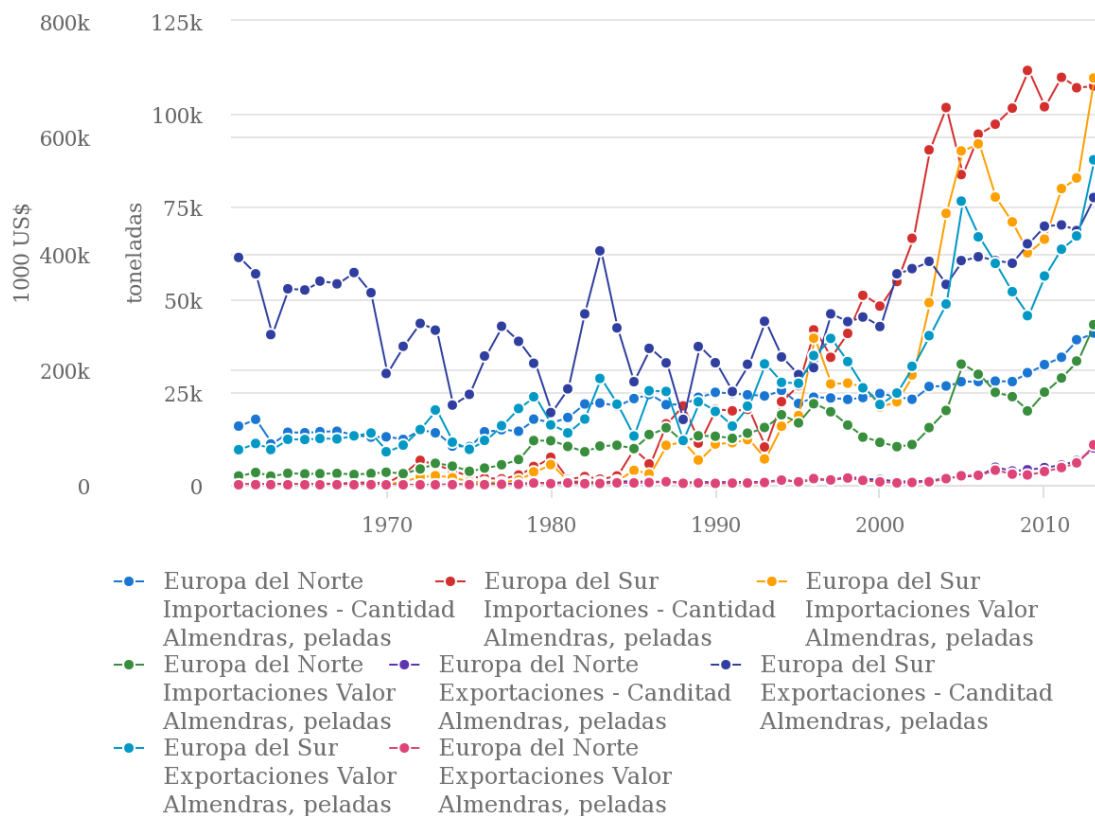


Source: FAOSTAT (sep. 27, 2017)

**Ilustración 15. Valor y cantidad de importaciones y exportaciones a nivel europeo**

En este gráfico se muestra el valor y la cantidad de las exportaciones e importaciones del conjunto de la Unión Europea, que como se puede apreciar va en aumento, así como el precio unitario del producto.

Sin embargo, en el siguiente gráfico se desglosa la Unión Europea en Europa del Norte y Europa del Sur, para comprobar el interés de importación de ambas partes, así como analizar la diferencia tan notable de los valores de las exportaciones, debido a que Europa del Norte no presenta unas condiciones climáticas para su cultivo, mientras que como se puede observar, Europa del Sur sí que presenta estas condiciones tan propicias para su cultivo, lo que le otorga un mayor potencial a nuestra agricultura, ya que por lo general, suele ser bastante menos productiva que los países del norte.



**Ilustración 16. Comparación de importaciones y exportaciones entre el norte y el sur de Europa**

#### 1.4.2.3. Situación a nivel nacional

La superficie dedicada al cultivo del almendro ha pasado de 566.000 ha en el año 2.008 hasta poco más de 530.000 en 2.012 y 2.013. Sin embargo, a partir del año 2.014, esta superficie ha sufrido un notable incremento hasta alcanzar cerca de 550.000 ha en 2.015. Además, se prevé un crecimiento en los próximos años. En la siguiente tabla se muestran los datos de superficies totales y en producción de los últimos años.

**Tabla 32. Reparto de superficie, total y en producción, a nivel nacional**

Años	Superficie en plantación regular	
	Total (miles de hectáreas)	En producción (miles de hectáreas)
2005	625,483	585,273
2006	578,717	549,541
2007	563,77	537,559
2008	566,869	541,045
2009	562,616	536,214
2010	547,822	517,562
2011	536,312	507,438
2012	530,223	503,07
2013	534,057	502,718
2014	527,029	487,495
2015	548,604	487,712

Sin embargo, la producción de almendra nacional prácticamente no ha experimentado ningún aumento, puesto que las recientes plantaciones aún no han entrado en fase de producción o, por lo menos, están en sus primeros años de producción con unos rendimientos relativamente bajos. En la siguiente tabla se muestran los datos de producción nacional en los últimos años.

**Tabla 33. Producción de almendra, por CCAA**

CCAA	Producción de almendra grano (Tn)					% Total 2013
	2009	2010	2011	2012	2013	
Andalucía	16.351	13.916	10.697	12.554	7.639	17,6
Murcia	13.619	7.858	8.436	10.041	7.733	17,8
C. Valenciana	13.406	12.322	13.004	12.564	8.538	19,7
Aragón	16.547	13.037	11.450	11.595	7.129	16,4
C. la Mancha	8.832	9.318	9.632	7.378	4.555	10,5
Cataluña	8.556	6.350	6.165	5.463	3.725	8,6
Resto España	4.715	4.538	4.611	4.665	4.039	9,3
<b>Total</b>	82.026	67.338	63.994	64.262	43.358	100,00

Cabe destacar el descenso que sufrió la Comunidad Valenciana en el 2013, debido a las heladas que se produjeron en febrero de ese año, lo que dañó gravemente la floración.

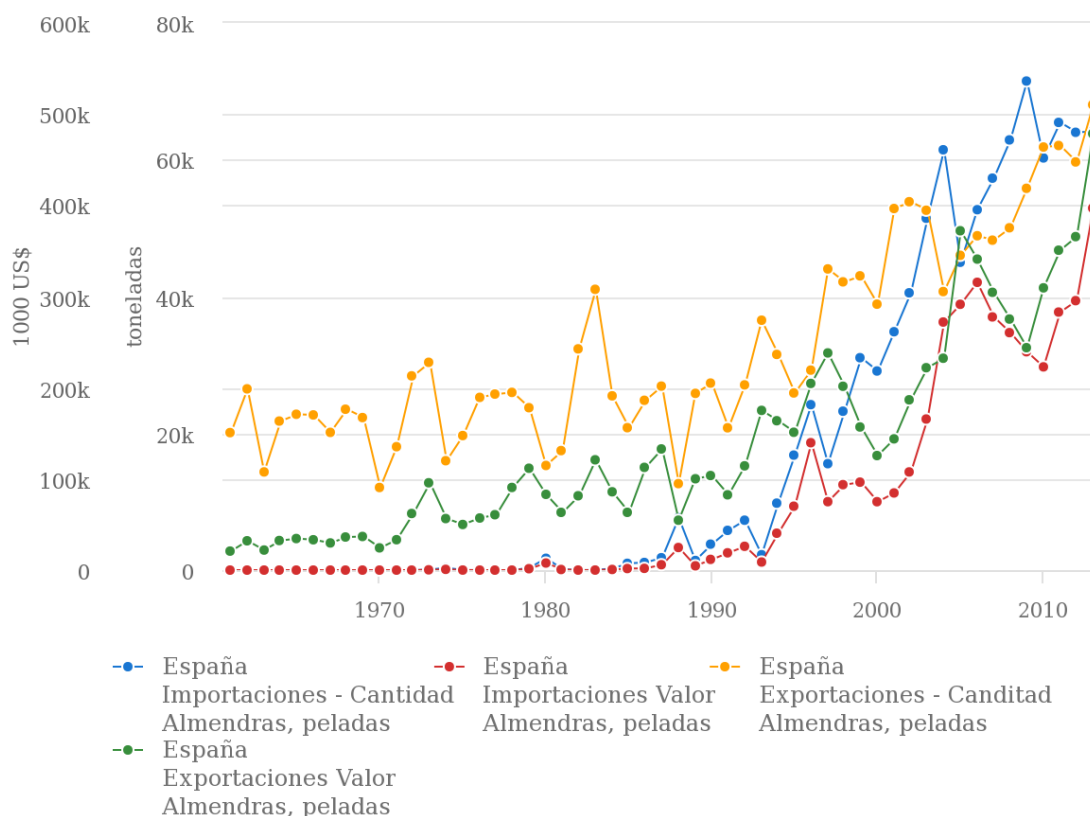
Como bien se ha explicado, los rendimientos son muy bajos, los cuales oscilan entre los 300-400 kg/ha, frente a los 2.500-3.000 kg/ha que se alcanzan en California. Esta diferencia es debida al manejo de la explotación, ya que aquí suelen estar instalados sobre terrenos marginales y en condiciones de secano, por lo que en la

medida que vayamos mejorando el medio de cultivo e intensificando su manejo, poco a poco nos iremos acercando a los rendimientos americanos.

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, puesto que como bien se ha tratado anteriormente, España es uno de los pocos países de la Unión Europea con unas características idóneas para su cultivo. Sin embargo, aún no se han alcanzado los niveles de demanda internos, que se estima que se consigan en los tres años siguientes, centrándose posteriormente en la exportación, ya que aún habrá un vacío importante en los mercados internacionales.

Por todos estos motivos, 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. Aunque cayera fuertemente la cotización de la almendra, en estos sistemas actuales de alta a muy alta densidad seguiría siendo rentable, por lo que permite reducir el riesgo de la inversión ofreciendo unas rentabilidades elevadas.

Los datos de importaciones y exportaciones nacionales son presentados en el siguiente gráfico, donde se puede observar el fuerte aumento experimentado en los últimos años.



Source: FAOSTAT (sep. 27, 2017)

**Ilustración 17. Valor y cantidad de exportaciones e importaciones a nivel nacional**

#### 1.4.2.4. Situación a nivel regional

Tradicionalmente, en Castilla y León, el cultivo de la almendra ha sido muy reducido, debido a la escasez de variedades adaptadas a producir en estas condiciones de heladas primaverales. Por lo tanto, las limitaciones a producir en esta zona, no han sido otras, que las debidas a la ausencia de variedades adaptadas a este clima. Sin embargo, en la actualidad y gracias a los programas de mejora vegetal, se han conseguido variedades de floración extra-tardía capaces de producir en estos climas tan rigurosos, por lo que se amplía así la superficie productiva de este cultivo.

No obstante, pese a la poca importancia de la producción a nivel regional, siempre ha existido un importante consumo, dando origen a infinidad de recetas en nuestra rica gastronomía regional, especialmente en el ámbito de la repostería.

Al igual, que está ocurriendo en todo el mundo, como cabe de esperar, la demanda regional también va en aumento, por lo que se está incrementando el número de plantaciones que buscan esta mayor rentabilidad. Así, las producciones medias de Castilla y León son muy buenas, debido a que se trata de plantaciones de moderna implantación, por lo que son llevadas en alta densidad, bajo condiciones de riego y con unas técnicas de manejo adecuadas. Así, como puede observarse en la siguiente tabla las medias de regadío son bastante buenas y si se continúa en esta línea, en un futuro, serán más esperanzadoras.

Como se puede observar, la superficie destinada en regadío es muy baja, pero no cabe duda que con producciones medias superiores a 2.000 kg/ha, los resultados son muy prometedores, por lo que en Castilla y León tenemos un enorme potencial, que se está empezando a explotar.

**Tabla 34. Superficie y rendimiento de almendra en Castilla y León**

Provincias y CCAA	Superficie en plantación regular (hectáreas)					Rendimiento	
	Total			En producción		Superficie en producción (kg/ha)	
	Secano	Regadío	Total	Secano	Regadío	Secano	Regadío
Ávila	33	2	35	12	2	430	1.050
Burgos	70	3	73	68	3	70	80
León	14	1	15	14	1	754	3.444
Palencia	15	-	15	6	-	600	-
Salamanca	652	-	652	652	-	43	-
Segovia	32	-	32	32	-	1.406	-
Soria	380	11	391	380	10	553	1.000
Valladolid	155	42	197	41	1	500	3.000
Zamora	139	41	180	109	6	670	2.800
<b>C y L</b>	<b>1.490</b>	<b>100</b>	<b>1.590</b>	<b>1.314</b>	<b>23</b>	<b>305</b>	<b>1.547</b>

### **1.4.3. Conclusiones**

Según lo analizado anteriormente, parece ser que se dan las condiciones idóneas para el inicio de nuevas plantaciones de almendro, las cuales, en los siguientes años seguirán teniendo un precio elevado, y aunque se vea resentido en los sucesivos, aún quedará margen de beneficios y podríamos decir que durante toda la vida útil de la explotación, ya que como bien hemos dicho, al tratarse de un sistema superintensivo se acorta la vida útil, aprovechándose con más efectividad los altos precios a los que se encuentra este mercado.

Por lo tanto, el momento de invertir en este producto es ahora, ya que si se esperan unos años, se irá perdiendo una rentabilidad potencial, debido a que poco a poco el mercado se irá abasteciendo de las nuevas plantaciones y se alcanzará otro escenario distinto, que pese a que también fuera rentable, ya no mostraría los márgenes tan atractivos obtenidos a día de hoy.

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

1. Situación actual .....	3
1.1. Forma de explotación actual.....	3
1.2. Evaluación económica.....	4

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Rotación y hojas de cultivo de la finca.....	3
---	---

## 1. Situación actual

### 1.1. Forma de explotación actual

La finca es propiedad del promotor y está arrendada a un agricultor de la zona, el cual recibe las ayudas de la PAC, estimadas en 200 €/ha. Para cumplir con el greening establecido por la PAC, el agricultor realiza una rotación con tres cultivos distintos, incluyendo una leguminosa como cultivo de interés ecológico.

El arrendatario explota la finca, en régimen de regadío, estableciendo la rotación expuesta en la siguiente tabla:

**Tabla 1. Rotación y hojas de cultivo de la finca**

Hojas	Superficie (ha)	Año 1	Año 2	Año 3
Hoja 1	11,4	Maíz	Girasol	Guisante
Hoja 2	11,4	Girasol	Guisante	Maíz
Hoja 3	11,4	Guisante	Maíz	Girasol
<b>Total</b>	34,2			

Para el cultivo de maíz se realiza una labor de vertedera en invierno, permitiendo enterrar los residuos del cultivo de guisante. Más tarde, cuando las heladas del invierno han permitido la disgregación de los terrones, se han descompuesto los residuos y se ha almacenado agua en el perfil del suelo, se dan unos pases secundarios de cultivador y grada rotativa para afinar el lecho de siembra y enterrar el abonado de fondo. De este modo se consigue tener la tierra preparada para proceder a su siembra a principios de abril, utilizando un híbrido de ciclo largo (500). El maíz se cosecha en noviembre, si las circunstancias lo permiten. La producción de maíz suele ser de 14.000 - 15.000 kg/ha, dependiendo del año, con una humedad media del 20%, por lo que posteriormente es transportado a un secadero que reducirá la humedad del grano hasta el 14%.

Después de la cosecha del maíz se alza el rastrojo con una labor de vertedera para voltear los residuos del cultivo anterior. De la misma manera que para el maíz, se prepara el lecho de siembra para el girasol, sembrándose una variedad alto oleico en el mes de abril, si es posible. La cosecha se realiza en el mes de septiembre, obteniéndose una producción media de 3.000 – 3.500 kg/ha.

A continuación de la cosecha de girasol, se efectúa un pase de grada de discos para desmenuzar los residuos del cultivo y, posteriormente se dan unos pases de cultivador para afinar el terreno y enterrar el fertilizante de fondo. A finales de noviembre, se procede a la siembra del guisante. La recolección se efectúa a finales del mes de junio, con un rendimiento de unos 3.000 kg/ha.

El contrato de arrendamiento concluye a finales de agosto del año 2018, 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.

## 1.2. Evaluación económica

Para evaluar la rentabilidad económica de la explotación en el sistema actual hay que analizar la renta que le genera el arrendamiento de la finca y los gastos a los que se halla sometida ésta, como es el caso del IBI.

El promotor recibe por el alquiler de la finca 280 €/año. En cuanto a los gastos que genera la finca, únicamente se trata del pago del IBI al Ayuntamiento de Granja de Moreruela, que está cifrado en 30 €/ha. Por lo tanto el beneficio anual será la diferencia entre ambas:

$$\text{Beneficio} = (\text{Ingresos} - \text{Gastos}) * \text{Superficie} = \left(280 \frac{\text{€}}{\text{ha}} - 30 \frac{\text{€}}{\text{ha}}\right) * 34,20 \text{ ha} = 8.550\text{€}$$

El promotor recibe 8.550 €/año por el arrendamiento de la finca. La justificación de realizar la plantación de almendro tiene por objeto aumentar la rentabilidad económica de la parcela.

# **ANEJO III: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**

## ÍNDICE

1. Estudio de alternativas.....	4
1.1. Identificación de alternativas.....	4
1.2. Restricciones impuestas por los condicionantes.....	4
1.3. Evaluación de alternativas.....	5
1.3.1. Elección de la especie.....	5
1.3.1.1. Identificación de las alternativas.....	5
1.3.1.2. Criterios de valor.....	5
1.3.1.3. Evaluación de las alternativas.....	5
1.3.2. Elección de la variedad.....	6
1.3.2.1. Identificación de la variedad.....	6
1.3.2.2. Criterios de valor.....	7
1.3.2.3. Evaluación de las alternativas.....	8
1.3.2.4. Análisis multicriterio de las alternativas.....	10
1.3.2.5. Alternativa elegida.....	10
1.3.3. Alternativa en la elección del patrón.....	11
1.3.3.1. Identificación de alternativas.....	11
1.3.3.2. Criterios de valor.....	11
1.3.3.3. Evaluación de las alternativas.....	13
1.3.3.4. Análisis multicriterio de las alternativas.....	15
1.3.3.5. Alternativa elegida.....	15
1.3.4. Elección del diseño de la plantación.....	16
1.3.4.1. Disposición de la plantación.....	16
1.3.4.2. Alternativas en la elección de densidad y marco de plantación.....	18
1.3.4.3. Alternativas en la orientación de filas.....	20
1.3.5. Elección del sistema de poda de formación.....	22
1.3.5.1. Identificación de las alternativas.....	22
1.3.5.2. Evaluación de las alternativas.....	23
1.3.5.3. Análisis multicriterio.....	23
1.3.5.4. Alternativa elegida.....	24
1.3.6. Alternativas en la elección del sistema de riego.....	24
1.3.6.1. Identificación de las alternativas.....	24
1.3.6.2. Criterios de valor.....	25
1.3.6.3. Evaluación de las alternativas.....	25
1.3.6.4. Análisis multicriterio para la elección del sistema de riego.....	27

1.3.6.5.	Alternativa elegida.....	28
1.3.7.	Alternativas en la elección del sistema de mantenimiento del suelo .....	28
1.3.7.1.	Identificación de alternativas .....	28
1.3.7.2.	Criterios de valor .....	28
1.3.7.3.	Evaluación de las alternativas .....	29
1.3.7.4.	Análisis multicriterio .....	31
1.3.7.5.	Alternativa elegida.....	31
1.3.8.	Alternativas en la elección del sistema de recolección.....	32
1.3.8.1.	Identificación de alternativas .....	32
1.3.8.2.	Criterios de valor .....	32
1.3.8.3.	Evaluación de las alternativas .....	33
1.3.8.4.	Análisis multicriterio .....	33
1.3.8.5.	Alternativa elegida.....	34

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Análisis multicriterio de las diferentes variedades .....	10
Tabla 2.	Análisis multicriterio para la elección del patrón .....	15
Tabla 3.	Análisis multicriterio para la elección de la disposición de los árboles.....	17
Tabla 4.	Matriz multicriterio de la densidad de plantación .....	20
Tabla 5.	Matriz multicriterio de la poda de formación .....	24
Tabla 6.	Matriz multicriterio de las alternativas para la elección del sistema de riego .	27
Tabla 7.	Matriz multicriterio para el estudio de las alternativas en el mantenimiento del suelo.....	31
Tabla 8.	Análisis multicriterio para la elección de las alternativas de recolección del fruto .....	33

## 1. Estudio de alternativas

### 1.1. Identificación de alternativas

El objeto es establecer todas las alternativas posibles para la ejecución del proyecto. Más tarde, las alternativas viables, se evaluarán para elegir aquellas que se consideren mejores, para lo que se realizan análisis multicriterio.

Para la identificación de alternativas se tienen en cuenta los siguientes aspectos:

- Especie: El promotor desea establecer una plantación de almendros. Por lo tanto, se comparará la opción del cultivo del almendro con otras especies. La elección de esta alternativa viene determinada, fundamentalmente, por la adaptación a las condiciones climatológicas de la zona y su rentabilidad económica.
- Variedad: Se determinará la variedad o variedades a implantar en la plantación según los criterios que determinarán su viabilidad y rentabilidad como la época de floración, la autofertilidad, el vigor, la capacidad productiva, la resistencia en enfermedades, la calidad del producto final,...
- Patrón: Se determinará el patrón más adecuado para la plantación. Para ello, se tendrá en cuenta la adaptación al suelo de la finca, la afinidad con la variedad, el vigor, la resistencia a enfermedades,...
- Diseño de la plantación: Se pretende establecer una plantación superintensiva, por lo que se tendrá que establecer la densidad y el marco de plantación, la disposición de árboles, orientación de las filas,...
- Técnicas de cultivo: Se van a estudiar todas las técnicas de cultivo durante la fase de formación y producción, como la poda de formación, el sistema de fertilización, el mantenimiento del suelo, el sistema de riego, recolección,...

### 1.2. Restricciones impuestas por los condicionantes

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

El suelo y el agua de riego son de una calidad adecuada, por lo que con un apropiado manejo no va a plantear restricciones importantes para la elección de las alternativas.

También se va a tener en cuenta el condicionante económico, ya que es objeto del promotor obtener el máximo beneficio económico, respetando unas normas medioambientales y de calidad y seguridad alimentarias. Se considera que el alto

precio al que cotiza la almendra y el fácil manejo para su producción y conservación, son unos factores económicos de gran relevancia que justifican la puesta en marcha del proyecto.

### **1.3. Evaluación de alternativas**

#### **1.3.1. Elección de la especie**

##### **1.3.1.1. Identificación de las alternativas**

Atendiendo al clima de la zona y a la rentabilidad económica, se van a evaluar las siguientes especies:

- Cultivos de la rotación actual
- Vid
- Pistacho
- Almendro

##### **1.3.1.2. Criterios de valor**

Se va a tener en cuenta la respuesta de cada una de las especies en relación con los condicionantes estudiados, que son:

- Condicionantes climatológicos
- Condicionantes edáficos
- Condicionantes económicos o rentabilidad del cultivo.

##### **1.3.1.3. Evaluación de las alternativas**

Se va a realizar un pequeño análisis de cada una de las especies establecidas como alternativa.

La rotación actual es perfectamente viable y está perfectamente adaptada al clima y suelo de la zona. Sin embargo, la rentabilidad de estos cultivos no es muy evidente. El maíz, al igual que el resto de cereales, cuenta con un precio de venta muy bajo y requiere un gasto muy alto de insumos, destacando la alta necesidad de fertilización y agua de riego. El guisante, aunque cuente con un precio de venta algo más elevado, tiene unos rendimientos relativamente bajos, por lo que solamente se cultiva para cumplir con el greening establecido por la PAC y mejorar el control de malas hierbas. Por el contrario, el girasol, al igual que el resto de oleaginosas, cuenta con un precio de venta más atractivo y las necesidades de agua y fertilización son menores que en el caso del maíz. Sin embargo, aunque se trate de un cultivo rentable, debido a la necesidad de establecer una rotación con diferentes cultivos, se debe analizar la rentabilidad del conjunto y a la de uno solo.



La vid es un cultivo muy adaptado a la zona, tanto al suelo como al clima, ya que se lleva cultivando desde tiempos remotos. Sin embargo, a lo largo de los años su cultivo se ha ido reduciendo debido a su baja rentabilidad. En la actualidad, solamente quedan pequeñas viñas que abastecen el consumo familiar. Además, la zona tampoco pertenece a ninguna Demarcación de Origen de vino, por lo que no es un cultivo que destaque por su interés económico.

El 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 perfectamente al suelo de la parcela. Sin embargo, el pistacho cuenta con unas necesidades climatológicas un tanto elevadas en unidades de calor, ya que las variedades tardías necesitan del orden de 3.600 UC y las tempranas 3.200 UC. En la zona se alcanzan 3.215 UC, pero debido al acortamiento de heladas primaverales tardías, resulta complicado completar las 3.200 UC con variedades de floración tardía y de madurez temprana, por lo que este aspecto puede condicionar su cultivo.

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 Granja de Moreruela.

### **1.3.2. Elección de la variedad**

#### **1.3.2.1. Identificación de la variedad**

Tradicionalmente, el almendro se ha cultivado en regiones del levante peninsular, que cuentan con unas condiciones climáticas bastante diferentes a las de la Meseta Norte. Las variedades tradicionales más importantes son la Marcona y la Desmayo Langueta, las cuales son dos variedades de excepcional calidad y muy apreciadas por el consumidor. No obstante, pese a la gran calidad que presentan, poseen una serie de características que las hacen poco atractivas para su cultivo, al menos en estas zonas más frías. Este tipo de variedades presentan una floración temprana, necesitan polinización cruzada y son bastante vulnerables a ciertas enfermedades. Por lo tanto, hay que buscar otra serie de variedades, de reciente obtención, que tengan una adecuada calidad y estén adaptadas al clima de la zona donde se va a ubicar el proyecto.

En los últimos años, se han llevado a cabo importantes Programas de Mejora Genética por distintos países como Francia y España. En nuestro país destacan los trabajos desarrollados por el CITA de Aragón, el IRTA de Cataluña o el CEBAS-CSIC de Murcia, que han permitido obtener variedades muy interesantes en estos aspectos.

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: Son 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.

#### 1.3.2.2. Criterios de valor

Los criterios que se van a tener en cuenta para determinar las variedades a implantar son los siguientes:

- **Época de floración:** Va a ser un criterio muy importante a tener en cuenta, ya que de ella va a depender la rentabilidad del cultivo. Se estudiarán las variedades que tengan una floración muy tardía y extra.tardía para poder eludir las heladas primaverales y asegurar una producción estable.
- **Entrada en producción:** El tiempo que tarda el árbol en entrar en producción es un aspecto muy importante a tener en cuenta, ya que cuanto antes se produzca, con mayor rapidez se empezará a amortizar la inversión, a la vez que se aprovechan los altos precios a los que cotiza la almendra en la actualidad.

- **Autofertilidad:** Las variedades tradicionales son autoestériles, por lo que necesitan de una variedad polinizadora para permitir que fecunde las flores de la variedad principal. Debido a la complicación que supone y a la disminución de rendimientos que causa este aspecto, en la plantación únicamente se van a emplear variedades autofértiles, para mejorar la producción y simplificar el manejo de la misma.
- **Vigor y porte:** Va a ser otro criterio de gran importancia en la plantación. Al tratarse de una plantación superintensiva y de alta densidad será necesario elegir variedades con un vigor adecuado para poder permitir un desarrollo uniforme de la plantación y facilitar las operaciones de mecanización, reduciéndose, al mismo tiempo, las necesidades de poda.
- **Resistencia a enfermedades y plagas:** Resulta interesante elegir aquellas variedades que presenten una resistencia adecuada a las enfermedades más frecuentes en el cultivo del almendro.
- **Capacidad productiva y tendencia a la vecería:** Se trata de determinar las variedades que sean más productivas y estables a lo largo de los años de la fase productiva, lo que va a determinar en gran medida la rentabilidad de la plantación.
- **Calidad y tamaño del fruto:** El objetivo es cultivar aquellas variedades que tengan un alto nivel de aceptación por el consumidor, por lo que también contarán con un precio de venta más elevado, lo que va a condicionar la rentabilidad del cultivo.
- **Rendimiento al descascarado:** Será interesante cultivar aquellas variedades que cuenten con una mayor tasa de rendimiento al descascarado.

### 1.3.2.3. Evaluación de las alternativas

Para la evaluación de alternativas se van a analizar las variedades que cuenten con una floración tardía o extratardía, que serán las más viables en la zona. Estas variedades van a ser las siguientes: Guara, Soleta, Belona, Ferragnés, Ferraduel, Marinada, Mardía, Penta, Vialfas y Tardona.

- **Guara:** Variedad obtenida por el CITA de Aragón, con una amplia adaptación, autofértil y de floración tardía. Entrada en producción precoz. Posee un vigor medio y un porte muy abierto. La poda es sencilla. Tiene una capacidad productiva elevada y una tolerancia a enfermedades media. Semilla de tamaño medio a grande, con un rendimiento al descascarado alto (32-36%).
- **Soleta:** Destaca por su elevada autogamia. Tiene una floración tardía. Presenta una poda sencilla, rápida entrada en producción. Porte semi-abierto, vigor medio. Fruto de calidad con alto rendimiento al descascarado (27-35%).

- **Belona:** Variedad autofértil, de floración tardía, de rápida entrada en producción. Porte semi-erecto, vigor medio. El fruto es de calidad con un buen rendimiento al descascarado (27-35%).
- **Ferragnés:** Variedad obtenida por el INRA francés, de vigor medio-alto porte medio-erecto, autoésteril, de floración tardía y fácil de podar. Entrada en producción media. Tolerancia a enfermedades baja. Posee una capacidad productiva elevada y un grano de gran calidad. Presenta un rendimiento al descascarado elevado del 32-36%.
- **Ferraduel:** Variedad obtenida por el INRA francés, de vigor medio, porte abierto, autoestéril, de floración tardía y difícil de podar. Entrada en producción rápida y elevada productividad. Elevada producción y grano de calidad, con un rendimiento al descascarado medio (26-28%).
- **Marinada:** Variedad obtenida por el IRTA. Presenta una excelente capacidad productiva y precocidad en la entrada en producción. Floración muy tardía (después de 'Ferragnès'). Auto fértil, mostrando un buen nivel de autogamia. Muy fácil de formar y podar. Buen fruto. Tolerante a "fusicoccum". Muy precoz. Vigor moderado y porte semi-erecto, puede ser útil para la realización de plantaciones de alta densidad. Rendimiento al descascarado del 31%.
- **Mardía:** Variedad obtenida por el CITA de Aragón. Posee una rápida entrada en producción, crecimiento ligeramente erecto, maduración temprana y floración extra-tardía. Autocompatible Buena tolerancia a enfermedades. Elevada producción. Tiene un tamaño de pepita medio a grande con un rendimiento al descascarado del 24%.
- **Penta:** Variedad obtenida por el CEBAS-CSIC, de vigor intermedio y un porte equilibrado. De gran productividad, ramificación elevada y buena resistencia a enfermedades. Floración extra-tardía y autofertilidad elevada. Posee una entrada en producción precoz. El fruto es de calidad media con un rendimiento al descascarado del 27%.
- **Vialfás:** Variedad obtenida por el CITA de Aragón. Entrada en producción precoz. Presenta un vigor medio, porte ligeramente erecto, de floración muy tardía. Muy tolerante a enfermedades. Densidad de floración elevada y consistente. Muy tolerante a las heladas y tiene un nivel elevado de autogamia. Presenta una madurez temprana, con un fruto de calidad y un rendimiento al descascarado del 25%.
- **Tardona:** Variedad obtenida por el CEBAC-CSIC, de vigor medio y porte semi-abierto. Autocompatible, ramificación abundante y productividad media. Una floración super-extra-tardía y resistencia a enfermedades media. Almendra de tamaño algo pequeño, con un rendimiento al descascarado del 25%.

### 1.3.2.4. Análisis multicriterio de las alternativas

Para seleccionar el conjunto de variedades más adecuadas para la zona, se expone a continuación un cuadro con las diferentes variedades y factores de ponderación, siendo 1 el caso más desfavorable y 5 el más favorable. A continuación se multiplica por un coeficiente que determina la importancia de cada factor. Finalmente se obtiene el cómputo total de todos los factores para cada variedad.

**Tabla 1. Análisis multicriterio de las diferentes variedades**

Factor	Coficiente de ponderación	Guara	Soleta	Belona	Ferragnés	Ferraduel	Marinada	Mardía	Penta	Vialfás	Tardona
<b>Entrada en producción</b>	1,5	4	4	4	3	4	5	4	4	4	3
<b>Vigor y porte</b>	1,5	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4
<b>Época de floración</b>	2	2	2	3	3	2	4	5	5	5	5
<b>Autofertilidad</b>	1	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4
<b>Resistencia a enfermedades</b>	0,5	3	3	4	3	3	3	4	3	5	4
<b>Capacidad productiva</b>	1,5	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4
<b>Tamaño y calidad de fruto</b>	1	4	4	4	4	4	4	5	4	4	3
<b>Rendimiento al descascarado</b>	1	3	4	4	4	3	4	2	3	3	3
<b>Total</b>		34,5	34	35	32,5	32,5	39,5	39,5	40,5	41,5	38,5

### 1.3.2.5. Alternativa elegida

En la plantación se van a establecer dos variedades distintas que permitirán ampliar la variabilidad de la oferta al mercado, lo que reducirá los riesgos, otorgando 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 Vialfás, que ha obtenido 41,5 puntos y como segunda variedad, la Penta, que ha obtenido 40,5 puntos.

Los aspectos más destacables de estas variedades son su época de floración extra-tardía, lo cual es un aspecto de obligatorio cumplimiento en la zona, rápida entrada en producción, bajo vigor y porte erecto o semi-erecto, lo que se hace imprescindible en una plantación superintensiva. Ambas son autofértiles, por lo que no es necesario establecer otra variedad polinizadora. Ambas tienen una buena capacidad de producción, así como un normal rendimiento al descascarado. La Vialfás tiene una excepcional resistencia a enfermedades y la Penta presenta una elevada resistencia. Ambas variedades presentan una calidad y tamaño de fruto adecuada, ya que han obtenido 4 puntos.

Por lo tanto, se puede concluir que las variedades elegidas presentan unas características muy atractivas para ser cultivadas en la zona de ubicación del proyecto, y podrán garantizar la rentabilidad de la inversión.

### **1.3.3. Alternativa en la elección del patrón**

#### **1.3.3.1. Identificación de alternativas**

Tradicionalmente, el cultivo del almendro se ha dado en condiciones de secano, por lo que se requería de un sistema radicular profundo que le dotara de un importante volumen de suelo explorable para resistir a la escasez de agua y un buen anclaje al suelo. Por lo tanto, para estas condiciones tan difíciles, el patrón más adecuado es el franco, obtenido, normalmente, a partir de semillas amargas, lo que le otorga de un sistema radicular potente. Más tarde, se han utilizado otra serie de patrones francos como el melocotonero o el híbrido de melocotonero x almendro, que le proporcionan un gran desarrollo radical y un elevado vigor.

Sin embargo, en la actualidad, bajo condiciones de riego y plantaciones de alta densidad, se requieren patrones híbridos con otras características bien distintas, 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.

Aunque existe una amplia posibilidad para la elección de patrones en almendro, los más utilizados hasta la actualidad son:

- Patrones francos de almendro.
- Patrones francos de melocotonero.
- Patrones híbridos melocotonero x almendro.
- Patrones de ciruelo.

#### **1.3.3.2. Criterios de valor**

La elección del patrón es un factor determinante para alcanzar el éxito de la plantación. El conocimiento y el estudio de las características edafoclimáticas de la zona y las condiciones agronómicas del patrón son el punto de partida para decidir la mejor combinación patrón/variedad, en este caso Vialfás y Penta.

### **Adaptación al suelo**

Es un aspecto de vital importancia para garantizar la viabilidad de la plantación, ya que es el intermediario entre suelo y variedad. Por lo tanto, las principales características que se deben estudiar son las siguientes:

- **Resistencia a la clorosis.** Existe una gran variedad de patrones con grandes diferencias en su respuesta a este factor. Sin embargo, el suelo de la finca objeto del proyecto es neutro, por lo que no va a presentar problemas al respecto.
- **Tolerancia a la asfixia radicular.** Se analiza la respuesta del patrón bajo condiciones de encharcamiento, por lo que está relacionado directamente con la textura del suelo. El suelo de la parcela, presenta una textura franco arcillo arenosa, por lo que es algo más fina de lo ideal. Por este motivo, aunque no se prevén problemas en este aspecto, conviene tenerlo en cuenta.
- **Resistencia a la sequía.** Debido a que la plantación va a estar bajo condiciones de riego, la resistencia a la sequía no es un aspecto a tener en cuenta. No obstante, pudiera ser un factor a tener en cuenta si se llevaran a cabo programas de riego deficitario.
- **Anclaje al suelo.** Es importante un buen anclaje del árbol al suelo, dado que se trata de una plantación con un nivel de mecanización elevado, tanto en lo que respecta a la poda como a la recolección. No obstante, en caso de que el patrón no confiriera un anclaje suficiente, se estudiarán otras medidas para mejorar este aspecto, como la instalación de espalderas.
- **Resistencia a parásitos y enfermedades.** Dado que se trata de una nueva plantación y con una vida útil corta, no se esperan problemas importantes en este aspecto. Sin embargo, por tratarse de una plantación de muy alta densidad conviene tenerlo en cuenta.

### **Factores agronómicos**

Se trata de una serie de factores que van a determinar la rentabilidad de la plantación, ya que influyen directamente sobre el comportamiento y el manejo del árbol. Los más importantes son los siguientes:

- **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.

### 1.3.3.3. Evaluación de las alternativas

A día de hoy 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**

Se trata de patrones obtenidos a partir de semillas, que tienen un desarrollo radicular profundo, lo que los convierte en idóneos para condiciones de secano. Además, presentan una alta resistencia a la clorosis férrica, muy buena compatibilidad con todas las variedades y confieren una elevada longevidad del árbol.

Sin embargo, no presentan unas características adecuadas para una plantación en superintensivo, ya que son muy vigorosos y heterogéneos, alargan la entrada en producción, son sensibles a la asfixia radicular y a enfermedades, lo que los convierte en unos patrones totalmente inviables en plantaciones de alta-muy alta densidad.

#### **Patrones francos de melocotonero**

Al igual que los francos de almendro, estos patrones se obtienen a partir de semillas, por lo que presentan un sistema radicular profundo y pivotante. Además presentan una adecuada tolerancia a enfermedades y una adecuada afinidad con las variedades de almendro. En comparación con los francos de almendro, están mejor adaptados a condiciones de regadío, favorecen un desarrollo más rápido de los árboles, adelantan la entrada en producción y garantizan una mayor homogeneidad, ya que las semillas son obtenidas por autofecundación.

Sin embargo, son patrones muy vigorosos, son más sensibles a la clorosis, necesitan de suelos más fértiles y se reduce su longevidad. Por lo tanto, aunque el suelo de la parcela donde se va a ubicar el proyecto sea neutro, el elevado vigor de estos patrones los convierte en una elección totalmente inviable en una plantación de muy alta densidad.

#### **Patrones híbridos de melocotonero x almendro**

Estos patrones presentan unas características intermedias entre ambos, siendo las más destacables un destacable sistema radicular, tolerante a la caliza y adaptado tanto al secano, como al regadío, una adecuada compatibilidad con las variedades de almendro.



Para contrarrestar estas características de elevado vigor, indeseables en las plantaciones modernas de alta densidad, el INRA francés ha seleccionado algunos patrones de vigor más contenido y mayor homogeneidad, como el GF-677 y GxN-15.

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.

El patrón GxN-15 (Garnem) presenta una buena resistencia a la clorosis férrica, buena tolerancia a la asfixia radicular y una buena tolerancia a los nematodos. Sin embargo, se trata también de un patrón muy vigoroso, por lo que no es recomendable para plantaciones superintensivas.

En la actualidad, se han desarrollado otros patrones híbridos que mejoran las características de estos anteriores, siendo uno de los más importantes el Rootpac-40. Este nuevo patrón se ha obtenido a partir del cruzamiento entre híbrido de melocotonero x almendro (*Prunus dulcis* x *Prunus persica*) x (*Prunus dulcis* x *Prunus persica*). Presenta un vigor un 25% menos que el GF-677, aunque con un sistema radicular bastante desarrollado, tiene una buena compatibilidad con las variedades de almendro, otorga un porte erguido, gran productividad y adelanta la madurez del fruto de 3 a 7 días. Además presenta una buena resistencia a enfermedades.

#### **Patrones híbridos de ciruelo**

Existen patrones híbridos de ciruelo de crecimiento rápido y lento. Los de crecimiento lento son los más interesantes en plantaciones de alta densidad, ya que proporcionan un vigor reducido y presentan buen comportamiento en suelos asfixiantes. Además del reducido vigor, permiten un adelanto en la madurez del fruto, así como cierta resistencia a la clorosis y a la salinidad. Sin embargo, precisan de suelos fértiles y condiciones de regadío.

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.

### 1.3.3.4. Análisis multicriterio de las alternativas

Para la elección del patrón más adecuado para la plantación se realiza la matriz de análisis multicriterio que tiene en cuenta los aspectos explicados en el apartado 3.3.3.2. De esta manera se pondera de 1 a 5 la respuesta del patrón a cada factor, multiplicándose por un coeficiente que estima la importancia que tiene dicho factor sobre la plantación. Finalmente, se realiza el cómputo y se elige el patrón con una puntuación más alta, que es el más propicio para el caso del proyecto.

**Tabla 2. Análisis multicriterio para la elección del patrón**

Factor	Coeficiente de ponderación	Franco de almendro	Franco de melocotonero	Híbridos almedro x melocotonero			Híbridos de ciruelo	
				GxN-15 Garnem	GF-677	Rootpac-40	Rootpac-20	
<b>Suelo</b>	<b>Resistencia a la clorosis</b>	0,5	5	2	4	4	4	3
	<b>Tolerancia a la asfixia radicular</b>	1	1	4	4	4	4	5
	<b>Tolerancia a la sequía</b>	0,5	5	2	4	3	4	3
	<b>Anclaje</b>	1,5	5	4	4	4	4	3
	<b>Resistencia a enfermedades</b>	1	3	4	4	4	4	4
<b>Agronomía</b>	<b>Vigor</b>	2	2	3	3	3	4	5
	<b>Afinidad con la variedad</b>	1,5	5	4	4	4	4	3
	<b>Influencia sobre la producción</b>	2	3	4	4	4	4	5
	<b>Homogeneidad</b>	1	2	4	4	4	5	5
<b>Total</b>			36	41	42	41,5	45	46

### 1.3.3.5. Alternativa elegida

El patrón más adecuado, para la plantación superintensiva que se desea implantar en el municipio de Granja de Moreruela, es el Rootpac-20, pues ha sido el que mayor puntuación ha obtenido en el análisis multicriterio.

Este patrón es ideal para el suelo donde se desea establecer la plantación, puesto que no se precisa de resistencia a la clorosis, ya que se trata de un suelo neutro y presenta una elevada tolerancia a la asfixia radicular, por lo que se compensa así la textura algo fina del terreno.

En cuanto a los factores agronómicos, presenta los deseables para una plantación de elevada densidad, ya que le otorga un vigor débil, es altamente productivo, afín a la variedad y da una homogeneidad a la plantación, lo que es muy favorable para el alto grado de mecanización que se va a llevar a cabo.

#### 1.3.4. Elección del diseño de la 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.

##### 1.3.4.1. Disposición de la plantación

La disposición de plantación tiene como objetivo optimizar el espacio disponible repartir los árboles uniformemente dentro de la parcela y facilitar las operaciones de cultivo y su mecanización.

###### 1.3.4.1.1. Identificación de las alternativas

La disposición de la plantación puede adoptar diversas modalidades. Las más habituales son las siguientes: marco real, disposición rectangular y tresbolillo.

- Marco real. Los árboles ocupan los vértices de un cuadrado.
- Disposición rectangular. Los árboles se disponen en los vértices de rectángulos.
- Disposición al tresbolillo. Se trata de establecer los árboles en los vértices de triángulos equiláteros.

###### 1.3.4.1.2. Criterios de valor

Se trata de establecer los criterios que van a condicionar la disposición de los árboles:

- **Exposición a la luz solar.** La iluminación incide directamente sobre la producción y la calidad de los frutos. Una tasa adecuada favorece la producción, la calidad, a la vez que reduce la aparición de ciertas enfermedades fúngicas originadas en lugares húmedos y sombríos.
- **Vigor de los árboles.** La disposición de plantación debe adaptarse al vigor de los árboles.
- **Densidad de plantación.** Existen densidades de plantación que se adaptan con más facilidad que otros a la intensificación del cultivo.
- **Mecanización.** La disposición de planta debe permitir una adecuada realización de las operaciones de cultivo de forma mecánica.

### 1.3.4.1.3. Identificación de las alternativas

Las disposiciones a tener en cuenta son:

- **Disposición en marco real.** Se trata de una disposición muy interesante en plantaciones de secano, ya que permite realizar las labores en dos direcciones perpendiculares. Esta opción es muy propicia para árboles de gran vigor, por lo que no es recomendable para plantaciones de alta densidad.
- **Disposición al tresbolillo.** Se trata de una disposición muy adecuada para el secano donde se optimiza el aprovechamiento del suelo y la exposición a la luz solar, en comparación con la disposición en cuadrado. Es adecuada para árboles de gran vigor.
- **Disposición rectangular o en líneas.** Esta disposición permite una mayor intensificación en el cultivo, por lo que es más adecuada para regadíos y árboles de vigor medio o reducido. Las labores de cultivo se pueden realizar de forma mecánica por las calles de la plantación.

### 1.3.4.1.4. Análisis multicriterio de las alternativas

Se trata de determinar, mediante el cuadro de análisis multicriterio, cuál es la disposición de plantación más adecuada. La ponderación se realiza de 1 a 5, siendo 5 el caso más favorable y 1 el menos deseable. Posteriormente, se multiplica por el valor del coeficiente que justifica la importancia que se le da a dicho factor y, finalmente se realiza el cómputo total, siendo la alternativa más favorable la que obtenga mayor puntuación. El análisis multicriterio se muestra en la tabla siguiente:

**Tabla 3. Análisis multicriterio para la elección de la disposición de los árboles**

Factor	Coeficiente de ponderación	Disposición en marco real	Disposición al tresbolillo	Disposición rectangular o en líneas
Exposición a la luz solar y optimización del suelo	1	4	5	3
Vigor de los árboles	2	2	2	4
Densidad	2	2	3	4
Facilidad de mecanización	2	3	3	4
<b>Total</b>		18	21	27

#### 1.3.4.1.5. Alternativa elegida

La alternativa que mayor puntuación obtiene es la disposición rectangular o en líneas, ya que es la más recomendable para una plantación de muy alta densidad con un alto nivel de mecanización. Esta disposición permite maximizar la ocupación del terreno, a la vez que se permite un paso adecuado con la maquinaria y se favorece la realización de tratamientos y labores sobre los árboles, ya que forman un seto continuo.

#### 1.3.4.2. Alternativas en la elección de densidad y marco de plantación

##### 1.3.4.2.1. 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.

##### 1.3.4.2.2. Criterios de valor

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

- **Potencial productivo.** Cuanto más intensificado esté el cultivo, mayores serán las producciones esperadas. Por tanto, el aumento en la densidad de árboles, mejorará la rentabilidad de la plantación.

- **Vigor de los árboles.** La densidad de árboles debe estar relacionada con su tamaño. Por lo tanto, árboles de reducido vigor, permitirán aumentar la densidad de plantación.
- **Mecanización.** La cercanía entre árboles, dentro de las líneas de cultivo, favorece la mecanización de las operaciones de cultivo, ya que se permite la realización de labores (poda mecánica, recolección,..) y tratamientos fitosanitarios en continuo.

#### 1.3.4.2.3. 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.** Se caracterizan por tener una elevada densidad de árboles, por lo que se requiere que tengan un vigor reducido. En estas plantaciones se hace inviable la formación en vaso, por lo que los sistemas de formación más comunes son el eje central o la formación libre. Las plantaciones superintensivas muestran un mayor potencial productivo y cuentan con los máximos niveles de mecanización, lo que permite reducir drásticamente las necesidades de mano de obra y maximizar la rentabilidad. Este tipo de plantaciones son muy novedosas en el cultivo del almendro en España, pero tienen un futuro muy prometedor debido al éxito que están obteniendo las nuevas plantaciones.

#### 1.3.4.2.4. Análisis multicriterio de las alternativas

Para la elección de la alternativa según la densidad de plantación, se realiza el análisis multicriterio, donde se valora cada criterio con una ponderación del 1 al 5, siendo más favorable cuanto más alto sea el valor. Más tarde, se multiplica por un coeficiente de ponderación y, finalmente, se hace el cómputo para cada alternativa.

**Tabla 4. Matriz multicriterio de la densidad de plantación**

<b>Factor</b>	<b>Coeficiente de ponderación</b>	<b>Plantación de baja densidad</b>	<b>Plantación de media densidad</b>	<b>Plantación de alta densidad</b>	<b>Plantación superintensiva</b>
<b>Potencial productivo</b>	2	2	3	4	4
<b>Vigor de los árboles</b>	1,5	2	3	4	5
<b>Mecanización</b>	1,5	3	4	4	5
<b>Total</b>		11,5	16,5	20	23

#### 1.3.4.2.5. Alternativa elegida

La alternativa más conveniente, en este caso, es la plantación superintensiva, ya que al incrementar la densidad, aumenta la capacidad de producción, al tiempo que se reducen los gastos de mano de obra, lo que económicamente se traduce en una disminución de los gastos y en un aumento de la rentabilidad de la plantación.

El marco de plantación va a ser aquel que permita un espacio en las calles adecuado para el paso de la maquinaria y suficiente para garantizar una adecuada iluminación sobre los árboles. Para la elección del marco ideal en plantaciones superintensivas de almendro, se está copiando un poco lo que se lleva haciendo desde hace unos años para el olivo. Por lo tanto, se considera que un marco de (4,0 m x 1,2 m) puede ser adecuado, ya que garantiza una alta densidad, superior a 1.700 árboles/hectárea, sin perjudicar el paso de maquinaria ni la iluminación de los árboles.

#### 1.3.4.3. Alternativas en la orientación de filas

##### 1.3.4.3.1. Identificación de las alternativas

La orientación de las filas viene determinada en relación con el norte geográfico. Para una producción adecuada y de calidad, se debe establecer una orientación que garantice una buena iluminación solar. La orientación Norte-Sur posibilita un reparto uniforme de la iluminación en ambos lados del seto. Sin embargo, también se debe tener en cuenta la orientación de los márgenes de la parcela para no dificultar las labores ni desaprovechar espacio. La parcela tiene forma rectangular (796 m x 430 m), por lo que se van a estudiar dos posibles orientaciones

- **Orientación NNE-SSO.** Es la orientación paralela al margen más largo de la parcela, por lo que el aprovechamiento del terreno es óptimo. Además, se optimizan las operaciones de cultivo ya que se reducen los tiempos muertos o de maniobra en las cabeceras.
- **Orientación ONO-ESE.** Es la orientación paralela al margen más corto de la parcela. Sin embargo, cuenta con una longitud más que suficiente para establecer líneas de la plantación operativas.

#### 1.3.4.3.2. Criterios de valor

Para la elección de las alternativas se van a tener en cuenta los siguientes factores:

- **Iluminación.** Es interesante que los árboles dispongan de una iluminación suficiente y lo más uniforme posible en todo el volumen de la copa, ya que repercute directamente sobre la producción y calidad de la plantación.
- **Optimización del espacio y labores.** Cuanto más largas sean las filas, mayor cantidad de árboles se pueden establecer por hectárea, ya que hay menos superficie destinada a las cabeceras. Además, se reducen los tiempos muertos durante la maniobrabilidad en la ejecución de las labores de cultivo. No obstante, si las líneas son muy largas, quizá convenga fraccionarlas, estableciendo caminos de servicio transversales que faciliten las operaciones de cultivo, en especial la recolección.
- **Dirección de los vientos dominantes.** En zonas con vientos fuertes, las filas de cultivo deben orientarse transversalmente a la dirección de los vientos dominantes. En la zona de ubicación del proyecto, no existe riesgo de fuertes ni frecuentes rachas de viento, por lo que este criterio carece de importancia.
- **Topografía del terreno.** Para reducir los fenómenos de erosión hídrica, cuando se trata de fuertes pendientes, conviene seguir las curvas de nivel. Sin embargo, dado que la parcela de ubicación del proyecto es prácticamente llana, no se tendrá en cuenta este aspecto.

#### 1.3.4.3.3. Elección de las alternativas

La iluminación más uniforme, en ambas caras del seto, se obtiene cuando las líneas de cultivo se disponen en dirección Norte-Sur, por lo que la orientación de las filas de los árboles se debe aproximar, en la medida de lo posible, a dicha orientación.

Los vientos dominantes en la zona son de dirección Este-Oeste, aunque como bien se ha citado en el estudio climático, su intensidad no va a plantear ningún problema en la plantación.



La optimización del espacio y la facilidad de realizar las labores viene determinada por la forma de la parcela, por lo que, debido a las grandes dimensiones de la misma, cualquiera de las dos orientaciones que se ofrecen es perfectamente válida.

Por lo tanto, se deberá elegir entre la orientación NNE-SSO, correspondiente con el lado más largo de la parcela o la orientación ONO-ESE, correspondiente con la orientación del ancho de la parcela.

#### 1.3.4.3.4. Alternativa elegida

Se decide que la orientación más adecuada es la que se corresponde con la parte más larga de la parcela, es decir, la orientación NNE-SSO, ya que garantiza una adecuada iluminación, a la vez que se optimiza el espacio y la ejecución de las labores.

### 1.3.5. Elección del sistema de poda de formación

#### 1.3.5.1. Identificación de las alternativas

Se trata de elegir el sistema de formación más adecuado en la plantación superintensiva de almendro que se pretende realizar. Para ello, se van a evaluar los siguientes sistemas de poda de formación:

- Vaso de pisos
- Eje central
- Formación libre

##### 1.1.1.1. Criterios de valor

- **Vigor y crecimiento del árbol.** Para la elección del tipo de sistema de formación se debe tener en cuenta tanto el vigor como la tendencia natural en el crecimiento del árbol.
- **Densidad de la plantación.** La poda de formación debe ir acorde con la densidad de la plantación, ya que se debe limitar el crecimiento del árbol para impedir que ocasione problemas en el desarrollo del resto de árboles o en el paso de la maquinaria.
- **Entrada en producción del sistema.** Debido al corto tiempo de vida útil que va a tener la plantación, resulta interesante elegir aquellos sistemas de poda de formación que permitan una rápida entrada en producción.
- **Manejo del cultivo.** Elegir uno u otro sistema de formación va a condicionar la ejecución del resto de labores a realizar en la plantación.
- **Coste de la poda.** Es fundamental minimizar el coste de las operaciones de poda, tanto en la de formación como la de mantenimiento de los árboles.

### 1.3.5.2. Evaluación de las alternativas

- **Vaso de pisos.** El árbol consta de un tronco de 0,3-1 m de longitud, del que salen hacia fuera y con cierta verticalidad, 3 ramas principales colocadas a 120°. Dichas ramas surgen del tronco con una separación entre ellas de 10-20 cm. A partir de ellas surgen una serie de ramas secundarias que se van distribuyendo de manera uniforme constituyendo pisos sistemáticamente escalonados. Este sistema es adecuado para árboles con un determinado vigor y necesita de una superficie amplia para el desarrollo de la copa del árbol, por lo que no es adecuado para alta densidad. Además, requiere entre 3 y 4 años para su formación definitiva, lo que alarga demasiado la entrada en producción.
- **Eje central.** Los árboles formados en eje central presentan un tronco o eje de 3,5 m de altura, en el cual se insertan a partir del medio metro 3-4 ramas escalonadas a 25-30 cm y repartidos uniformemente alrededor del eje. Sobre estas ramas se insertan otras de menor entidad. Este sistema de formación es adecuado para árboles de poco vigor, permite una buena aireación e insolación del frutal y adelanta la entrada en 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.

### 1.3.5.3. Análisis multicriterio

Para determinar la elección de la alternativa más adecuada, en cuanto al sistema de poda de formación, se va a plantear una matriz de análisis multicriterio.

Se califica cada alternativa, con una ponderación del 1 al 5, siendo más favorable cuanto mayor es la cifra. Más tarde, se multiplica por un coeficiente de ponderación que representa la importancia del criterio y finalmente, se realiza la suma total de todos los criterios para cada alternativa, eligiéndose aquella que cuenta con una mayor puntuación. A continuación se presenta la tabla multicriterio.

**Tabla 5. Matriz multicriterio de la poda de formación**

Factor	Coficiente de ponderación	Vaso de pisos	Eje central	Formación libre
<b>Vigor y crecimiento</b>	2	2	4	4
<b>Densidad de la plantación</b>	2	2	4	4
<b>Entrada en producción</b>	1,5	3	5	5
<b>Manejo del cultivo</b>	1	3	4	4
<b>Coste de la poda</b>	1,5	3	3	5
<b>Total</b>		20	32	35

#### 1.3.5.4. Alternativa elegida

La alternativa con una mayor puntuación es la de formación libre, con 35 puntos, ya que es un sistema de poda de formación perfectamente adaptado a plantaciones de elevada densidad y reducido vigor, permite una rápida entrada en producción, a la vez que facilita el manejo del cultivo. Se trata de un sistema de formación libre, por lo que apenas se precisa de poda manual. Basta con realizar podas mecánicas para contener el crecimiento del árbol, reduciendo la anchura y altura del seto para mejorar la iluminación y facilitar la recolección.

### 1.3.6. Alternativas en la elección del sistema de riego

#### 1.3.6.1. Identificación de las alternativas

Pese a la gran rusticidad del cultivo del almendro, para obtener una elevada producción, estable y de calidad debe recurrirse a sistemas de regadío capaces de abastecer la demanda de agua necesaria para obtener unas adecuadas producciones. La demanda de agua del almendro en superintensivo ronda los 6.000 m<sup>3</sup>/ha y año. En la zona de ubicación del proyecto, la precipitación media anual (430,3 mm) resulta insuficiente y está mal repartida, por lo que se hace inevitable la instalación de un adecuado sistema de riego que garantice las necesidades totales de agua a los árboles.

Los métodos de riego más utilizados para el riego de una plantación frutal son los siguientes:

- Riego por gravedad:
  - o Por inundación
  - o Por surcos
- Riego a presión:
  - o Riego por aspersión
  - o Riego localizado: por goteo y por microaspersión.

### 1.3.6.2. Criterios de valor

Los criterios para determinar la alternativa a elegir son los siguientes:

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

### 1.3.6.3. Evaluación de las alternativas

Para la evaluación de las alternativas se van a tener en cuenta cuatro sistemas de riego: uno por gravedad (surcos ) y otros tres por presión (aspersión, goteo y microaspersión):

- **Riego por surcos.** Se trata de un sistema de riego que utiliza como la energía potencial del agua como fuente de energía. Se basa en la construcción de surcos o regueras que conducen el agua, permitiendo su infiltración, tanto horizontal como vertical, conforme avanza la lámina de agua.

Presenta las siguientes ventajas:

- o Precisa de bajos costes de inversión y energía para su establecimiento.
- o Permite conducir el agua hacia los árboles, sin necesidad de regar toda la superficie de la parcela y por tanto, se produce un ahorro importante de agua respecto el riego por inundación. Además en este caso, el agua no entra en contacto con el cuello de los árboles, por lo que se reduce la incidencia de ciertas enfermedades criptogámicas.

Sin embargo, cuenta con una serie de inconvenientes:

- o Tiene una eficiencia de aplicación baja, del 55-65%.
- o Requiere terrenos muy llanos, con una disponibilidad de agua muy elevada, ya que requiere de grandes caudales para su aplicación.

- Aumenta el riesgo de erosión y la aparición de malas hierbas.
  - Es un sistema de riego muy difícil de automatizar.
- **Riego por aspersión.** Se trata de un riego a presión, en que el agua es impulsada por una serie de bombas capaces de otorgarle la presión de trabajo adecuada, que oscila entre 3 y 5 bares. Precisa de una bomba y una serie de tuberías primarias, secundaria y terciarias, capaces de transportar el agua hasta los emisores de riego. Los emisores son los propios aspersores que reparten el agua mediante un giro circular, colocándose por encima de las líneas de plantación, lo que permite tener un alcance bastante elevado.

Sus ventajas son las siguientes:

- Es un riego más eficiente que los de gravedad, ya que al tratarse de conductos cerrados o tuberías, se reducen las pérdidas por evaporación.
- Es más fácil controlar la dosis de riego y la uniformidad del mismo, ya que se puede jugar tanto con el tiempo de riego como el caudal de emisión de los aspersores.
- Cuenta con una eficiencia bastante alta, del 70-80% y es adecuado para suelos de cualquier textura, permitiendo el riego en zonas con un cierto desnivel.
- Se reduce la necesidad de mano de obra y puede ser automatizado.
- Además, puede ser utilizado en defensa contra las heladas.

Sin embargo, tiene los siguientes inconvenientes:

- Su sistema de instalación es costoso, ya que necesita de bombas y tuberías grandes que garanticen unos caudales adecuados para su funcionamiento.
  - Al regar directamente las copas de los árboles puede favorecer el desarrollo de enfermedades fúngicas y puede producir el lavado de los productos fitosanitarios.
  - Si el agua de riego contiene sales, puede causar problemas en los árboles al precipitarse sobre las hojas.
- **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 microaspersión.
- Riego por goteo. Los emisores empleados son goteros.
  - Riego por microaspersión. Los emisores son microdifusores.

El sistema de riego localizado exige riegos casi diarios, por lo que se hace prácticamente imprescindible automatizar íntegramente el sistema y tener un suministro de agua constante.

Este sistema presenta las siguientes ventajas:

- Tiene una elevadísima eficiencia, superior al 90 %.
- Es válido para terrenos irregulares y cualquier tipo de suelo
- Se limita el crecimiento de malas hierbas, ya que el gotero sólo riega el punto deseado.
- No impide el paso de la maquinaria.
- Se puede utilizar con aguas medianamente salinas, ya que se diluye la concentración de sales, debido a los riegos frecuentes.
- Permite la aplicación de fertilizantes junto con el agua de riego.

Los inconvenientes más destacables son los siguientes:

- si el agua de riego es muy dura (alto contenido de carbonato cálcico), se pueden ocasionar obturaciones en los goteros.
- Los costes de instalación y energía son elevados, aunque no tanto como en los sistemas de aspersión, ya que las presiones de trabajo son menores.
- Puede ocasionar carencias de oligoelementos en los árboles, debido a la limitación del crecimiento de las raíces en el bulbo húmedo.

#### 1.3.6.4. Análisis multicriterio para la elección del sistema de riego

Para la elección del sistema de riego más conveniente se analizan los criterios explicados en el apartado 3.3.6.2. Para su valoración se establece una escala del 1 al 5, siendo 1 el caso más desfavorable y 5 el más favorable. Además, a cada criterio se le asigna un coeficiente de ponderación que evalúa su importancia. Finalmente, se realiza el cómputo final, siendo la alternativa más adecuada aquella que obtenga una mayor puntuación.

**Tabla 6. Matriz multicriterio de las alternativas para la elección del sistema de riego**

Factor	Coeficiente de ponderación	Riego por gravedad	Riego por presión		
		Riego por surcos	Riego por aspersión	Riego por goteo	Riego por microaspersión
Factores climáticos	0,5	3	4	5	5
Calidad agua de riego	0,5	4	3	3	3
Economía del sistema	1,5	4	3	4	3
Técnicas de cultivo	1	2	4	4	4
Homogeneidad del riego	1,5	3	4	5	5
<b>Total</b>		16	18	21,5	20

### 1.3.6.5. Alternativa elegida

La alternativa elegida es el riego por goteo, que 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.

### 1.3.7. Alternativas en la elección del sistema de mantenimiento del suelo

#### 1.3.7.1. Identificación de alternativas

El mantenimiento del suelo comprende todo el conjunto de operaciones culturales llevadas a cabo para el trabajo del suelo, que tienen por objeto crear y mantener un medio en el suelo favorable para el crecimiento de las raíces, minimizar posibles competencias entre el cultivo y la vegetación adventicia, a la vez que facilitar el paso con la maquinaria por las calles de la plantación.

Para mantener este medio favorable existen distintas formas de mantenimiento del suelo:

- **Suelo sin vegetación.** Se trata de tener el suelo libre de malas hierbas, ya sea controlando su aparición mediante laboreo o bien utilizando herbicidas.
- **Suelo con vegetación.** Se trata de tener el suelo con una cubierta vegetal viva, ya sea sembrada o espontánea, que compita lo menos posible con el desarrollo del árbol.
- **Técnicas mixtas.** Se pueden realizar dos métodos de técnicas mixtas, ya sea en el tiempo o en el espacio. Las técnicas mixtas en el tiempo son aquellas que alternan ambas formas de mantenimiento del suelo a lo largo del año, mientras que las del espacio alternan el distinto manejo en calles intercaladas o bien entre calle y fila, que es lo más común.

#### 1.3.7.2. Criterios de valor

Los criterios que se van a tener en cuenta son los siguientes:

- **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.

### 1.3.7.3. Evaluación de las alternativas

Las técnicas de mantenimiento del suelo más habituales son las siguientes:

- **Laboreo.** Se trata de mantener en suelo limpio de malas hierbas mediante una serie de labores sistémicas a lo largo del año. Es el sistema de control de las plantas infestantes más antiguo que se conoce. Los objetivos principales de este método son los siguientes:
  - Eliminar las malas hierbas y mejorar la infiltración de agua, al mismo tiempo que se reduce su evaporación por ascensión capilar.
  - Reducir el riesgo de heladas por irradiación, sobre todo si el suelo se encuentra desnudo, compactado y sin terrones,
  - Se puede realizar sobre cualquier tipo de suelo, permitiéndose la incorporación de fertilizantes.
  - Si se hace en seco, el polvo que se produce, crea una fina película sobre los estomas de las hojas de los árboles que reduce la pérdida de agua por transpiración.

Sin embargo, también presenta una serie de desventajas que son las siguientes:

- Tiene un elevado consumo de energía y necesidad de hacer un número considerable de operaciones a lo largo del año.
- Existe un riesgo pérdida de materia orgánica, ya que se acelera la oxidación y se favorece la mineralización de la misma.
- Aumenta el riesgo de erosión, ya que el suelo permanece desnudo durante todo el año. Además, puede favorecer la creación de suela de labor, lo que disminuye la infiltración del agua en el suelo.
- Se limita el desarrollo de las raíces más superficiales de la plantación, ya que son destruidas durante las intervenciones de laboreo.



- **Aplicación de herbicidas.** Consiste en mantener el suelo limpio de malas hierbas a base de aplicación de herbicidas selectivos, que sean capaces de eliminarlas sin causar daños al cultivo. Por lo tanto, se basa en un control químico de las plantas infestantes. Tiene las siguientes ventajas:
  - o Se reducen tanto los tiempos de operación como la frecuencia de las mismas, lo que lo convierte en un sistema más rentable.
  - o Se reduce el riesgo de heladas por irradiación.
  - o Se favorece el desarrollo radical superficial de los árboles, ya que al no mover el suelo, no se destruyen las raíces más superficiales.

Sin embargo, también presenta una serie de inconvenientes:

- o Si se realiza de manera indiscriminada, existe un elevado riesgo de contaminación de aguas, tanto superficiales como subterráneas, y del suelo.
  - o Se reduce la velocidad de infiltración de agua, lo que a veces puede ser favorable, ya que si cae en cantidad abundante penetra lentamente en el perfil del suelo.
  - o Pueden aparecer problemas de fitotoxicidad en el cultivo y/o surgir malas hierbas resistentes a los herbicidas, por lo que se deberá tanto su composición como su método de acción a lo largo del tiempo.
- **Cubierta vegetal.** Consiste en establecer una cubierta vegetal viva que proteja el suelo contra la erosión. El control de la cubierta se realiza mediante una serie de siegas mecánicas que regulan la altura de la misma. Las ventajas que presenta este sistema son las siguientes:
    - o Mejora la estructura del suelo y se favorece la infiltración de agua.
    - o Permite el desarrollo radical superficial del árbol y el control de malas hierbas que no soportan la siega reiterada.
    - o Facilita el paso de maquinaria en los períodos húmedos, ya que la cubierta vegetal es capaz de soportar el peso de la maquinaria, por lo que se reduce la compactación del suelo.

Las desventajas que tiene son:

- o La cubierta puede entrar en competición con el desarrollo del árbol.
  - o Se favorece el riesgo de heladas de irradiación si no se controla su altura de siega adecuadamente.
- **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.
- **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.

#### 1.3.7.4. Análisis multicriterio

Para elegir la alternativa más adecuada se realiza la matriz de análisis multicriterio que estudia los factores expuestos anteriormente. De esta manera, se valoran todas las alternativas según una escala del 1 al 5, siendo 1 el caso menos favorable y 5 el más favorable. Después se aplica un coeficiente de ponderación para determinar la importancia que se le da a cada factor y, finalmente, se realiza el cómputo final, eligiéndose aquella alternativa que obtenga una mayor puntuación. A continuación, se presenta la tabla de análisis multicriterio.

**Tabla 7. Matriz multicriterio para el estudio de las alternativas en el mantenimiento del suelo**

Factor	Coeficiente de ponderación	Laboreo	Herbicida	Cubierta	Laboreo-Herbicida	Cubierta-Herbicida
<b>Edafoclimático</b>	1,0	3	3	3	3	3
<b>Técnico</b>	1,0	3	4	4	3	4
<b>Económico</b>	1,5	3	3	3	3	4
<b>Total</b>		10,5	11,5	11,5	10,5	13,0

#### 1.3.7.5. 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.

Dado que se ha elegido el riego deficitario como estrategia de riego, pudiera parecer contradictoria la elección de la cubierta vegetal, como sistema de mantenimiento de las calles del cultivo, con un uso limitado del agua de riego. Sin embargo, después de la siega mecánica de finales de mayo, dado a la escasez de precipitaciones del verano, la cubierta va a permanecer muy débil, por lo que no se espera que cree una competencia excesiva con los árboles. Además, para evitar que las raíces de las malas hierbas extraigan la humedad de las filas de los árboles, a la aplicación de Glifosato 36% de finales de mayo, se le va a añadir un herbicida residual, tipo Pendimetalina.

No obstante, el primer año de la plantación, se elegirá la técnica mixta laboreo-herbicida para favorecer el desarrollo radicular en profundidad. Automáticamente, en el año de entrada en producción, se pasará a la técnica mixta cubierta vegetal-herbicida para favorecer el paso de la maquinaria de recolección.

Para evitar posibles daños en los árboles por contacto del herbicida será necesario instalar protectores en los troncos que sean capaces de cubrir toda la parte baja del árbol.

### **1.3.8. Alternativas en la elección del sistema de recolección**

#### **1.3.8.1. Identificación de alternativas**

Los sistemas de recolección de cultivo pueden ser manuales o mecánicos y su elección dependerá de la superficie de árboles, del marco y densidad de plantación, del sistema de formación de los árboles,...

Tradicionalmente, debido a los amplios marcos de plantación y al escaso rendimiento del cultivo del almendro, la recolección se ha realizado de manera manual, vareando los árboles y colocando unas lonas en el suelo para recoger la preciada almendra. Sin embargo, hoy día, debido al alto coste de la mano de obra y a la baja efectividad de este sistema, la recolección manual queda relegada a zonas donde el acceso con maquinaria es inviable, como puede ser en zonas de gran pendiente.

Por este motivo, únicamente se van a estudiar los métodos de recolección mecánica aplicables al cultivo del almendro, como son las siguientes:

- Recolección con vibrador simple
- Recolección mediante vibrador con paraguas invertido.
- Recolección con cosechadora integral o vendimiadora.

#### **1.3.8.2. Criterios de valor**

Los criterios que se van a tener en cuenta para elegir el sistema de recolección más adecuado son los siguientes:

- **Sistema de plantación.** Se debe tener en cuenta el marco, la densidad de plantación, el sistema de poda,... Cada tipo de

recolección necesita un espacio adecuado para la maniobrabilidad de la maquinaria, por lo que deberá estar acorde con la plantación.

- **Mecanización y economía del sistema.** El objetivo del proyecto es utilizar el mayor grado de mecanización posible para aumentar el rendimiento en la recolección y reducir la necesidad de mano de obra, lo que se traduce en un mayor beneficio de la plantación.

### 1.3.8.3. Evaluación de las alternativas

Los sistemas de recolección más importantes son los siguientes:

- **Recolección con vibrador simple.** El vibrador, que puede ser acoplado al tractor o autopropulsado, dispone de una pinza que agarra el tronco del árbol y, mediante el accionamiento de la toma de fuerza, ejerce una vibración sobre el mismo, que provoca la caída de los frutos al suelo. Para facilitar el trabajo, se colocan previamente mantas o lonas en el suelo para recoger la almendra.
- **Recolección mediante vibrador con paraguas invertido.** Se trata del mismo sistema que el anterior, solo que en este caso, el vibrador lleva incorporado un sistema de paraguas invertido que permite la recogida de la almendra, lo que produce un ahorro de la necesidad de mano de obra y se aumenta el rendimiento de recolección.
- **Recolección con cosechadora integral o vendimiadora.** En este caso la recolección es continua, ya que la misma máquina provoca la vibración de los árboles y recogida del fruto conforme avanza en la línea de cultivo. La almendra se almacena en un depósito de 3.000 litros de capacidad, el cual, una vez llenado, se bascula en un remolque auxiliar.

### 1.3.8.4. Análisis multicriterio

Para determinar el sistema de recolección más adecuado se realiza la matriz de análisis multicriterio, evaluándose cada criterio del 1 al 5, siendo más favorable cuanto más alta sea su puntuación. Además, se aplica un coeficiente de ponderación que determina la importancia de cada criterio. Finalmente, se realiza la suma de todos los criterios, eligiéndose aquel que obtenga mayor puntuación como alternativa más adecuada. A continuación se muestra la matriz multicriterio.

**Tabla 8. Análisis multicriterio para la elección de las alternativas de recolección del fruto**

Factor	Coeficiente de ponderación	Recolección con vibrador simple	Recolección mediante vibrador con paraguas invertido	Recolección con vendimiadora
Sistema de plantación	2	2	2	4
Mecanización y economía	2	2	3	4
<b>Total</b>		8	10	16

#### 1.3.8.5. Alternativa elegida

El sistema de recolección elegido es mediante vendimiadora, ya que debido al reducido marco de plantación sería imposible la recolección con cualquier otro método mecánico. Además, es el sistema de recolección más económico, dado que minimiza las necesidades de mano de obra y obtiene un elevado rendimiento de recolección.

El sistema de recolección mediante vendimiadora está muy extendido en la recolección de la uva y también, aunque en menor medida, en la recolección de olivos en superintensivo.

Este sistema evita el contacto del fruto con el suelo durante la recolección, por lo que no deprecia su calidad.

Para la utilización en la recolección de almendro es preciso usar las máquinas de mayor tamaño que se usan para la uva, ya que son capaces de recolectar de manera continua setos de más de 1,5 m de espesor y 3 m de altura. La capacidad de la tolva suele ser de unos 3.000 l y cuentan con una velocidad de trabajo entre 1 y 2 km/h, por lo que permite obtener un rendimiento de 0,5 ha/h. Además su eficacia de recolección es muy elevada, superior al 95%. El daño que causa al árbol tras la recolección es mínimo, aunque puede producir roturas de ramas, por lo que se recomienda realizar un tratamiento de cobre tras la recolección.

# **ANEJO IV. INGENIERÍA DEL PROCESO**

## ÍNDICE

1.	Ingeniería del proceso.....	5
1.1.	Actividades.....	5
1.1.1.	Plantación.....	5
1.1.1.1.	Preparación del terreno.....	5
1.1.1.2.	Establecimiento de la plantación.....	6
1.1.1.3.	Cuidados posteriores a la plantación.....	7
1.1.1.4.	Resumen de las operaciones de plantación.....	8
1.1.2.	Poda.....	8
1.1.2.1.	Aspectos generales.....	8
1.1.2.2.	Poda de formación.....	9
1.1.2.3.	Poda de producción o fructificación.....	10
1.1.2.4.	Útiles de poda.....	11
1.1.2.5.	Resumen de la poda.....	11
1.1.3.	Diseño agronómico del riego.....	12
1.1.3.1.	Cálculo de las necesidades hídricas del cultivo.....	12
1.1.3.2.	Número de emisores por planta y caudal del emisor.....	19
1.1.3.3.	Frecuencia y duración del riego.....	21
1.1.3.4.	Resumen del diseño agronómico del riego.....	23
1.1.4.	Fertilización.....	24
1.1.4.1.	Introducción.....	24
1.1.4.2.	Enmienda orgánica.....	24
1.1.4.3.	Fertilización mineral.....	26
1.1.4.4.	Resumen de la fertilización.....	38
1.1.5.	Mantenimiento del suelo.....	39
1.1.6.	Polinización.....	40
1.1.6.1.	Introducción.....	40
1.1.6.2.	Factores que intervienen en la polinización.....	40
1.1.6.3.	Instalación y cuidado de las colmenas.....	41
1.1.7.	Protección fitosanitaria.....	42
1.1.7.1.	Introducción.....	42
1.1.7.2.	Principales plagas del almendro.....	43
1.1.7.3.	Principales enfermedades del almendro.....	45

1.1.8.	Recolección .....	49
1.1.8.1.	Introducción .....	49
1.1.8.2.	Fecha de recolección estimada .....	49
1.1.8.3.	Sistema de recolección.....	50
1.1.9.	Cuaderno de explotación .....	51
1.2.	Implementación del proceso productivo .....	51
1.2.1.	Maquinaria y equipos.....	51
1.2.1.1.	Maquinaria necesaria en la explotación .....	51
1.2.1.2.	Capacidad y tiempos de trabajo.....	54
1.2.1.3.	Consumo de carburante.....	55
1.2.1.4.	Consumo de lubricantes.....	56
1.2.2.	Coste horario de utilización de la maquinaria.....	56
1.2.2.1.	Costes de las labores alquiladas.....	56
1.2.2.2.	Coste de la maquinaria propia y adquirida .....	57
1.2.3.	Mano de obra .....	58
1.2.3.1.	Introducción .....	58
1.2.3.2.	Mano de obra fija .....	58
1.2.3.3.	Mano de obra eventual.....	58
1.2.4.	Cuadros del proceso productivo .....	58
1.2.4.1.	Definición de las necesidades .....	58
1.2.4.2.	Satisfacción de las necesidades.....	74

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Resumen de las operaciones de plantación .....	8
Tabla 2.	Resumen de las operaciones de poda .....	12
Tabla 3.	Valores de ETo, ETc, P, PE y déficit hídrico. (Fuente FAO) .....	13
Tabla 4.	Relación entre k1 y FAS.....	14
Tabla 5.	Cálculo de las necesidades de riego en el cultivo del almendro .....	16
Tabla 6.	Cálculo de las necesidades con riego deficitario .....	17
Tabla 7.	Cálculo de las necesidades de riego totales.....	19
Tabla 8.	Cálculo del tiempo de duración del riego.....	22
Tabla 9.	Resumen del diseño agronómico del riego .....	23
Tabla 10.	Características del estiércol de oveja .....	25
Tabla 11.	U.F. aportadas por el estiércol y mineralización en los 3 años siguientes ...	26
Tabla 12.	Acumulación anual de nitrógeno en las partes leñosas del árbol .....	28
Tabla 13.	Exportaciones de nitrógeno en la cosecha de los frutos.....	28



Tabla 14. Aportación de nitrógeno mediante el agua de riego .....	29
Tabla 15. Balance del nitrógeno .....	30
Tabla 16. Extracciones de fósforo según la producción obtenida.....	31
Tabla 17. Balance fósforo .....	32
Tabla 18. Exportación de potasio por los frutos en kg/ha, según la producción obtenida .....	33
Tabla 19. Aportación de potasio con el agua de riego.....	34
Tabla 20. Balance del potasio.....	34
Tabla 21. Porcentaje de necesidades nutritivas según la época del año.....	36
Tabla 22. Necesidades mensuales de nutrientes, expresadas en kg/ha .....	37
Tabla 23. Aportaciones mensuales de fertilizantes, expresadas en kg/ha.....	37
Tabla 24. Necesidades de caldo (l/ha) de cada fertilizante .....	38
Tabla 25. Calendario de labores para el mantenimiento del suelo a partir del segundo año .....	40
Tabla 26. Tabla resumen de tratamientos fitosanitarios .....	49
Tabla 27. Tiempo de recolección, según la producción esperada.....	50
Tabla 28. Resumen características, capacidad y tiempo de trabajo de la maquinaria. 55	
Tabla 29. Resumen de necesidad de potencia (kW) y consumo de carburante (en l/h) de cada operación .....	56
Tabla 30. Costes de la maquinaria propia y adquirida.....	57
Tabla 31. Definición de las necesidades del Año 1 .....	60
Tabla 32. Definición de las necesidades del Año 2 .....	63
Tabla 33. Satisfacción de necesidades del Año 3 .....	66
Tabla 34. Definición de necesidades del Año 4.....	68
Tabla 35. Definición de necesidades del Año 5 y siguientes .....	71
Tabla 36. Satisfacción de las necesidades del Año 1.....	75
Tabla 37. Satisfacción de las necesidades del Año 2.....	78
Tabla 38. Satisfacción de las necesidades del Año 3.....	81
Tabla 39. Satisfacción de las necesidades del Año 4.....	84
Tabla 40. Satisfacción de las necesidades del Año 5 y siguientes .....	87

## **1. Ingeniería del proceso**

### **1.1. Actividades**

#### **1.1.1. Plantación**

##### **1.1.1.1. Preparación del terreno**

Previamente a la implantación de los árboles se va a realizar una esmerada preparación del terreno, ya que van a vegetar en él durante un largo periodo de tiempo. Para ello, conviene dar una serie de labores que mejoren las características edáficas del perfil, favorezcan la infiltración de agua y la oxigenación del suelo, lo que repercutirá en un aumento de la actividad microbiana. Además un adecuado laboreo del suelo, limpia el terreno de malas hierbas y acelera la mineralización de la materia orgánica, lo que se traduce en un aumento de la disponibilidad de elementos minerales en el suelo.

La preparación del terreno para una plantación frutal ha de realizarse a una profundidad de, aproximadamente, 60-80 cm. Para ello, se pueden realizar dos tipos de laboreo profundo, que dependerán de la homogeneidad del perfil del suelo. De esta manera, se puede realizar un laboreo vertical que únicamente permita resquebrajar el terreno en profundidad, sin la inversión de horizontes o un laboreo que además de labrar en profundidad, implique un volteo de las capas más profundas a la superficie. Para la realización de uno u otro método se utilizan distintos aperos. En el primer caso, se utiliza el subsolador, que únicamente ejerce un laboreo vertical a una profundidad de 60-100 cm, lo que es de obligado cumplimiento en suelos que tengan un perfil heterogéneo en profundidad. En el segundo caso, se trata de invertir los perfiles del suelo, sacando el más profundo a la superficie y, enterrando el superficial a capas más profundas, pudiéndose aprovechar dicha labor para enterrar la enmienda orgánica. Esta operación se realiza mediante arados de desfonde, capaces de trabajar a profundidades de hasta 80 cm. Evidentemente, la operación de desfonde únicamente se aconseja para suelos de perfil homogéneo en profundidad y necesita de una mayor potencia que el subsolado.

El suelo de la parcela donde se pretende ubicar el proyecto, presenta un perfil bastante homogéneo en profundidad, por lo que se recomienda realizar una labor de desfonde. Esta labor se va a realizar durante el otoño, ya que el terreno se encuentra en unas condiciones de humedad adecuadas. Además, al quedar el terreno expuesto a las heladas invernales, se facilita la disgregación de los terrones.

Posteriormente a la operación de desfonde, se realizarán una serie de labores complementarias a base de cultivador, que permitirán un afinamiento y nivelación del terreno, a la vez que la incorporación de posibles fertilizantes minerales, en caso de que fueran necesarios. En el caso del suelo de la parcela, no es necesario realizar un abonado de fondo, ya que la concentración de los elementos más

importantes para el desarrollo del cultivo, se encuentra dentro de valores normales o altos.

En consecuencia, las labores que se van a realizar, previamente a la plantación y ordenadas cronológicamente, son las siguientes:

- **Enmienda orgánica.** Debido al bajo nivel de materia orgánica que presenta el suelo de la parcela donde se va ubicar el proyecto (1,25%), se hace indispensable la aplicación de una enmienda orgánica que permita subir este nivel hasta unos valores más adecuados (1,5-2%) Debido a la cercanía de abundantes explotaciones ovinas, será el estiércol de ovino el que se va utilizar como enmienda orgánica. La cantidad de estiércol a aplicar se calcula en el apartado de fertilización.
- **Labor de desfonde.** Esta operación se realizará a continuación de la enmienda orgánica, aprovechándose para enterrar el estiércol. La labor de desfonde se va realizar a finales de octubre-primeros de noviembre, con el terreno en tempero. Para ello se va a utilizar una arado de desfonde reversible para evitar desnivelar el terreno, con una profundidad de 70 cm.
- **Labores secundarias.** Este tipo de operaciones se van a realizar con un cultivador de 13 brazos, 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.

#### 1.1.1.2. Establecimiento de la plantación

##### 1.1.1.2.1. Plantación

Previamente a la plantación física de los árboles, se ha de solicitar al vivero con suficiente antelación la combinación variedad-patrón deseada, para que en el momento de la plantación ya se disponga del conjunto de árboles deseados.

Los árboles elegidos, los cuales vienen en macetas, están preparados para ser plantados directamente con un protector individual. No obstante, se hace necesaria la comprobación sanitaria y adecuada del material vegetal, para evitar posibles problemas después de la plantación.

La plantación de árboles con cepellón, puede realizarse en cualquier época del año, aunque es recomendable hacerla a finales del invierno, cuando se reduce la intensidad de las heladas invernales y se produce el inicio del nuevo ciclo vegetativo. Por ello se decide que la fecha más adecuada para la plantación es entre mediados y finales 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 (4,0 x 1,2).

El promotor se encargará de llevar los árboles a la finca mediante un tractor con remolque.

#### 1.1.1.2.2. Instalación del sistema de riego

Previamente a la plantación de los árboles conviene tener todo el sistema de riego preparado para su instalación. De esta manera, se reduce el tiempo de montaje en el periodo post-plantación, ya que es necesario realizar un riego justo después de la plantación para asentar el terreno y garantizar un buen contacto de las raíces del árbol con el suelo.

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.

#### 1.1.1.3. Cuidados posteriores a la plantación

Una vez realizada la plantación es conveniente realizar una serie de operaciones que permitan garantizar un buen desarrollo inicial de los árboles. Estas operaciones son las siguientes:

- Riego de plantación. Acto seguido de la plantación de los árboles, es necesario realizar un riego de asentamiento para favorecer el contacto de la raíz con el suelo y crear las condiciones óptimas de humedad y aireación, que faciliten el enraizamiento. Con una aportación de 15-20 litros por planta puede ser suficiente.
- Revisión de los árboles. Después del riego de plantación, se reducen los huecos del suelo, ya que el riego compacta el terreno. Este efecto, provoca ciertas variaciones en la colocación inicial de los árboles, por lo que es conveniente hacer una revisión y recolocar aquellos que se hayan movido de la posición adecuada.
- Colocación de tutores. Una vez asentado el suelo y colocados los árboles, conviene instalar los tutores que van a garantizar la verticalidad del árbol permitiendo formar el seto productivo. El tutor consiste en una caña de bambú de 1,5 m de altura.
- Reposición de marras. Esta operación se debe realizar lo más pronto posible, ya que cuanto menos se retrase, mayor será el grado de uniformidad de la plantación. No obstante, el hecho de que las plantas dispongan de cepellón, reduce sustancialmente el número de marras y, por tanto, las necesidades de reposición. En este caso, la reposición de marras se va a realizar a finales de mayo-principios de junio, una vez detectada claramente la muerte de las plantas.

#### 1.1.1.4. 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	10-25 octubre	1ª Enmienda orgánica. Estiércol de oveja (80 t/ha)
2	20 octubre-10 noviembre	Desfonde. Arado de desfonde reversible
3	1-15 diciembre	1º Pase de cultivador. Cruzada respecto a la labor de desfonde con un cultivador de 13 brazos.
4	15-31 enero	2º Pase de cultivador. Labor cruzada respecto al pase anterior
5	1-15 febrero	Replanteo y marcado de calles de servicio. Preparación de la instalación de riego
6	10-15 febrero	Recepción y preparación de la planta. Comprobación sanidad de todos los árboles
7	15-28 febrero	Plantación de los árboles. Comprobar la colocación de los árboles.
8	28 febrero	Riego de plantación
9	1-3 marzo	Comprobación y recolocación de árboles torcidos
10	7-15 marzo	Colocación de tutores. Cañas de bambú de 1,5 m
11	20 mayo-10 junio	Reposición de marras

#### 1.1.2. Poda

##### 1.1.2.1. Aspectos generales

El árbol debe ser conducido y podado de forma que se consiga una plantación uniforme, un equilibrio entre la actividad vegetativa y fructífera y a la vez que, permita la suficiente penetración de aire, luz y de los productos de defensa fitosanitaria aplicados.

Según su finalidad, la poda puede ser:

- Poda de formación: Se realiza en los primeros años de vida del frutal para formar una estructura sólida y bien equilibrada en el árbol.
- Poda de fructificación: Se realiza a partir del tercer año, principalmente para favorecer la formación, conservación o renovación de los elementos de fructificación del árbol.
- Poda de renovación o rejuvenecimiento: Se realiza una vez concluido el desarrollo del árbol para eliminar elementos viejos y agotados del árbol.

Según la época de realización, la poda puede ser:

- Poda de invierno (poda en seco): Se realiza durante el reposo invernal del árbol, esto es, desde la caída de las hojas al desborre.
- 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.

#### 1.1.2.2. Poda de formación

La poda de formación se va a realizar para conseguir árboles de tamaño y porte adecuado, con una estructura sólida, robusta y equilibrada y con una buena aireación e insolación.

El sistema de poda que se va a elegir para la plantación es la formación libre, cuyo principal objetivo es la reducción de costes durante las operaciones de poda, ya que éstas se reducen al mínimo.

El principal objetivo de este sistema de formación es formar un seto productivo, o muro frutal, utilizando la poda mecánica en verde para ir rebajando crecimientos, tanto por los costados como por la parte alta, para mantener el volumen del árbol dentro de unas dimensiones limitadas por la máquina cabalgante o vendimiadora (anchura máxima de 0,8 m y altura máxima de 2,5 m). Con el paso de los años, va a ser necesario realizar operaciones de poda manual ligera que permitan eliminar aquellas ramas fuertes en los árboles adultos y aclarar la parte interna del muro frutal para optimizar la iluminación solar.

La poda en verde de rebaje de los crecimientos es de gran importancia (primavera, verano y otoño), ya que provoca una parada en el crecimiento del árbol, favoreciendo la ramificación de las ramas cortadas en forma de brindillas y además se mejora la inducción y la diferenciación floral del resto de los brotes. Esto cobra gran importancia, ya que si este tipo de poda se hiciera en invierno, en vez de favorecer la aparición de brindillas, se induciría a la aparición, de chupones.

Además, se deberá tener especial cuidado en dejar los 70 cm inferiores del tronco limpios para favorecer el trabajo de recolección de las máquinas cabalgantes.

### 1.1.2.3. Poda de producción o fructificación

La poda de fructificación tiene como principales objetivos los siguientes:

- Acelerar la entrada en fructificación de los árboles jóvenes
- Renovar las ramas fructíferas a fin de asegurar una producción abundante de frutos de buen tamaño, el mayor tiempo posible
- Aproximar la fructificación lo más cerca posible del tronco o ramas estructurales del árbol, repartiéndola de forma uniforme, y procurar siempre renovar aquellas formaciones que den mejor calidad de frutos
- Reducir el número de yemas de flor para evitar o disminuir la alternancia de cosechas
- Favorecer la llegada de la luz solar y la ventilación en la copa del árbol
- Suprimir las ramas innecesarias, envejecidas, enfermas y secas, para evitar un envejecimiento prematuro del árbol
- Facilitar las labores culturales, en especial los tratamientos, la recolección y la propia poda en años sucesivos

La poda de producción se realiza en el momento que el almendro empieza a producir. En los sistemas superintensivos ocurre en el segundo año, por lo que será a partir de entonces, cuando se empiece a actuar.

El objetivo de este proyecto es una mecanización máxima de todas las operaciones de cultivo, por lo que la poda se hará también, de manera mecanizada. Para ello, únicamente se actúa sobre el volumen total del árbol, formando un seto productivo lo suficientemente estrecho como para que la luz incida satisfactoriamente sobre todo el volumen del árbol y lo suficientemente bajo para permitir la labor de recolección.

La poda se realiza de forma mecánica. Para ello se utiliza una podadora de discos que ejerce un corte en un plano vertical, limitando, de esta manera, la anchura del árbol y otro corte horizontal con el fin de limitar la altura del árbol para permitir la recolección mecánica. La poda mecánica se va a realizar durante el crecimiento vegetativo del árbol, ya que donde se han realizado los cortes, se favorece una ramificación, por lo que se consigue un aumento de las yemas de flor para el siguiente año. Debido a los numerosos cortes que se producen en el momento de la poda, es aconsejable realizar un tratamiento con productos cúpricos preventivo para evitar la aparición de ciertas enfermedades fúngicas.

El almendro fructifica sobre ramos de mayo y ramos mixtos, por lo que, al realizar una poda mecanizada, se hace necesario ejecutarla todos los años, con el fin de promover la formación anual de nuevas formaciones fructíferas que garanticen la producción en años sucesivos.

Evidentemente, el aumento de producción que garantiza este sistema de formación, va en detrimento de la vida útil del árbol, por lo que se le concede más importancia a una elevada producción durante un período corto de tiempo que a una producción más contenida en beneficio del incremento de vida útil del árbol.

Sin embargo, además de la poda mecánica, a partir del séptimo año, se realizarán algunas intervenciones de poda manual cada tres años que permitirán eliminar ciertas ramas no deseadas. Con estas intervenciones de poda manual se pretende eliminar ramas interiores muy vigorosas y un ligereo aclareo de ramas para mantener una buena iluminación de la copa y un buen estado vegetativo, productivo y sanitario del árbol. A partir, del séptimo año, este aclareo se hará de forma secuencial a lo largo de los años (aproximadamente cada cuatro años), sin efectuar intervenciones drásticas.

#### 1.1.2.4. Útiles de poda

Debido a la mecanización completa de la poda únicamente será necesario disponer de 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 a partir del séptimo año.

#### 1.1.2.5. Resumen de la poda

Las operaciones de poda se van a efectuar desde la entrada en producción del árbol, es decir, a partir del 2º año. Para ello se van a realizar, dos tipos de podas:

- Poda en seco. Se realiza durante el periodo de reposo del árbol, previamente a la brotación de las yemas. La época más adecuada es en la última etapa del invierno, por lo que a partir de mediados de febrero suele ser la época más adecuada. Este tipo de poda se va a realizar de forma manual y va a ser muy leve. El objetivo de la misma es eliminar ramas no deseadas y facilitar la penetración de la luz en el interior del árbol. Esta poda no se va a realizar todos los años, ya que conlleva un elevado coste económico. Se van a realizar a partir del 5º año, y después cada tres años.
- Poda en verde. Se realiza durante la fase vegetativa, por lo que el árbol ya cuenta con hojas. Por ello, se denomina también poda en verde, y se suele efectuar a finales de la primavera, es decir, a finales del mes de mayo. Con esta poda se consigue limitar el desarrollo vegetativo y favorecer la iluminación de los frutos.

Inmediatamente después de la realización de ambos tipos de poda, es conveniente tratar con un producto fúngico con el fin de desinfectar las heridas de poda como prevención de entrada a posibles enfermedades, sobretodo de carácter fúngico.



**Tabla 2. Resumen de las operaciones de poda**

Frecuencia	Orden	Época	Descripción
Anualmente, a partir del 2º año	1	1 de junio	Poda mecánica en verde
	2	20 de septiembre	Poda mecánica en verde
A los 5 años y luego cada 3 años	-	1-28 de febrero	Poda manual en seco de aclareo

### 1.1.3. Diseño agronómico del riego

El diseño de un buen sistema de riego permitirá obtener cosechas abundantes, sostenibles y de calidad. Para su diseño se calculan las necesidades hídricas del cultivo, que luego permitirá realizar los cálculos de todo el material necesario para poderlo llevar a cabo.

#### 1.1.3.1. Cálculo de las necesidades hídricas del cultivo

##### 1.1.3.1.1. 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:

$$PE = P * 0,7$$

Donde:

- PE: precipitación efectiva (mm/mes)
- P: precipitación media mensual (mm/mes)

Por tanto, el balance total de necesidades netas de riego se va a calcular según la siguiente fórmula:

$$N_n = E_{To} \cdot k_c \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3$$

Siendo:

- $N_n$ : necesidades netas de riego, expresadas en mm/día.
- $E_{To}$ : evapotranspiración de referencia, expresada en mm/día.
- $k_c$ : coeficiente de cultivo, variable a lo largo del año, en tanto por uno.
- $k_1$ : coeficiente corrector por localización, en tanto por uno.
- $k_2$ : coeficiente corrector por variación climática, en tanto por uno.
- $k_3$ : coeficiente corrector por advección, en tanto por uno.

Evidentemente, será necesaria la aportación de agua mediante el riego cuando exista un déficit hídrico, es decir, cuando el balance sea negativo. El cálculo de la evapotranspiración del cultivo está determinado por el producto entre  $E_{To}$  y  $K_c$ .

Para el cálculo de las necesidades netas, se expone a continuación una tabla con todos los datos necesarios:

**Tabla 3. Valores de  $E_{To}$ ,  $E_{Tc}$ , P, PE y déficit hídrico. (Fuente FAO)**

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b><math>E_{To}</math> (mm/mes)</b>	11	15	32	48	90	124	167	143	99	62	22	8
<b><math>K_c</math></b>	0	0	0,5	0,7	0,85	0,9	0,9	0,9	0,8	0,75	0,65	0
<b><math>E_{Tc}</math> (mm/mes)</b>	0	0	16	33,6	76,5	111,6	150,3	128,7	79,2	46,5	14,3	0
<b>P (mm/mes)</b>	40,9	27,3	28,8	41,3	50,3	25,3	15,2	11,38	29,6	54,9	49	56,1
<b>PE (mm/mes)</b>	28,63	19,11	20,16	28,91	35,21	17,71	10,64	7,966	20,72	38,43	34,3	39,27
<b>Balance (mm/mes)</b>	28,63	19,11	4,16	-4,69	-41,29	-93,89	-139,66	-120,73	-58,48	-8,07	20	39,27

En el mes de abril el balance comienza a ser negativo hasta el mes de octubre. Por lo tanto en el período abril – octubre habría que realizar aportaciones de agua al cultivo, ya que la precipitación efectiva no es suficiente para abastecer las necesidades totales del cultivo. Aunque en el mes de octubre las necesidades sean mínimas y ya se haya recogido la almendra, el almendro es muy sensible a carencias de agua en esta época, ya que es cuando comienza a acumular sustancias de reserva para el siguiente año.

Previamente al cálculo de las necesidades netas de riego, es necesario establecer el valor de todos los coeficientes.

- **Coefficiente de cultivo ( $k_c$ )**

El valor del coeficiente del cultivo del almendro depende de la edad, el tamaño del árbol y su estado de desarrollo. Los valores de  $k_c$  se obtienen de la FAO, la cual lo estudia según su estado de desarrollo.

- **Coefficiente corrector por localización ( $k_1$ )**

Este coeficiente se calcula a partir de la fracción de área sombreada (FAS) y se define como la fracción de la superficie de suelo sombreada por la cubierta vegetal a mediodía en solsticio de verano, respecto a la superficie total. Se calcula estableciendo un cociente entre la superficie que ocupa la copa del árbol entre el marco de plantación. De esta manera, en el caso más extremo, si la superficie de la copa del árbol fuera igual que el marco de plantación, todo el suelo estaría sombreado, por lo que la FAS sería igual a la unidad. Se considera que el diámetro de la copa es de 1,2 m y que el marco de plantación es de (4 x 1,2) m. Se calcula según la siguiente fórmula:

$$FAS = \frac{\text{Área sombreada}}{\text{Marco de plantación}} = \frac{\pi * (0,6)^2}{4 * 1,2} = 0,24$$

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.	$K1 = 1,34 * FAS$	0,32
Decroix	$K1 = 0,1 + FAS$	0,34
Hoare et al.	$K1 = FAS + 0,5 * (1 - FAS)$	0,62
Keller	$K1 = FAS + 0,15 * (1 - FAS)$	0,35

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:

$$K1 = \frac{(0,34 + 0,35)}{2} = 0,35$$

- **Coefficiente corrector por variación climática ( $k_2$ )**

Se trata de un coeficiente mayorante, ya que se trabaja con temperaturas medias y hay que prever las necesidades punta. Según Hernández Abreu, oscila entre 1,15 y 1,20. En este caso se va a considerar que  $k_2 = 1,15$

• **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 superficie regada. 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:

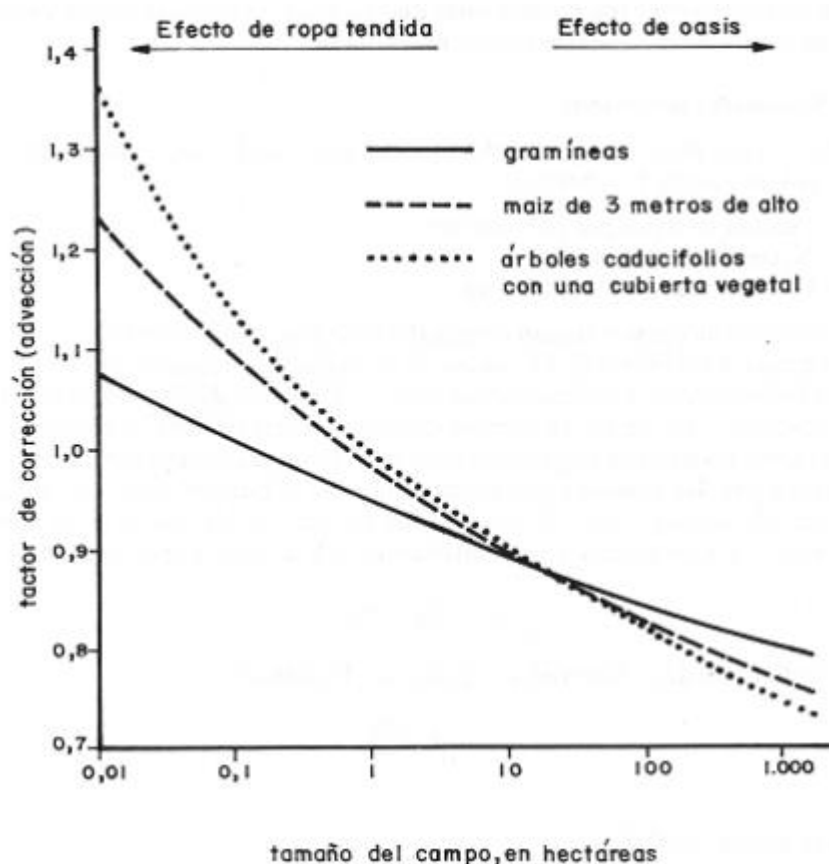


Ilustración 1. Valor de  $k_3$  en función de la superficie y tipo de cultivo

En este caso, para una plantación de árboles caducifolios y una superficie de 34,2 ha, el valor de  $k_3$  es de 0,87.

Por lo tanto, una vez establecido el valor de cada coeficiente, se procede al cálculo de las necesidades netas de riego ( $N_n$ ). Su resultado se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 5. Cálculo de las necesidades de riego en el cultivo del almendro

Mes	Eto (mm/día)	kc	k <sub>1</sub>	k <sub>2</sub>	k <sub>3</sub>	Nn (mm/día)	Nn (mm/mes)
Abril	1,60	0,70	0,35	1,15	0,87	0,39	11,77
Mayo	2,90	0,85	0,35	1,15	0,87	0,86	26,76
Junio	4,13	0,90	0,35	1,15	0,87	1,30	39,05
Julio	5,38	0,90	0,35	1,15	0,87	1,70	52,56
Agosto	4,61	0,90	0,35	1,15	0,87	1,45	45,04
Septiembre	3,30	0,80	0,35	1,15	0,87	0,92	27,73
Octubre	2	0,75	0,35	1,15	0,87	0,53	16,28
Total							219,19

### 1.1.3.1.2. Riego deficitario controlado

La productividad del almendro se encuentra íntimamente ligada a la disponibilidad de agua, ya que existe una estrecha relación entre el agua transpirada por la planta y su productividad. Sin embargo, como es evidente, no existe una correlación lineal entre el agua puesta a disposición de la planta y la producción de almendra. Para producir 1.000 kg/ha de almendra grano se necesitan unos 350 mm, mientras que para producir 2.500 kg/ha de almendra grano se requieren unos 1000 mm. La función de producción según el agua disponible se presenta en la ilustración 2

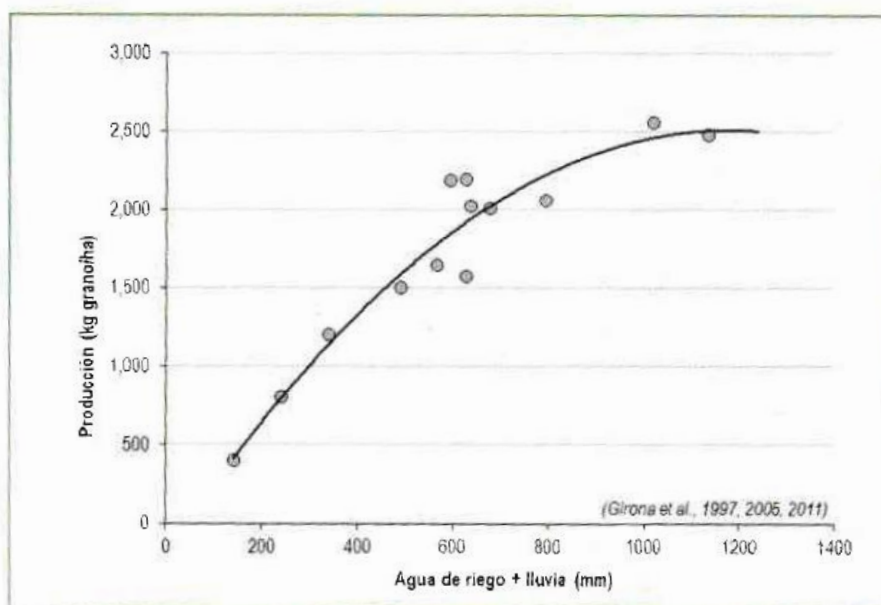


Ilustración 2. Respuesta productiva del almendro en función de la disponibilidad estacional de agua

De esta manera, se establece el objetivo en plena producción de unos 2.000 kg/ha de almendra grano, por lo que se va a necesitar aportar alrededor de 650 mm de agua al año mediante el riego, ya que los otros 350 mm serán aportados por la precipitación. No obstante, el almendro es un frutal muy plástico que es capaz de generar elevadas producciones con dotaciones de agua menores, siempre y cuando, ésta reducción de agua se produzca en el período de menor sensibilidad a la falta de agua, que coincide con el llenado del fruto. Se ha estudiado, que una reducción del 30% del agua en la fase de llenado del fruto (F-III) apenas supone una reducción de los rendimientos, por lo que si se considera que esta fase comprende los meses de junio, julio, agosto y mitad de septiembre, se puede reducir el agua de riego en un 30 % durante este período.

**Tabla 6. Cálculo de las necesidades con riego deficitario**

	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>
<b>Nn</b>	11,77	26,76	39,05	52,56	45,04	27,73	16,28
<b>Nn deficitario (- 30% Jn-Jl- Ag-1/2 Sp)</b>	15	30	30	40	35	25	20

#### 1.1.3.1.3. Necesidades totales de riego

Las aportaciones de riego totales se calculan a partir de las necesidades netas de riego deficitario controlado, teniendo en cuenta que el riego no es perfecto, por lo que hay que mayorar estas dosis para corregirlo. Estas imperfecciones vienen determinadas por las pérdidas que se producen por percolación profunda, salinidad del agua y la falta de uniformidad del riego. Se calcula según la siguiente fórmula:

$$Nt = \frac{Nn}{Ea} = \frac{Nn}{(Rp \text{ ó } (1 - RL)) * CU}$$

Siendo:

- 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 se toma sólo la de menor eficiencia.

- **Requerimientos de lavado (RL)**

Sirve para compensar el agua que debe añadirse para mantener la salinidad del suelo a un nivel adecuado. El RL está en función de la salinidad del agua de riego y se calcula según la siguiente fórmula:

$$RL = \frac{(CEa)}{(2 * \text{máx } CEe)} = \frac{0,69}{2 * 6,80} = 0,05$$

Donde:

- RL: Requerimiento de lavado por lixiviación, expresado en tanto por uno
- CEa: Conductividad eléctrica del agua de riego, medido en mmhos/cm
- Máx CEe: Conductividad eléctrica del extracto de saturación para el cual la reducción de la producción del cultivo es del 100%, expresado en mmhos/cm. Según la FAO, en el cultivo del almendro, tiene un valor de 6,80 mmhos/cm.

Por lo tanto:

$$1 - RL = 1 - 0,05 = 0,95$$

- **Relación de percolación (Rp)**

Según la FAO, para suelos de textura media y clima semiárido, toma un valor de 0,95

- **Coefficiente de uniformidad (CU)**

Tiene en cuenta la diferencia de caudal aportado por los diferentes emisores durante la fase del riego, debida a detalles constructivos en el diseño y a las diferencias de presión a que están sometidos.

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 hallados todos los coeficientes necesarios se procede al cálculo de las necesidades totales de riego. Para el cálculo de Rp o (1 - RL), se toma el de valor más bajo. Sin embargo, en este caso, puesto que ambos valores coinciden, es de 0,95.

Para el cálculo de las necesidades de riego se utiliza la ecuación de las necesidades totales, siendo:

$$Nt = \frac{Nn}{Ea} = \frac{Nn}{(1 - RL) * CU} = \frac{Nn}{0,95 * 0,90} = \frac{Nn}{0,855}$$

Los aportes reales se calculan en la siguiente tabla:

Tabla 7. Cálculo de las necesidades de riego totales

	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
<b>Necesidades netas (mm/mes)</b>	15	30	30	40	35	25	20
<b>Necesidades totales (mm/mes)</b>	17,54	35,09	35,09	46,78	40,94	29,24	23,39
<b>Necesidades totales (mm/día)</b>	0,58	1,13	1,17	1,51	1,32	0,97	0,75

Los cálculos hidráulicos para el diseño del riego se deben calcular en base al mes con mayores necesidades netas y sin tener en cuenta el riego deficitario, ya que alguna vez podría ser necesario aportar el riego total. Por lo tanto, será el mes de julio, que cuenta con unas necesidades totales de 1,70 mm/día o 52,56 mm/mes.

Para realizar el diseño agronómico del riego se debe conocer las necesidades totales de riego por árbol y día. Las necesidades totales diarias por árbol en el mes de julio son:

$$Nt = \frac{\left(1,51 \frac{l}{m^2} * 10.000 \frac{m^2}{ha}\right)}{2.083 \frac{\text{árboles}}{ha}} = 8,16 \frac{l}{\text{árbol} * \text{día}}$$

Las necesidades netas de riego para el mes de junio y sin contar el riego deficitario son de 8,16 l/ árbol y día.

#### 1.1.3.2. Número de emisores por planta y caudal del emisor

Las necesidades totales del riego vienen determinadas por la frecuencia de riego y su tiempo de duración, que variarán en función del caudal que aporten los emisores y del número de emisores que haya por árbol.

- **Superficie mojada por el emisor**

La superficie mojada por cada emisor es la proyección horizontal del bulbo húmedo, la cual variará según la textura del suelo y el caudal que emita el emisor. Cuanto más fina sea la textura del suelo y mayor sea el caudal aportado por el emisor, mayor será la superficie horizontal del bulbo húmedo. Para suelos de textura media, como es el caso de la finca, se utiliza la siguiente fórmula:

$$d = 0,7 + 0,11 \cdot q$$

Siendo:

- d: diámetro de la superficie horizontal mojada, en m.
- q: caudal aportado por el emisor, en l/h.



Cuanto menor sea el caudal emitido por el emisor, más económica será la instalación del sistema de riego, por lo que interesará instalar, en la medida de lo posible, aquellos emisores que emitan un menor caudal. En el mercado existen emisores de 2 l/h, 4 l/h, 8 l/h.

En este caso, debido a que se trata de una plantación de alta densidad, donde únicamente se instala una única línea de riego por fila de cultivo, se va a emplear el emisor de 2 l/h, que va a garantizar un diámetro mojado adecuado para el desarrollo radical de los árboles.

Sustituyendo en la fórmula anterior:

$$d = 0,7 + 0,11 * 2 = 0,92 \text{ m}$$

Por lo tanto, la superficie mojada por cada emisor vendrá determinada según el área del círculo, que será:

$$S = \pi * \left(\frac{d}{2}\right)^2 = \pi * \left(\frac{0,92}{2}\right)^2 = 0,66 \text{ m}^2$$

La profundidad del área mojada se debe ajustar lo máximo posible a la profundidad efectiva de las raíces, ya que si es escasa, no se realiza un riego adecuado y si es excesiva, se producen pérdidas de agua por percolación profunda. Se estima que las raíces del almendro en cultivo superintensivo pueden llegar hasta 0,7 m de profundidad.

De esta manera, para evitar problemas, se mayor la profundidad efectiva en un 20%, por lo que la profundidad del bulbo mojado deberá ser de 0,85 m

- **Porcentaje de superficie mojada (P)**

Debido a que el riego por goteo humedece únicamente una pequeña parte del suelo, para garantizar un riego adecuado, se aconseja que exista un porcentaje de solape entre bulbos mojados. En plantaciones de estas características estos valores oscilan entre el 30-35%. En este caso, se va a considerar un porcentaje de solape medio del 33%.

- **Número de emisores por planta**

En este caso, se desea conocer el número de emisores que se van a necesitar por árbol. Las distancias entre emisores más comunes en el mercado son de (0,30 – 0,40 – 0,50 – 0,60 – 0,75 – 1,00 y 1,25) m. Por este motivo, conociendo el marco de plantación, el número de goteros se deberá redondear a uno de estos valores. El número de emisores se calcula según la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Sp \cdot P}{100 \cdot Se} = \frac{(4 \text{ m} \cdot 1,2 \text{ m} \cdot 0,33)}{0,66 \text{ m}^2} = 2,4 \text{ goteros/planta}$$

Siendo:

- n: número de emisores/planta
- Sp: Superficie ocupada por el árbol (marco de plantación)
- P: Porcentaje de solape
- Se: Superficie mojada por el emisor

Teniendo en cuenta que la separación entre árboles es de 1,2 m, la distancia entre goteros será:

$$\text{distancia entre emisores} = \frac{\text{Separación árboles}}{n} = \frac{1,2}{2,4} = 0,50 \text{ m}$$

La distancia entre emisores debería ser de 0,50 m, por lo que coincide con las distancias más comunes en el mercado, eligiéndose la que cuenta con una separación de 0,50 m.

Por lo tanto, se elegirán emisores de 2 l/h, con una separación de 0,50 m entre ellos

#### 1.1.3.3. Frecuencia y duración del 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.

Cada gotero riega, según su marco, una superficie de (0,5 m x 4 m) 2 m<sup>2</sup>. De esta manera, si tiene un caudal de 2 l/h, reparte los 2 l en la superficie del marco, lo que da un resultado de 1,00 l/m<sup>2</sup> y hora. Si este valor se multiplica por el marco de plantación (4 x 1,2), se obtiene que el gotero aporta 4,8 l/árbol y hora. Para calcular el tiempo de riego se divide el aporte real entre el caudal del emisor.

A continuación, se expone una tabla donde se calcula el tiempo de riego necesario para cubrir las necesidades del árbol.

Tabla 8. Cálculo del tiempo de duración del riego

	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
<b>Necesidades netas Nn (mm)</b>	15	30	30	40	35	25	20
<b>Aportes reales Nt (mm)</b>	17,54	35,09	35,09	46,78	40,94	29,24	23,39
<b>Aporte real (l/almendro y mes)</b>	84,19	168,43	168,43	224,54	196,51	140,35	112,27
<b>Aporte real (l/almendro y día)</b>	2,81	5,43	5,61	7,24	6,34	4,68	3,62
<b>Aporte (m<sup>3</sup>/ha y mes)</b>	175,4	350,9	350,9	467,8	409,4	292,4	233,9
<b>Aporte (m<sup>3</sup>/ha y día)</b>	5,85	11,32	11,70	15,09	13,21	9,75	7,55
<b>Caudal riego (mm/h)</b>	1	1	1	1	1	1	1
<b>Tiempo de riego (h/mes)</b>	35,08	35,09	70,18	93,56	81,88	58,48	46,78
<b>Tiempo de riego (h/día)</b>	1,17	1,13	2,34	3,02	2,64	1,95	1,51

Para su cálculo:

- Nn, Nt: Tabla 7. Cálculo de las necesidades de riego totales
- Aporte real mes = Nt x Marco de plantación (4 x 1,2)
- Aporte real día = Aporte real mes / N<sup>o</sup> días de dicho mes
- Caudal de riego = (caudal del emisor (2 l/h) x 2,4 emisores/árbol) / Marco de plantación.
- Tiempo de riego mes = Aporte real mes / N<sup>o</sup> de goteros por árbol (2,4)
- Tiempo riego diario = Tiempo de riego mes / N<sup>o</sup> días de dicho mes

### 1.1.3.4. 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, como ya se ha citado antes, 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.

Por lo tanto, el calendario de riegos comenzará el día 1 de abril y cesará el 15 de octubre.

Las necesidades hídricas irán en función de la producción y tamaño del árbol, por lo que el primer año serán del 25% de las necesidades totales, el segundo del 50%, el tercero del 75% , el 4º año del 90% y a partir del 5º, del 100%. Hay que tener en cuenta que los primeros años no se debe someter al cultivo a riego deficitario, ya que se debe garantizar una formación adecuada del árbol, por lo que los porcentajes aplicados serán sobre el valor total sin contar la reducción de los meses de junio, julio, agosto y mitad de septiembre (Serán aplicados sobre el año 5 sin riego deficitario que aparece en la tabla). De esta manera se expone una tabla con las necesidades del árbol al día, y el tiempo necesario de riego para cubrir esa demanda. El riego se podría realizar cada 2 días, pero en este caso se va a realizar a diario.

**Tabla 9. Resumen del diseño agronómico del riego**

			<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>
<b>Año 1 (25%)</b>	<b>Nt</b>	l/árbol*día	0,7	1,36	1,87	2,48	2,05	1,41	0,91
	<b>t</b>	h	0,29	0,34	0,78	1,04	0,85	0,59	0,38
<b>Año 2 (50%)</b>	<b>Nt</b>	l/árbol*día	1,4	2,72	3,74	4,96	4,09	2,81	1,82
	<b>t</b>	h	0,58	0,68	1,56	2,07	1,71	1,17	0,76
<b>Año 3 (75%)</b>	<b>Nt</b>	l/árbol*día	2,1	4,08	5,60	7,44	6,14	4,22	2,73
	<b>t</b>	h	0,87	1,02	2,33	3,11	2,56	1,76	1,14
<b>Año 4 (90%)</b>	<b>Nt</b>	l/árbol*día	2,53	4,9	6,72	8,93	7,36	5,06	3,26
	<b>t</b>	h	1,05	2,04	2,80	3,73	3,07	2,11	1,36
<b>Año 5 y sucesivos (100%)</b>	<b>Nt</b>	l/árbol*día	2,81	5,44	5,62	7,24	6,34	4,68	3,62
	<b>t</b>	h	1,17	2,27	2,34	3,02	2,64	1,95	1,51
<b>Año 5 sin riego deficitario</b>	<b>Nt</b>	l/árbol*día	2,81	5,44	7,47	9,92	8,18	5,62	3,62
	<b>t</b>	h	1,17	2,27	3,11	4,14	3,41	2,34	1,51

## 1.1.4. Fertilización

### 1.1.4.1. Introducción

Las plantas son capaces de elaborar compuestos orgánicos complejos a partir del agua, del dióxido de carbono del aire, de la energía solar y de los elementos nutritivos del suelo. Para llevar a cabo los procesos fisiológicos y metabólicos que les permiten desarrollarse, necesitan tomar del medio una serie de elementos indispensables. Estos elementos se clasifican según la cantidad que necesita la planta para su desarrollo, siendo los siguientes:

- **Macroelementos.** Son los elementos minerales consumidos en mayores dosis por las plantas y son: nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), azufre (S) y magnesio (Mg). Los macroelementos son los elementos esenciales para el crecimiento de las plantas, por lo que las formulaciones de fertilizantes están basadas en los mismos, principalmente los tres más importantes: N,P y K.
- **Microelementos.** Elementos minerales necesarios en muy pequeñas cantidades y son: hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu), boro (B), molibdeno (Mo), níquel (Ni) y cloro (Cl). Los micronutrientes son asimismo absorbidos de la solución del suelo. Se extraen en una cantidad tan pequeña que no suelen aportarse en la fertilización, a no ser que se produjeran carencias en el cultivo.

En la plantación de almendro se va a realizar un abonado orgánico para incrementar el nivel de materia orgánica del suelo, mejorar la fertilidad del suelo y aumentar la CIC y la concentración de elementos minerales.

La fertilización mineral de mantenimiento se realizará por medio de fertirrigación y garantizará las necesidades minerales del cultivo para la producción esperada.

### 1.1.4.2. Enmienda orgánica

La materia orgánica de los suelos tiene la capacidad de retener nutrientes y ponerlos a disposición de los cultivos, disminuyendo lixiviaciones y bloqueos, lo que favorece la asimilación de los nutrientes minerales. Es decir, la materia orgánica es sinónimo de fertilidad de los suelos. Con la adición de enmiendas orgánicas además se mejoran las características físicas como porosidad, retención de agua, permeabilidad, etc. y se estimula la flora microbiana que a su vez facilita la transformación de los compuestos del suelo en nutrientes disponibles para los cultivos. Por lo tanto, el aporte de materia orgánica favorece la asimilación de los nutrientes minerales y como consecuencia, la eficiencia de la fertilización mineral.

Por todos estos motivos, como se ha explicado en el Anejo I, se desea elevar el contenido de materia orgánica del suelo desde el 1,25% hasta el 2%.

Para ello, se va a utilizar estiércol de ovino bien hecho procedente de explotaciones cercanas a la plantación, con las siguientes características:

**Tabla 10. Características del estiércol de oveja**

Características	Símbolo	Valor
Porcentaje de materia seca	<b>MS (%)</b>	35%
Materia orgánica sobre sustancia seca	<b>MO (%)</b>	45%
Unidades fertilizantes de nitrógeno por cada tonelada	<b>U.F. de N</b>	8
Unidades fertilizantes de fósforo por cada tonelada	<b>U.F. de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	2
Unidades fertilizantes de potasio por cada tonelada	<b>U.F. de K<sub>2</sub>O</b>	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:

$$\Delta MO = 10^4 * p * da * \frac{MO_f - MO_i}{100} = 10^4 m^2 * 0,30 m * 1,5 \frac{t}{m^3} * \frac{(2 - 1,25)}{100}$$

$$= 33,75 t \text{ humus/ha}$$

Siendo:

- $\Delta MO$ : incremento de materia orgánica
- p: profundidad del suelo
- da: densidad aparente del suelo
- MO<sub>f</sub>: Porcentaje de materia orgánica final, es decir, el objetivo a alcanzar
- MO<sub>i</sub>: Porcentaje de materia orgánica inicial del suelo

Para alcanzar el objetivo de 2% de materia orgánica hay que añadir 33,75 t de humus por hectárea. Para ello, se va a utilizar estiércol de oveja con unos contenidos en materia seca y materia orgánica del 45%. Por lo tanto la cantidad que se necesitará aportar será la siguiente:

$$Dosis \text{ estiércol} = \frac{Humus}{(\%MS \times \%MO)} = \frac{33,75}{0,35 \times 0,45} = 214,3 t/ha$$

Debido a la gran cantidad de estiércol necesaria para alcanzar un 2% de materia orgánica, el promotor se conforma con llegar al 1,5%, por lo que las necesidades de estiércol serán de:

$$\Delta MO = 10^4 * p * da * \frac{MO_f - MO_i}{100} = 10^4 m^2 * 0,30 m * 1,5 \frac{t}{m^3} * \frac{(1,5 - 1,25)}{100}$$

$$= 11,25 t \text{ humus/ha}$$

$$Dosis\ estiércol = \frac{Humus}{(\%MS \times \%MO)} = \frac{11,25}{0,35 \times 0,45} = 71,4\ t/ha$$

Para alcanzar un 1,50% de contenido de materia orgánica en los primeros 30 cm del suelo, serán necesarias 55,5 t/ha de estiércol, que se mayorarán en un 12% para contrarrestar la heterogeneidad de su aplicación. De esta manera se van a utilizar 80 t/ha de estiércol de oveja.

El estercolado se va a realizar con un remolque esparcidor de ejes verticales y posteriormente, se va a enterrar con la operación de desfonde, consiguiendo así, incorporar la enmienda orgánica en profundidad.

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 11. U.F. aportadas por el estiércol y mineralización en los 3 años siguientes**

	U.F. por t de estiércol	80 t	Año 1 (50%)	Año 2 (35%)	Año 3 (15%)
<b>N</b>	8	640	320	224	96
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	2	160	80	56	24
<b>K<sub>2</sub>O</b>	7	560	280	196	84

#### 1.1.4.3. Fertilización mineral

Es la cantidad de elementos minerales que se añaden en la fertilización. Por ello, se debe tener en cuenta la enmienda orgánica, ya que también aporta una cantidad importante de nutrientes minerales. Además la fertilización mineral de la plantación se divide en dos tipos, la fertilización de fondo y la de mantenimiento.

- Fertilización de fondo. Tiene como objetivo aumentar la concentración de elementos minerales del suelo, previamente a la implantación del cultivo, para permitir un buen desarrollo. Se deben aportar, únicamente, los elementos minerales necesarios para el cultivo que se encuentren en baja proporción. En el caso del suelo de la plantación, los análisis determinan que existe una concentración adecuada de elementos minerales, en especial P, K y Mg, existiendo una relación adecuada entre ambos, por lo que con el abonado orgánico será más que suficiente.
- Fertilización de mantenimiento. Su objetivo es restituir los elementos minerales extraídos por las plantas. Por lo tanto, se va a determinar en función de la producción del cultivo y será necesario realizarla todos los años.

#### 1.1.4.3.1. Fertilización de mantenimiento

##### 1.1.4.3.1.1. Macronutrientes

Dentro de los macronutrientes, únicamente se va a realizar el balance, es decir la diferencia entre pérdidas o exportaciones y ganancias o aportaciones, de los macroelementos principales, que son el nitrógeno, fósforo y potasio. Los macroelementos secundarios son el calcio, azufre y magnesio, pero son absorbidos por la planta en menores cantidades, por lo que no se van a analizar. Además, mediante la importante fertilización orgánica que se va a realizar, se van a aportar en grandes cantidades.

##### 1.1.4.3.1.1.1. Nitrógeno

El N es el elemento más importante en la fertilización del almendro, ya que es el extraído en mayores cantidades. Interviene en los siguientes procesos:

- 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.
  - Una correcta cantidad de N aumenta la longitud y número de brotes, el número de inflorescencias por brote, el número de flores fértiles por inflorescencia, y finalmente, el número de frutos cuajados, por lo que afecta de forma directa en la producción.
- Exportaciones

Las exportaciones están determinadas por el nitrógeno necesario para el crecimiento del árbol, el exportado por los frutos y la cubierta vegetal, y las pérdidas producidas por lixiviación y desnitrificación.

- **Nitrógeno necesario para el crecimiento del árbol.** El nitrógeno se acumula en las partes leñosas del árbol. Por lo tanto, cuanto mayor sea el vigor del árbol, mayores serán las necesidades requeridas para su crecimiento. Como las U.F., se calculan por hectárea, las aplicaciones dependerán del marco de plantación. Las necesidades según vigor y la densidad se muestran en la siguiente tabla:



Tabla 12. Acumulación anual de nitrógeno en las partes leñosas del árbol

Acumulación total de nitrógeno (kg/ha)	< 200 árboles/ha	200-500 árboles/ha	1000-2500 árboles/ha
Vigor bajo	10	20	50
Vigor medio	20	30	100
Vigor alto	30	50	150

La plantación que se va a realizar es de alta densidad, con unos árboles de combinación variedad-patrón de vigor bajo, por lo que las necesidades de nitrógeno para el crecimiento de los árboles será de 50 kg/ha.

- **Nitrógeno exportado en los frutos.** La cantidad de nitrógeno dependerá de la cuantía de la producción. Debido a que la producción varía con los años, ya que es creciente en los primeros años hasta alcanzar la plena producción en el 5º año, se muestra una tabla con la producción esperada en los distintos años. Para el cálculo de las exportaciones de los frutos hay un valor fijo y luego otro variable en función de la producción, siguiendo la fórmula  $38 + 12,5 \text{ kg N/t}$  de fruto con cáscara producido. La evolución de la producción se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 13. Exportaciones de nitrógeno en la cosecha de los frutos

	Producción de almendra con cáscara (t/ha)	Exportación fija (kg N/ha)	Exportación de N por tonelada producida (kg de N/t)	Exportación total de N (kg/ha)
Año 1	0,0	38	12,5	38
Año 2	1,8			60,5
Año 3	3,6			83
Año 4	6,0			113
Año 5 y sucesivos	8,0			138

- **Nitrógeno exportado por la cubierta vegetal.** Se estima que las necesidades de nitrógeno para el establecimiento de la cubierta son de 40 kg de N/ha. Por ello, deberán aportarse previamente a la implantación de la cubierta vegetal. En los años sucesivos a su siembra, se considera que la pradera retroalimenta su consumo. De esta manera, si se tiene en cuenta, que el primer año se va a realizar un laboreo, únicamente, se deberán aportar 40 kg/ha de N en el 2º año para la implantación de la cubierta vegetal.
- **Pérdidas.** Se considera que se pierden 7 kg/ha de nitrógeno en los procesos de desnitrificación y lixiviación.
  - Aportaciones

Las aportaciones a considerar, para luego poder determinar la fertilización, van a ser la mineralización de la materia orgánica y el N aportado en el agua de riego.

- **Mineralización de la materia orgánica.** Antes de realizarse la plantación, se va a aplicar un estercolado de oveja a razón de 80 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 320 kg N/ha el primer año, 224 kg N/ha el segundo año y 96 kg N/ha el tercer año.
- **Agua de riego.** Frecuentemente el agua de riego contiene cantidades apreciables de nitrógeno, por lo que se deberán tener en cuenta en la fertilización. Como se puede observar en el estudio del agua de riego, éste contiene 0,18 meq/l de nitratos. A continuación se muestra el cálculo de conversión de meq/l de nitratos a mg/l de nitrógeno.

$$\begin{aligned} \text{Concentración de nitrógeno nítrico} &= 0,18 \text{ meq}^N/l \cdot 62 \text{ mg}^N/\text{meq}^N \\ &= 11,16 \text{ mg}^N/l \end{aligned}$$

Por lo tanto, la cantidad de nitrógeno añadida con el agua de riego, depende de la dosis de riego aplicada, que se ha calculado para todos los años en el apartado “4.1.3.1.3. Necesidades totales de riego”. Para calcular la cantidad de nitrógeno aplicada, en función de la dosis de riego se utiliza la siguiente fórmula:

$$N_{\text{Agua}} = (N_t \cdot 11,16 \text{ mg}^N / l \cdot 0,226) / 1000$$

Siendo:

- $N_t$ : necesidades totales de riego
- En la siguiente tabla se muestra la cantidad de nitrógeno aplicada en función de la dosis de riego utilizada:

**Tabla 14. Aportación de nitrógeno mediante el agua de riego**

	<b>Agua de riego (m<sup>3</sup>/ha*año)</b>	<b>Aportaciones de N (kg/ha *año)</b>
<b>Año 1</b>	500	1,26
<b>Año 2</b>	1000	2,52
<b>Año 3</b>	1500	3,78
<b>Año 4 y sucesivos</b>	2000	5,04

- Balance del nitrógeno

Para el cálculo del balance del nitrógeno 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 15. Balance del nitrógeno**

Año	Exportaciones (kg N/ha)				Aportaciones (kg N/ha)		Nn de N (kg N/ha)
	Crecimiento del árbol	Producción de frutos	Crecimiento cubierta	Pérdidas	MO	Riego	
1	50	38	0	7	320	1	-226
2	50	61	40	7	224	3	-69
3	50	83	0	7	96	4	40
4	50	113	0	7	0	5	165
<b>5 y sucesivos</b>	50	138	0	7	0	5	190

Durante los dos primeros años no será necesario realizar ninguna fertilización nitrogenada, ya que existe un superávit de este elemento. Será a partir de entonces cuando sea necesario aportarlo mediante fertilización mineral.

#### 1.1.4.3.1.1.2. Fósforo

Se trata de un elemento importante, aunque es extraído en menor cantidad que el nitrógeno y el potasio. Influye en el metabolismo de los azúcares y otros compuestos orgánicos:

- Tiene gran importancia en la fase de crecimiento y formación de las raíces.
- Acelera la maduración, a la vez que favorece la floración y cuajado.
- Está íntimamente ligado al nitrógeno y otros elementos nutritivos, ya que una deficiencia muy acusada de fósforo, provoca carencias en otros elementos como nitrógeno, magnesio, calcio y boro.

- 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.

- **Fósforo necesario para el crecimiento del árbol.** En árboles de vigor medio y alta densidad, se puede estimar que las necesidades para el crecimiento del árbol son de 12 kg P/ha.
- **Fósforo exportado por los frutos.** Se estima, según diversos autores, que el almendro extrae una parte fija cifrada en 10 kg de P/ha y otra variable según la producción, de 6 kg de P/t de cosecha. Para el cálculo anual se elabora la siguiente tabla:

**Tabla 16. Extracciones de fósforo según la producción obtenida**

Años	Producción de almendra con cáscara (t/ha)	Exportación fija (kg P/ha)	Exportación variable (kg P/t producida)	Exportación total de P, en kg/ha
1	0	10	6	10
2	1,8			21
3	3,6			32
4	6			46
5 y sucesivos	8			58

- **Fósforo exportado por la cubierta.** Al igual que para el caso del nitrógeno, únicamente se va a considerar la fertilización fosfática previa a la implantación de la cubierta, ya que se considera que una vez establecida, es capaz de retroalimentar su consumo. Se estima una fertilización de 20 kg de fósforo/ha.
- **Pérdidas.** Se estima que las pérdidas debidas a la insolubilidad del fósforo van a ser muy bajas, ya que al tener un pH neutro, no es de esperar que se produzcan retrogradaciones del fósforo con el calcio, el aluminio o el hierro. En cuanto a la lixiviación del mismo, también va a ser muy baja debido a que se trata de un suelo de textura relativamente fina, se va a realizar un riego por goteo y el fósforo es un elemento poco móvil. De esta manera únicamente se van a considerar unas pérdidas de 2 kg de P/ha debido a su insolubilidad y otros 2 kg de P/ha perdidos por lixiviación.

- 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: 80 kg de P/ha el primer año, 56 kg de P/ha el segundo año y 24 kg de P/ha el tercer año.

- Balance del fósforo

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 17. Balance fósforo

Año	Exportaciones (kg P/ha)				Aportaciones (kg P/ha)		Necesidades netas de P (kg P/ha)
	Crecimiento del árbol	Producción de frutos	Crecimiento cubierta	Pérdidas	MO	Riego	
1	12	10	0	4	80	0	-54
2	12	21	20	4	56	0	1
3	12	32	0	4	24	0	23
4	12	46	0	4	0	0	62
5 y sucesivos	12	58	0	4	0	0	74

Durante los dos primeros años existe no será necesario realizar fertilización fosfatada. A partir del tercer año, se deberá comenzar a fertilizar con fósforo.

#### 1.1.4.3.1.1.3. Potasio

Es el segundo elemento más importante, después del nitrógeno e interviene en los siguientes procesos:

- La acumulación de sustancias de reserva en los jugos celulares (hidratos de carbono).
- El transporte de asimilados desde las hojas hasta otros órganos de la planta, como los frutos.
- La acumulación de sustancias de reserva en la almendra y calidad de la misma.
- La adecuada regulación del balance hídrico de la planta, por lo que aumenta la tolerancia a la sequía, aspecto muy interesante en el riego deficitario.
- El aumento de resistencia a las heladas, ya que se produce un aumento de la concentración salina de los jugos celulares.
- La resistencia a parásitos y enfermedades.
- La eficiencia en el uso del nitrógeno a través de una conversión más rápida del nitrógeno de las proteínas
  - Exportaciones

Las exportaciones vienen determinadas por el crecimiento del árbol, las extracciones de los frutos y la cubierta, y las pérdidas por retrogradación.

- **Potasio necesario para el crecimiento del árbol.** En árboles de vigor medio y plantaciones de alta densidad, se estima que las necesidades de potasio para el crecimiento del árbol son de 45 kg de K/ha.

- **Potasio exportado por los frutos.** Se estima que las exportaciones de potasio por los frutos son de un valor fijo de 42 kg K/ha más un valor que depende de la producción de 12,5 kg K/ha. Por lo tanto, dependerá de la producción obtenida. A continuación se expone una tabla con las extracciones de potasio en función de la producción a lo largo de los años.

Tabla 18. Exportación de potasio por los frutos en kg/ha, según la producción obtenida

Años	Producción de almendra con cáscara (t/ha)	Exportación fija kg K/ha	Exportación variable (kg de K/t producida)	Exportación total de K, en kg/ha
1	0	42	12,5	13
2	1,8			65
3	3,6			87
4	6			117
5 y sucesivos	8			142

- **Potasio extraído por la cubierta.** Únicamente se tiene en cuenta para la implantación de la cubierta, ya que una vez establecida, se considera que la propia cubierta es capaz de retroalimentar su consumo. Por ello, se estiman unas necesidades de 40 kg de K/ha previamente a su implantación, que coincidirá con el 2º año.
- **Pérdidas.** Se deben, fundamentalmente, a la retrogradación que sufre este elemento, es decir, a la fijación del potasio en los espacios interlaminares de las arcillas, lo que provoca que no se encuentre disponible para la planta. Este valor se estima 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 280 kg/ha de potasio, el segundo 196 kg/ha de potasio y el tercero 84 kg/ha.
- **Agua de riego.** Comprobando el análisis del agua de riego, se observa que cuenta con una concentración de potasio de 0,16 meq/l, por lo que se debe tener en cuenta en la fertilización potásica. Para hallar la concentración real de potasio se debe convertir a mg K/l de agua, según la siguiente ecuación:

$$\text{Concentración de potasio} = 0,16 \text{ meq K/l} \cdot 39 \text{ mg K/meq K} = 6,24 \text{ mg K/l}$$

Evidentemente, la cantidad aportada dependerá del volumen de agua (Nn: Necesidades netas) según la siguiente fórmula:

$$K2O_{\text{Agua}} = (Nt \cdot 6,24 \text{ mg K} / l \cdot 0,830) / 1000$$

Para conocer la aportación real de potasio en los diferentes años se elabora la siguiente tabla:

**Tabla 19. Aportación de potasio con el agua de riego**

	Agua de riego (m <sup>3</sup> /ha*año)	Aportaciones de K (kg/ha *año)
<b>Año 1</b>	500	3
<b>Año 2</b>	1000	5
<b>Año 3</b>	1500	8
<b>Año 4 y sucesivos</b>	2000	10

- 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 20. Balance del potasio**

Año	Exportaciones (kg K/ha)				Aportaciones (kg K/ha)		Necesidades netas de K (kg K/ha)
	Crecimiento del árbol	Producción de frutos	Crecimiento cubierta	Pérdidas	MO	Riego	
<b>1</b>	45	13	0	3	280	3	-222
<b>2</b>	45	65	40	3	196	5	-48
<b>3</b>	45	87	0	3	84	8	43
<b>4</b>	45	117	0	3	0	10	155
<b>5 y sucesivos</b>	45	142	0	3	0	10	180

Durante los dos primeros años existe un superávit de potasio en el suelo, por lo que no será necesario realizar ninguna fertilización potásica. A partir del tercer año, se deberá comenzar a fertilizar con potasio.

#### 1.1.4.3.1.1.4. Macronutrientes secundarios

Estos nutrientes, calcio, azufre y magnesio, son absorbidos por la planta en cantidades importantes, pero en menor cantidad que el nitrógeno, fósforo y potasio. Por este motivo, no suelen incorporarse en la fertilización mineral, a menos que se observen carencias al respecto.

- Calcio

El almendro es una especie calcícola, por lo que requiere de una cantidad importante de calcio para su desarrollo. Además, el calcio forma parte de la constitución de las membranas celulares. Se encuentra en grandes cantidades en las hojas, las partes lignificadas del árbol y en los frutos.

El suelo de la parcela presenta unos niveles de calcio normales. No obstante, debido al elevado requerimiento que precisa el cultivo del almendro, se debe estudiar la posibilidad de añadir calcio en la fertilización.

Sin embargo, por el momento, se considera que con la elevada aportación de la enmienda orgánica, se suministra una cantidad suficiente de calcio para garantizar un buen desarrollo del árbol. De todas formas, si en el futuro se observaran carencias de este elemento, será necesario aportarlo en la fertilización.

- Azufre

El almendro tiene unas necesidades considerables de este elemento, pero se considera que la mayoría de los suelos españoles tienen una cantidad adecuada de azufre, por lo que únicamente se va aplicar como tratamiento fitosanitario, utilizándose sulfato de cobre, como medio de protección contra diversas enfermedades fúngicas, lo que supondrá un aporte importante.

- Magnesio

El magnesio es un elemento fundamental en la fotosíntesis. Sin embargo, debido a la cantidad aportada con la materia orgánica, al contenido normal que tiene el suelo y al aportado por vía del riego, no se prevén problemas de carencia de este elemento. No obstante, en caso de que en un futuro se observara alguna carencia, sería necesario añadirlo en la fertilización.

#### 1.1.4.3.1.2. Micronutrientes

El papel de los micronutrientes es sumamente complejo y está asociado con procesos esenciales en los que trabajan conjuntamente con otros nutrientes. 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, boro, cobre, manganeso y molibdeno.

- Hierro: Es necesario para la formación de la clorofila y es un constituyente importante de algunas proteínas y enzimas. Actúa como catalizador en los procesos de oxidación y reducción de la planta.
- Zinc: Interviene en la formación de hormonas que afectan al crecimiento de las plantas. Participa en la formación de proteínas. Si no hay una cantidad adecuada de zinc en la planta, no se aprovechan bien el nitrógeno ni el fósforo. Favorece un mejor tamaño de los frutos.
- Boro: Se relaciona con el transporte de azúcares en la planta. Afecta a la fotosíntesis, al aprovechamiento del nitrógeno y a la síntesis de proteínas.



Interviene en el proceso de floración y en la formación del sistema radicular de la planta, a la vez que regula su contenido de agua.

- Cobre: Actúa de catalizador para la respiración y constituyente de enzimas. Interviene en el metabolismo de carbohidratos y proteínas y en la síntesis de proteínas.
- Manganeso: Influye en el aprovechamiento del nitrógeno por la planta y actúa en la reducción de los nitratos. Es muy importante en la asimilación del dióxido de carbono para la realización de la fotosíntesis y en la formación de caroteno, rivo flavina y ácido ascórbico.
- Molibdeno: Es importante para la síntesis de proteínas. También ha sido asociado a los mecanismos de absorción y traslación del hierro.

#### 1.1.4.3.1.3. 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.

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 21. Porcentaje de necesidades nutritivas según la época del año**

<b>Período</b>	<b>Fecha inicio-fin</b>	<b>% N</b>	<b>%P</b>	<b>%K</b>
<b>Prefloración - floración</b>	1-30 abril	20	40	35
<b>Caída de pétalos - llenado del fruto</b>	1 mayo- 30 junio	50	10	40
<b>Llenado del fruto - madurez</b>	1 julio- 30 septiembre	30	50	25

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.

**Tabla 22. Necesidades mensuales de nutrientes, expresadas en kg/ha**

Año	Nutriente	Nec. anual (kg/ha)	Preflo r.	Caída pétal. - Llenado fruto		Llenado fruto - Madurez		
			Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
3	N	130	26	32,5	32,5	13	13	13
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	23	9,2	1,15	1,15	3,91	3,91	3,91
	K <sub>2</sub> O	43	15,05	8,6	8,6	3,44	3,44	3,44
4	N	165	33	41,25	41,25	16,5	16,5	16,5
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	62	24,8	3,1	3,1	10,54	10,54	10,54
	K <sub>2</sub> O	155	54,25	31	31	12,4	12,4	12,4
5 y sucesivos	N	190	38	47,5	47,5	19	19	19
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	74	29,6	3,7	3,7	12,58	12,58	12,58
	K <sub>2</sub> O	180	63	36	36	14,4	14,4	14,4

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<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. El potasio se va a aportar mediante una solución de potasio, con una riqueza del 32 % de K<sub>2</sub>O.

Para el cálculo de la cantidad de fertilizante, se muestra la siguiente tabla

**Tabla 23. Aportaciones mensuales de fertilizantes, expresadas en kg/ha**

Año	Fertilizante	Preflor.	Caída pétalo - Llenado fruto		Llenado fruto - Madurez		
		Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
3	N-32	81,25	101,56	101,56	40,63	40,63	40,63
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -52	17,69	2,21	2,21	7,52	7,52	7,52
	K <sub>2</sub> O-32	28,94	16,54	16,54	6,62	6,62	6,62
4	N-32	103,13	128,91	128,91	51,56	51,56	51,56
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -52	47,69	5,96	5,96	20,27	20,27	20,27
	K <sub>2</sub> O-32	169,53	96,88	96,88	38,75	38,75	38,75
5 y sucesivos	N-32	118,75	148,44	148,44	59,38	59,38	59,38
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -52	56,92	7,12	7,12	24,19	24,19	24,19
	K <sub>2</sub> O-32	196,88	112,50	112,50	45,00	45,00	45,00

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/m<sup>3</sup> N-32, 1.580 kg/m<sup>3</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 1.150 kg/m<sup>3</sup> K<sub>2</sub>O se puede calcular la necesidad de caldo, expuesta en la siguiente tabla a continuación:

**Tabla 24. Necesidades de caldo (l/ha) de cada fertilizante**

Año	Fertilizante	Preflor.	Caída pétalo - Llenado fruto		Llenado fruto - Madurez		
		Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
3	N-32	61,55	76,94	76,94	30,78	30,78	30,78
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -52	11,20	1,40	1,40	4,76	4,76	4,76
	K <sub>2</sub> O-32	25,17	14,38	14,38	5,75	5,75	5,75
4	N-32	78,13	97,66	97,66	39,06	39,06	39,06
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -52	30,19	3,77	3,77	12,83	12,83	12,83
	K <sub>2</sub> O-32	147,42	84,24	84,24	33,70	33,70	33,70
5 y sucesivos	N-32	89,96	112,45	112,45	44,98	44,98	44,98
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -52	36,03	4,50	4,50	15,31	15,31	15,31
	K <sub>2</sub> O-32	171,20	97,83	97,83	39,13	39,13	39,13

#### 1.1.4.4. 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 80 t/ha. Se aprovechará la labor de desfonde para su enterrado.

La fertilización mineral de mantenimiento de la plantación se va a realizar, en su totalidad, mediante fertirrigación. Para facilitar su dosificación y empleo se van a instalar cinco depósitos. Uno contendrá la solución de N-32, otro la solución de fósforo con una riqueza de del 52 %, otro una solución de potasio líquido con una concentración del 32 %, y los otros dos restantes para poder utilizar otro tipo de fertilizantes para control de carencias y albergar el ácido nítrico que limpiará los ramales de riego al final de cada campaña.

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 23 y 24 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.

### 1.1.5. Mantenimiento del suelo

El sistema de mantenimiento del suelo de la plantación va a ser mixto, tanto en el espacio como en el tiempo. En el tiempo porque el primer año se va a realizar un manejo distinto a los sucesivos y en el espacio porque se van a aplicar dos técnicas diferentes en zonas diferenciadas de la plantación.

El primer año se va a realizar laboreo en las calles, aplicando herbicida en las líneas de cultivo. El resto de los años se va a implantar una cubierta vegetal en las calles y se realizará un control químico de la vegetación adventicia en las líneas de cultivo.

Para el control mecánico de las hierbas infestantes ya sea mediante siega o laboreo, se hace una diferenciación en función de la edad de la plantación, siendo:

- **Mantenimiento del suelo el primer año.** Se va a realizar laboreo en las calles y tratamiento químico mediante herbicida en las líneas de cultivo. Se calcula que van a ser necesarias dos intervenciones a lo largo del año. La primera se efectuará a finales de abril para eliminar la posible competencia de las hierbas adventicias con el establecimiento de la plantación. La segunda se realizará a mediados del mes de junio para eliminar las adventicias emergidas durante la primavera. Evidentemente, se realizará el laboreo de las calles y el tratamiento herbicida de las líneas de cultivo de dos veces, ya que son dos intervenciones diferenciadas. Para reducir, en la medida de lo posible, la compactación con el paso de la maquinaria, se realizará primero el tratamiento herbicida de las líneas de cultivo, seguido de laboreo de las calles.
- **Mantenimiento del suelo a partir del segundo año.** Se va a realizar siega mecánica en las calles y tratamiento herbicida en las líneas de cultivo. Se calcula que van a ser necesarias dos intervenciones a lo largo del año. La primera intervención se va a realizar a primeros de abril, con el fin de reducir, en la medida de lo posible, las heladas primaverales por irradiación. La segunda intervención se va a realizar a mediados de junio, que será suficiente para mantener la cubierta perfectamente controlada. Al igual que en el caso anterior, cada intervención se va a realizar con un equipo diferente, por lo que será necesario dar un pase para la siega de las calles y, a continuación, otro para el tratamiento herbicida de las líneas de cultivo.

El tratamiento herbicida de las líneas de los árboles se realizará justo debajo de la proyección de la copa de los árboles para reducir, en la medida de lo posible, competencias entre el árbol y la cubierta. De esta manera, se tratará en cada línea de cultivo una franja del orden de 1,20 m de anchura. Para su tratamiento se dispondrá de un pulverizador hidráulico dotado de dos ramales, permitiendo así un tratamiento simultáneo de dos líneas de árboles. Cada ramal contará con dos boquillas que serán capaces de abarcar media línea de árboles, es decir, 0,60 m. Además, estarán protegidas por una campana que evitará que el tratamiento herbicida entre en contacto con la copa de los árboles. El herbicida utilizado será Glifosato 36 % a una dosis de 4 l/ha.

El mantenimiento de la cubierta vegetal se va a realizar con una trituradora-desbrozadora de 3 m de ancho. El laboreo del primer año se realizará con un cultivador con rastra de 11 brazos, repartidos en dos filas, de 3 metros de ancho.

Para el calendario de operaciones se expone la siguiente tabla:

**Tabla 25. Calendario de labores para el mantenimiento del suelo a partir del segundo año**

Fecha	Actividad
1 - 10 de abril	Siega mecánica de las calles de la plantación
1 - 10 de abril	Tratamiento herbicida de las líneas de cultivo
10 - 20 de junio	Siega mecánica de las calles de la plantación
10 - 20 de junio	Tratamiento herbicida de las líneas de cultivo

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.

### 1.1.6. Polinización

#### 1.1.6.1. 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. 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.

Por lo tanto, para conseguir altas producciones y de calidad, se debe producir una adecuada polinización.

#### 1.1.6.2. 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 vellosidad 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.

Del mismo modo, se debe realizar una labor de escarda previa a la floración, para evitar una competencia entre las flores del almendro y las de la vegetación espontánea, que puede incidir negativamente en la polinización. Además, se debe tener especial cuidado con los tratamientos fitosanitarios que se realicen en presencia de las abejas, ya que algunos pueden ser muy tóxicos para ellas.

#### 1.1.6.3. 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 las flores.

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.

Se estima que en una plantación superintensiva, con 6 colmenas/ha puede ser suficiente para garantizar una adecuada polinización. Evidentemente, cuanto más cerca se encuentren de los árboles mayor será su eficacia sobre la polinización, por lo que será conveniente repartirlas dentro de la plantación, de tal modo que la distancia máxima entre asentamientos no sea superior a 300 m.

Las colmenas deben orientarse hacia el sur y estar protegidas de los vientos dominantes. 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.

### **1.1.7. Protección fitosanitaria**

#### **1.1.7.1. 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.

Sin embargo, durante la intensificación de cualquier cultivo, se produce al mismo tiempo, un incremento de los problemas fitosanitarios. Ello se debe a que al densificarse el cultivo, se facilita la transmisión de enfermedades y plagas entre unos árboles y otros, a la vez que se reduce la biodiversidad del ecosistema, por lo que se hace mucho más vulnerable al ataque de cualquier plaga. Por este motivo, en este tipo de plantaciones se deberán realizar tratamientos fitosanitarios con mayor frecuencia que en un sistema de cultivo tradicional.

No obstante, la defensa sanitaria 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, así como el producto más efectivo. Esto va a significar utilizar el producto más respetuoso con el medio ambiente, a la mínima dosis posible y con una elevada eficacia. Además, también se debe tener en cuenta la necesidad real de la intervención, es decir, se intervendrá solamente en caso que se estime que los daños que pueda ocasionar la plaga van a ser superiores al coste de las medidas de control.

A continuación se muestran los diferentes estados fenológicos del almendro para elegir el momento adecuado de aplicación del producto fitosanitario deseado.

### 1.1.7.2. Principales plagas del almendro

#### 1.1.7.2.1. Tigre (*Monosteira unicastata* Muls y Rey)

Se trata de una chinche pequeña de entre 2 y 2,2 mm, difícil de apreciar en árbol, de color gris con listados marrones. Los daños son visibles pues al ser un insecto chupador, las picaduras en el envés de la hoja producen una especie de mosaico amarillo blanquecino por el haz. En el envés de la hoja se pueden apreciar unos puntitos negros que son los excrementos de los insectos que dificulta la fotosíntesis a la planta.

El invierno suele pasarlo en la corteza del almendro y en las hojas secas, apareciendo en primavera. En las regiones frías tiene dos generaciones de insectos, mientras que en las cálidas puede llegar a tres. Los ataques fuertes comienzan a producirse en la entrada del verano.

Si el ataque continúa, las hojas se vuelven amarillas y caen, provocando un déficit en la actividad vegetativa con el consiguiente parón en el crecimiento del árbol y bajada de los rendimientos en la producción.

- Control:
  - o El momento más adecuado para efectuar el tratamiento es en primavera, después del nacimiento de la primera generación. La materia activa autorizada en el almendro para combatir el tigre es TAU-FLUVALINATO 10% [EW] P/V a una dosis del 0,025 o 0,05 % y DELTAMETRIN 2,5% [EW] P/V.

#### 1.1.7.2.2. Pulgones

Son numerosas las especies de pulgones que atacan al almendro (*Myzus persicae* Sulz; *Brachycaudus helichrysi* Kalt; *Brachycaudus amygdalinus* Smith; *Hyalopterus pruni* Geoffr; *Hyalopterus amygdali* B.) pues muchos de ellos son polífagos.

Suelen atacar a los brotes más jóvenes y las hojas dando lugar a enrollamientos y deformaciones, los brotes se desarrollan mal y sus entrenudos quedan muy cortos. Si el ataque es muy fuerte puede dar lugar a deformaciones.

- Control:
  - o Tratamiento preventivo con aceite de invierno: ACEITE DE PARAFINA 54,6 % [EW] P/V
  - o El tratamiento más adecuado es el que se realiza en el momento de la floración, al aparecer los primeros individuos. Se recomienda alternar las materias activas para evitar la aparición de resistencias, entre las que destacan: DELTAMETRIN 2,5% [EW] P/V e IMIDACLOPRID 20% [EW] P/V



#### 1.1.7.2.3. Ácaros

Existen varias especies, siendo las más frecuentes *Panonychus ulmi Koch*, o araña roja, y *Tetranychus urticae Koch*, araña amarilla.

El síntoma que muestra la hoja tras su ataque es una leve decoloración, como si tuviera polvillo. Las arañas poseen unos estiletes que perforan la hoja para su alimentación. La hoja en esta situación, pierde todo el potencial fotosintético, por lo que habrá un retraso en el crecimiento de la planta. Los ataques más graves se pueden encontrar en plántones pequeños en los primeros años de crecimiento.

- Control:
  - o 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.
  - o Tratamientos con aceites parafínicos o compuestos azufrados 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 3,2% [EW] P/V, SPIRODICLOFEN 24% [SC] P/V y POLISULFURO DE CALCIO 18,5% [SL] P/V

#### 1.1.7.2.4. Barrenillo (*Scolytus amygdali* Guer, *Scolytus mali* B.)

Son coleópteros de color oscuro y forma cilíndrica que afectan a diversos cultivos leñosos. Los adultos aparecen en primavera e inician su actividad excavando galerías debajo de la corteza, tanto en árboles deprimidos como en los jóvenes.

En las ramas se observa el serrín que produce el adulto al excavar las galerías en la madera con poca circulación de savia. Normalmente también puede observarse gomosis en los orificios de entrada de los barrenillos.

En primavera atacan la base de las yemas y ramos jóvenes, que se secan o se rompen con facilidad. En verano, de las pequeñas aperturas circulares agujereadas en la corteza, emergen los adultos de la segunda generación, que se comportan exactamente igual que los de la primera.

Las ramas y ramificaciones pueden llegar a secarse, y si la infección se extiende a todo el tronco, el árbol puede debilitarse hasta morir.

- Control:
  - o El uso de restos de poda en el campo como cebo, en el momento oportuno, puede resultar eficaz siempre que se retiren adecuadamente y se eliminen en lugares donde se puedan quemar sin riesgo. Estos restos nunca deben permanecer en el campo o en sus márgenes.
  - o Los tratamientos con insecticidas preventivos irán dirigidos a los adultos cuando éstos empiezan a alimentarse, siendo ineficaz la

lucha contra los huevos y las larvas: se emplean productos de larga duración que actúan por contacto.

- Da resultados aceptables: DELTAMETRIN 2,5% [EW] P/V

#### 1.1.7.2.5. Gusano cabezudo (*Capnodis tenebrionis* L.)

Es un coleóptero que produce enormes daños en frutales de secano. El adulto ataca las brotaciones en los que produce defoliaciones, pues se alimenta de hojas más o menos tiernas royendo también los ramos jóvenes.

Los árboles atacados por las larvas quedan debilitados y pueden llegar a secarse cuando el número de larvas que excavan galerías en las raíces limita la circulación de savia.

- Control:
  - Para disminuir la población de adultos resulta eficiente la aplicación de IMIDACLOPRID 20% [EW] P/V

#### 1.1.7.3. Principales enfermedades del almendro

##### 1.1.7.3.1. Moniliosis (*Monilia laxa* Aderh y Ruhl)

El hongo responsable de la moniliosis del almendro, afecta al árbol secando en primer lugar las flores y posteriormente los brotes y las ramas. La infección se produce por la penetración de los conidios a través de la flor. El hongo progresa por el brote hasta bloquear el paso de la savia desecándolo completamente.

Las hojas verdes se tornan de color marrón y la almendra es colonizada por una podredumbre de color marrón produciéndose la momificación del fruto.

La época de mayor susceptibilidad a la moniliosis en el almendro es en la etapa de floración. El hongo pasa todo el invierno en los frutos podridos y al comenzar la floración se depositarán encima de las flores, penetrando a través del estigma y el estilo, comenzando de esta forma las infecciones primarias.

La temperatura óptima para que se produzcan las infecciones se establece entre los 20 y 25 grados. Una elevada humedad también favorece la propagación de la moniliosis, siendo la abundancia de lluvias y el rocío las que crearán el caldo de cultivo adecuado para la propagación de la moniliosis en el almendro.

- Control:
  - Planificar la plantación, evitando las zonas de riesgo para esta enfermedad o emplear variedades resistentes.
  - Son importantes las intervenciones encaminadas a destruir las fuentes de conservación del patógeno, por lo que durante la poda se intentarán eliminar los brotes afectados, en la medida de lo posible.
  - Tratamiento preventivo antes de la floración, mes de Febrero, con OXICLORURO DE COBRE 50% (EXPR. EN CU) [WP] P/P

- Tratamientos químicos durante el periodo de floración-fecundación. Entre las materias activas empleadas destacan: AZUFRE 80% + CIPROCONAZOL 0,8% [WG] P/P, CIPRODINIL 37,5% + FLUDIOXONIL 25% [WG] P/P, HIDROXIDO CUPRICO 40% [WG] P/P, MANCOZEB 75% [WG] P/P, TEBUCONAZOL 25% [WG] P/P

#### 1.1.7.3.2. Antracnosis (*Gloesporium amygdalinum* Brizi, *Glomerella cingulata* Spaul y Schrenk)

Es una enfermedad que puede alcanzar una gran relevancia bajo condiciones climáticas favorables. Los agentes causales son dos especies fúngicas del género *Colletotrichum*, *C. acutatum* y *C. gloeosporioides*, destacando sobre todo la especie compleja *C. acutatum*.

Este hongo pasa el periodo desfavorable en frutos momificados y en forma de micelio en madera y en brotes. Las primeras infecciones se producen en el cuajado de los frutos, hacia mediados de abril, coincidiendo con lluvia y temperaturas favorables.

La antracnosis del almendro afecta a flores, frutos, hojas y brotes. El síntoma más característico aparece en frutos y consiste en una lesión circular, ligeramente deprimida, generalmente de coloración anaranjada, como consecuencia de la esporulación del patógeno en acérvulos formados en el centro de la misma, y acompañada de exudación de goma. Los frutos son más susceptibles cuando jóvenes pero pueden ser afectados durante todo su desarrollo si se dan las condiciones adecuadas de humedad y temperatura.

Finalmente, los frutos atacados se momifican quedando adheridos a las ramas. Al avanzar la enfermedad, los brotes y ramas con frutos afectados muestran amarillez y desecación de las hojas, pudiendo quedar los árboles gravemente afectados. La desecación foliar y muerte de ramas parece deberse a la producción de toxinas por parte del hongo

Si el ataque es intenso puede perderse toda la producción.

- Control:
  - o Empleo de variedades resistentes en climas cálidos.
  - o 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.

#### 1.1.7.3.3. Fusicocum o chancro (*Phomopsis amygdali* Delacr.)

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:
  - o La poda cuidadosa y la destrucción de las ramas afectadas ayudan a erradicar las fuentes de inóculo.
  - o 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

#### 1.1.7.3.4. Mancha ocre (*Polystigma ochraceum* Sacc.)

En las hojas de los almendros se observan unas manchas de color amarillo-marrón al principio, que pasan posteriormente a rojo. Estas manchas pueden afectar a la mitad de la superficie foliar o a una zona sectorial de las mismas. Las manchas evolucionan a necrosis y llegan a producir defoliaciones anticipadas. Si continúan los ataques durante varios años el árbol acaba debilitado y se acelera su envejecimiento.

- Control:
  - o Evitar la plantación de almendros en zonas con elevada humedad ambiental y elegir variedades con buena tolerancia a esta enfermedad
  - o 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.
  - o En caso de efectuar tratamientos se recomiendan las siguientes materias activas: Captan y Tiram.

#### 1.1.7.3.5. Lepra o abolladura

Esta enfermedad la causa un hongo ascomiceto que pasa el invierno en la corteza del tronco y de las ramas o en la proximidad de las yemas. Su desarrollo se ve favorecido con temperaturas que oscilan entre 14-18°C, especialmente cuando existe una elevada humedad ambiental.

Esta enfermedad se manifiesta en las hojas, que toman un aspecto abollado. Al mismo tiempo, se producen cambios de color en las partes dañadas: los tejidos se tornan rojizos. En la cara inferior, las hojas toman un aspecto céreo-brillante, terminando por secarse y desprenderse.

Si los frutos son atacados se forman excrecencias de color rojizo y si los frutos recién formados se ven atacados, la enfermedad determina su caída. En las flores, el abollado puede llegar a provocar el aborto.

- Control:
  - o Es muy importante limitar su difusión aplicando tratamientos preventivos con SULFATO CUPROCALCICO 20% [WP] P/P o HIDROXIDO CUPRICO 40% [WG] P/P durante la caída de la hoja.

#### 1.1.7.3.6. Cribado o perdigonado (*Stigmina carpophila* Ellis)

Este hongo ataca tanto a las hojas como a los brotes jóvenes. En las hojas se observan inicialmente unas manchas redondeadas de color marrón rojizo que puede llegar a color violáceo, con un halo clorótico que evoluciona a necrosis circulares, las cuales hacen que el centro de la mancha se deseque y se caiga, generando los orificios característicos.

También puede afectar a los frutos de almendro, que aparecen manchados y con necrosis circulares que segregan goma.

- Control:
  - o Son efectivos los tratamientos preventivos con caldo bordelés durante la caída de la hoja.
  - o En caso de ataques intensos se recomiendan las siguientes materias activas: PIRACLOSTROBIN 6,7% + BOSCALIDA 26,7% [WG] P/P, METIL TIOFANATO 50% [SC] P/V.

#### 1.1.7.3.7. Mancha bacteriana (*Xanthomonas arboricola* pv. *Pruni*)

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.

La diseminación de la bacteria se realiza en primavera y otoño siendo las condiciones meteorológicas de alta humedad del ambiente y temperaturas entre los 19 y 26°C, favorables para el desarrollo de la enfermedad.

Los síntomas aparecen primero en las hojas en forma de pequeñas manchas angulosas y translúcidas, que toman un aspecto aceitoso y oscuro y más tarde se necrosan. En segundo lugar, los síntomas se manifiestan en los frutos. Al inicio del ataque, se observa sobre el fruto manchas deprimidas de color oscuro, que normalmente producen exudados gomosos. Finalmente los frutos afectados caen al suelo produciendo una pérdida importante de producción.

- Control:
  - o Es muy importante podar, para eliminar las ramas afectadas y producir una buena ventilación del árbol, quemando los restos de poda y desinfectar siempre las herramientas utilizadas para evitar la propagación entre fincas.
  - o Los tratamientos químicos se realizarán de forma preventiva durante todo el año. En otoño se aplicarán compuestos cúpricos, dos aplicaciones al 25 y al 100% de caída de hojas con el objetivo de

reducir el inoculo y proteger la entrada de la bacteria a través de las heridas producidas por la caída de las hojas.

**Tabla 26. Tabla resumen de tratamientos fitosanitarios**

Orden	Época	Tipo de tratamiento	Plagas que controla	Materia activa	Dosis
1	15 marzo	Acaricida	Ácaros	Spirodiclofen 24%	0,6 l/ha
2	15 marzo	Fungicida	Cribado, oidio y monilia	Metil Tiofanato 50 %	1 l/ha
3	10 abril	Insecticida	Pulgón, arnasia, carpocapsa y orugas minadoras	Lambda Cihalotrin 1,5 %	1,3 l/ha
4	10 abril	Fungicida	Moniliosis y oidio	Tebuconazol 25 %	0,5 kg/ha
5	1 mayo	Insecticida	Gusano cabezudo y pulgones	Imidacloprid 20 %	0,5 l/ha
6	15 julio	Insecticida	Orugeta y pulgones	Deltametrin 10 %	0,9 l/ha
7	15 julio	Fungicida	Chancro y mancha ocre	Mancozeb 75 %	2 kg/ha
8	15 nov.	Fungicida	Entrada de hongos por las heridas de la caída de la hoja	Oxicloruro de cobre	0,4 kg/ha

### 1.1.8. Recolección

#### 1.1.8.1. Introducción

La recolección comienza cuando la almendra está totalmente seca y el mesocarpio comienza a abrirse.

Para ello, se va a realizar una recolección totalmente mecanizada, lo que aumenta la capacidad de trabajo, ya que se reduce el tiempo de recolección y mano de obra, a la vez que se aumenta la calidad del fruto, ya que con estos sistemas de recolección, se evita que la almendra entre en contacto con el suelo.

La maquinaria que se va a emplear para la recolección va a ser una cosechadora cabalgante adaptada para la recolección de la almendra. Para ello, se van a colocar vibradores en toda la altura del túnel de la máquina, lo que permitirá recolectar toda la cosecha de cada árbol.

#### 1.1.8.2. 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.

### 1.1.8.3. Sistema de recolección

La recolección se va a llevar a cabo mediante una cosechadora integral. Estas cosechadoras tienen el mismo funcionamiento básico de las vendimiadoras y se distinguen por tener dos áreas de vibración: una superior con una agitación más intensa y una inferior menos intensa. Combinan en ambas tanto varillas curvas (propias de las vendimiadoras para evitar la rotura de la uva) como varillas rectas (ya que tanto en la aceituna y aún menos en la almendra el riesgo de rotura del fruto es prácticamente nulo).

Estas máquinas cuentan con una eficiencia de recolección muy elevada, ya que garantizan una recolección de los frutos del 95%. Además son capaces de obtener unos rendimientos medios de 0,5 ha/h, lo que acorta en gran medida, el periodo de recolección respecto a otros métodos más utilizados, como los vibradores de tronco. Sin embargo, debido al elevado coste de adquisición de estas máquinas y a los pocos días que se van a necesitar al año, unos 3 ó 4, resulta económicamente inviable que el promotor adquiera esta maquinaria. Por ello, y como bien se analizó en el Estudio de alternativas, se decide que la operación de recolección se va a encomendar a una empresa de servicios externa a la explotación.

El transporte de la producción a la planta de transformación y distribución, se va a realizar con camiones inmediatamente después de la cosecha.

Evidentemente, el tiempo de recolección irá en función del rendimiento obtenido, ya que si se obtiene una producción elevada la vendimiadora tiene que descargar más veces por lo que se pierde más tiempo. Para calcular el tiempo de recolección, en función de la producción, se estima que el primer año, el rendimiento puede ser de un 30% superior, mientras que el 2º, un 15 % y a partir del 3º no se tiene en cuenta esta reducción de tiempo. Para su estimación, se elabora la siguiente tabla

**Tabla 27. Tiempo de recolección, según la producción esperada**

<b>Año</b>	<b>Producción fruto con cáscara (kg/ha)</b>	<b>Rendimiento recolección (h/ha)</b>	<b>Tiempo total de recolección 34,2 ha (h)</b>
<b>1</b>	0	0	0
<b>2</b>	1.800	1,4	47,9
<b>3</b>	3.600	1,7	58,1
<b>4</b>	6.000	2	68,4
<b>5 y sucesivos</b>	8.000	2	68,4

### **1.1.9. 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.

## **1.2. Implementación del proceso productivo**

### **1.2.1. Maquinaria y equipos**

#### **1.2.1.1. Maquinaria necesaria en la explotación**

##### **1.2.1.1.1. 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:

- **Tractor agrícola de 250 CV**

Se va a alquilar un tractor de 250 cv para la realización de la labor de desfonde, ya que va a demandar mucha potencia. Se calcula que va a ser la necesidad de potencia ideal para la operación de desfonde, conociéndose que la profundidad de trabajo va a ser de unos 60-70 cm y la textura del suelo de la parcela es media.

Debido a que únicamente se va a realizar una labor de estas características en esta ocasión, se decide alquilar el tractor para esta operación.



- **Remolque esparcidor de estiércol**

La labor de abonado se va a contratar, ya que para llevarla a cabo se precisa de un tractor con remolque esparcidor y otro tractor con pala o una cargadora telescópica, por lo que es preferible contratar el servicio completo.

La empresa de servicios cuenta con un tractor de 250 C.V y un remolque esparcidor de 18 t de ejes esparcidores verticales, con un ancho de trabajo de 10 m. Además, para la carga del estiércol cuenta con una máquina telescópica, con una capacidad de carga de 5.000 kg y 9 m de elevación.

- **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 compensa adquirirlo. Además, como bien se ha citado, se va a alquilar un tractor de 250 cv para realizar dicha labor.

Se decide alquilar un arado de desfonde reversible capaz de trabajar hasta 70 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.

- **Plantadora de árboles**

Para la plantación física de los árboles, se decide que va a ser totalmente contratada, ya que se precisan de sistemas GPS para alinear y cumplir los marcos de plantación de los árboles.

Por lo tanto, la empresa que lo realice, deberá contar con tractor guiado por sistema GPS y la plantadora correspondiente según el marco establecido (4 m x 1,2 m).

- **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. Básicamente, estas modificaciones son la variación de la superficie de sacudidores ya que, obviamente, se precisa más superficie para la recolección de almendra y aceituna que para la de uva.

#### 1.2.1.1.2. Maquinaria propia y adquirida

- **Tractor agrícola**

Tractor agrícola de 90 CV (66 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, mostradas en la Tabla 29. Resumen de necesidad de potencia y consumo de carburante de cada operación.

El promotor va a necesitar adquirir el tractor con tripantal y t.d.f. delantera.

- **Remolque basculante de 6 t de MMA**

Remolque de dos ejes con plataforma basculante y teleros desmontables. Se va a emplear para el transporte de materias primas a la plantación, como abonos, productos fitosanitarios, los plantones,..

El promotor va a necesitar adquirir el remolque.

- **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.

- **Pulverizador hidroneumático arrastrado**

Se va a necesitar un pulverizador hidroneumático arrastrado de 2.000 l de capacidad para realizar los pertinentes tratamientos fitosanitarios. Para su funcionamiento cuenta con una serie de boquillas repartidas en la parte trasera, que se encargan de distribuir el caldo de tratamiento. Además, hay un ventilador que crea una corriente de aire lo suficientemente grande como para elevar todas las gotas a la altura de los árboles, garantizando así una distribución más homogénea del tratamiento.

El promotor no dispone de un apero de estas características, por lo que va a necesitarlo adquirirlo.

- **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.

El promotor no dispone de este apero, por lo que deberá adquirirlo.

- **Podadora mecánica**

Se trata de una podadora hidráulica de corte por discos. El accionamiento de los discos es realizado por una serie de motores hidráulicos a su vez, accionados por la t.d.f. del tractor, permitiéndose establecer el ángulo de corte deseado. Así, se puede utilizar para limitar la altura de los árboles, dando cortes horizontales por encima de ellos, o su anchura, cortando verticalmente por sus extremos. Además las podadoras de discos cuentan con una gran versatilidad, ya que pueden ser utilizadas tanto para poda en verde como para poda en seco.

El promotor no dispone de podadora hidráulica, por lo que deberá adquirirla

- **Compresor de poda suspendido y tijeras neumáticas**

Las tijeras neumáticas van acopladas a un compresor que se conecta al tractor, junto con el compresor de poda y son activadas por la toma de fuerza.

El promotor no dispone de este conjunto de compresor de poda y tijeras neumáticas, por lo que deberá adquirirlo.

- **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.

#### 1.2.1.2. 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 h (m)	Vel. (km/h)	Efi c( %)	CTT (ha/h)	CTR (ha/h)	TTR (h/ha)	Sup (ha)	Tie m(h)
<b>Cultiv.</b>	Tractor 90 CV + cultivador 11 brazos	3,00	6	75	1,95	1,46	0,68	34,2	23,3
<b>Trat. Herb.</b>	Tractor 90 CV + pulverizador	4,00	4	70	1,6	1,12	0,90	34,2	30,8
<b>Trat. Fitos.</b>	Tractor 90 CV + atomizador	4,00	4	70	1,6	1,12	0,90	34,2	30,8
<b>Podad. Mecáni.</b>	Tractor 90 CV + podadora	2,00	2,5	70	0,6	0,42	2,38	34,2	81,4
<b>Trit.- Desbr.</b>	Tractor 90 CV + destriturador	3,00	4	70	1,2	0,84	1,19	34,2	40,7

### 1.2.1.3. Consumo de carburante

El consumo horario de carburante medio se calcula mediante la expresión siguiente:

$$l/h = C_e \times (P / \varphi)$$

Donde:

- $C_e$ : Consumo específico (g / kW×h)
- P: Potencia
- $\varphi$ : Densidad del gasoil (840 g/l)

A lo largo de cada campaña se va a usar un tractor de 90 CV o 66 kW para realizar las distintas labores de la plantación, teniendo en cuenta la relación 1CV ~ 7,35W, todo ello con un consumo específico de 197 gr/KW×h. Con estos datos, se calcula el consumo de carburante:

$$\frac{l}{h} = 197 \frac{g}{kW \times h} \times 66 kW \times \frac{1l}{840g} = 15,48 \frac{l}{h}$$

Evidentemente, cada labor requiere unas determinadas necesidades de potencia. Las operaciones que van a demandar más potencia van a ser el pase de cultivador y de trituradora-desbrozadora. A continuación se elabora una tabla para ver los consumos de carburante por hectárea y labor.

**Tabla 29. Resumen de necesidad de potencia (kW) y consumo de carburante (en l/h) de cada operación**

Labor	TTR (h/ha)	Potencia (kW)	Consumo gasoil (l/ha)
Pase cultivador	0,68	66	10,53
Tratamiento herbicida	0,90	41	8,65
Tratamiento fitosanitario	0,90	41	8,65
Poda mecánica	2,38	41	22,88
Triturado - desbrozado	1,19	66	18,42

#### 1.2.1.4. Consumo de lubricantes

Según estudios realizados, se puede considerar que el consumo de aceite, en maquinaria agrícola, representa el 0,5 % del consumo de carburante, por tanto este consumo, en función de la labor realizada será:

- Pase de cultivador:  $0,5\% \times 10,53 \text{ l/ha} = 0,05 \text{ l de aceite/ha}$
- Tratamiento herbicida:  $0,5\% \times 8,65 \text{ l/ha} = 0,04 \text{ l de aceite/ha}$
- Tratamiento fitosanitario:  $0,5\% \times 8,65 \text{ l/ha} = 0,04 \text{ l de aceite/ha}$
- Poda mecánica:  $0,5\% \times 22,88 \text{ l/ha} = 0,11 \text{ l de aceite/ha}$
- Triturado-desbrozado:  $0,5\% \times 18,42 \text{ l/ha} = 0,09 \text{ l de aceite/ha}$

#### 1.2.2. Coste horario de utilización de la maquinaria

##### 1.2.2.1. Costes de las labores alquiladas

- **Enmienda orgánica**

En la enmienda orgánica se distinguen dos gastos: la compra del estiércol y la labor de reparto.

El precio del estiércol, puesto en finca, es de 18 €/t, por lo que si se van a aplicar 80 t/ha, la enmienda orgánica supondrá un coste de 1440 €/ha.

La labor de reparto se va a encargar a una empresa de servicios que cuenta con un remolque de 18 t de capacidad. También se encargan de cargar el remolque mediante una cargadora telescópica. El precio que ofrece la empresa es de 50 €/remolque, por lo que si se tiene en cuenta que se va a estercolar a una dosis de 60 t/ha, equivaldrá a 4,5 remolques/ha, es decir, 225 €/ha.

De esta manera, el coste total del estercolado será de 1665 €/ha.

- **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 350 €/ha.

- **Plantación**

La labor de plantación se va a contratar a una empresa de servicios especializada, la cual cuenta con modernos sistemas de autoguiado, capaces de colocar los árboles según el marco de plantación con un error máximo de 2 cm. El precio de esta operación es de 1000 €/ha.

- **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 280 €/ha.

#### 1.2.2.2. Coste de la maquinaria propia y 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 30. Costes de la maquinaria propia y adquirida**

	Máquina	Unidad de medida	Remolque	Cultivador	Atomizador	Pulverizador	Podadora	Trituradora-Desbroz.	Tractor*
<b>Datos de partida</b>	<b>Precio adquisición</b>	€	10000	5000	10000	4000	10000	10000	60000
	<b>Valor residual</b>	€	3000	1000	2500	1000	3000	2000	18000
	<b>Vida útil</b>	años	15	15	12	15	15	15	12
	<b>Horas de trabajo</b>	h/año	120	70	150	90	100	120	800
<b>Costes fijos</b>	<b>Amortización</b>	€/año	467	267	625	200	467	533	3500
	<b>Intereses</b>	€/año	170	85	170	68	170	170	1150
	<b>Alojamiento</b>	€/año	45	30	45	20	35	35	60
	<b>Seguros e impuestos</b>	€/año	80	20	100	50	20	20	250
<b>Costes variables</b>	<b>Reparaciones</b>	€/h	2	2	2	2	3	3	4
	<b>Combustibles</b>	€/h	12	10	6	6	6	10	Aperos
	<b>Lubricantes</b>	€/h	0,8	0,14	0,085	0,085	0,14	0,14	1
	<b>Mano de obra</b>	€/h	8	8	8	8	8	8	Aperos
	<b>Coste total</b>	€/año	3498	1812	3353	1786	2406	3294,8	8910
	<b>Coste horario</b>	€/h	29,15	25,88	22,35	19,84	24,06	27,46	11,14

\* El consumo de combustible y la mano de obra del tractor está calculada en los aperos.

### **1.2.3. Mano de obra**

#### 1.2.3.1. 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.

El promotor es el único empleado fijo de la explotación. Sin embargo, cuando las operaciones de cultivo así lo requieran, será necesario contratar mano de obra eventual para cubrir las necesidades del momento.

#### 1.2.3.2. Mano de obra fija

Como se ha citado anteriormente, 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.

#### 1.2.3.3. Mano de obra eventual

En caso de necesitar mano de obra eventual, hay que distinguir dos tipos de peones a contratar: peones especializados y peones no especializados.

En este caso, únicamente se van a necesitar peones especializados, ya que se van a contratar para la realización de labores específicas, como puede ser la poda y también para poder llevar el tractor cuando sea necesario. Tendrán una cierta experiencia y conocimientos de las labores a realizar. A partir del séptimo año, será necesario realizar pequeñas intervenciones de poda que permitan favorecer la iluminación de los frutos y eliminar ramas muy vigorosas. Se calcula que esta operación precise de unas 50 horas/ha.

### **1.2.4. Cuadros del proceso productivo**

#### 1.2.4.1. 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 31. Definición de las necesidades del Año 1

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (ha)
Nº	Actividad	Inicio	Fin	Nº días		Nombre	Unidad	Coficiente técnico	34,2
1	Enmienda orgánica	10/10/2018	25/10/2018	15	Estiércol bien hecho	Ovino	t/ha	60	2052
2	Desfonde	20/10/2018	10/11/2018	20	70 cm de profundidad				
3	Pase cultivador I	1/12/2018	15/12/2018	15	Pase cruzado				
4	Pase cultivador II	01/01/2019	15/01/2019	15	Pase cruzado				
5	Replanteo y marcado	01/02/2019	15/02/2019	15	Jalonado filas cada 30 m				
6	Recepción y preparación planta	10/02/2019	15/02/2019	5	Revisión plantones y almacenamiento	Vialfás-Rootpac 20	Unidad	33180	33180
						Penta-Rootpac 20	Unidad	33180	33180
7	Plantación	15/02/2019	28/02/2019	13	Recorte de raíces y plantación en marco 4m x 1,2m				
8	Instalación sistema de riego	15/02/2019	28/02/2019	13	Extensión ramales, preparados en las cabeceras				
9	Riego de asentamiento	28/02/2019	01/03/2019	1	Aportación 20 l/planta, es decir, 8 h de riego				

10	Comprobación y recolocación	01/03/2019	03/03/2019	3	Comprobar estado plantones, colocar los torcidos				
11	Entutorado	07/03/2019	15/03/2019	8	Colocación tutores y atado árboles	Tutores	Unidad	66360	66360
12	Tratamiento acaricida	15/03/2019	31/03/2019	16	Aceite de parafina	Aceite parafina 83%	l/ha	1	34,2
13	Tratamiento fungicida	15/03/2019	31/03/2019	16	Tratamiento contra cribado, lepra, fusicocum y roya	Metil-Tiofanato 50%	l/ha	1	34,2
14	Riegos mes de abril	01/04/2019	30/04/2019	30	Riego diario de 1,41 l/árbol*día	Agua	m <sup>3</sup> /ha*día	1,47	50,02
15	Pase cultivador	01/04/2019	10/04/2019	10	Laboreo de las calles				
16	Tratamiento insecticida	10/04/2019	20/04/2019	10	Pulgón, arnasia, carpocapsa y orugas minadoras	Lambda Cihalotrin 1,5%	l/ha	1,3	44,46
17	Tratamiento fungicida	10/04/2019	20/04/2019	10	Moniliosis y oidio	Tebuconazol 25%	kg/ha	0,5	17,1
18	Riegos mes de mayo	01/05/2019	31/05/2019	31	Riego diario de 2,72 l/árbol*día	Agua	m <sup>3</sup> /ha*día	2,83	96,79
19	Tratamiento insecticida	01/05/2019	15/05/2019	15	Gusano cabezudo y pulgones	Imidacloprid 20%	l/ha	0,5	17,1
20	Reposición de marras	20/05/2019	10/06/2019	20	Sustitución de árboles no prendidos	Vialfás-Rootpac 20	Unidades en la parcela	250	250
						Penta-Rootpac 20	Unidades en la parcela	250	250
21	Pase cultivador	20/05/2019	31/05/2019	11	Laboreo de las calles				

22	Tratamiento herbicida	20/05/2019	31/05/2019	11	Tratamiento de las filas de cultivo	Glifosato 33%	l/ha	4 + 4	136,8 + 136,8
23	Riegos mes de junio	01/06/2019	30/06/2019	30	Riego diario de 3,28 l/árbol*día	Agua	m3/ha*día	3,42	116,8
24	Riegos mes de julio	01/07/2019	31/07/2019	31	Riego diario de 1,81 l/árbol*día	Agua	m3/ha*día	1,89	64,64
25	Tratamiento herbicida	10/07/2019	21/07/2019	11	Tratamiento de las filas de cultivo	Glifosato 36%	l/ha	4	136,8
26	Tratamiento insecticida	15/07/2019	25/07/2019	10	Orugueta y pulgones	Deltametrin 10%	l/ha	0,9	30,78
27	Tratamiento fungicida	15/07/2019	25/07/2019	10	Chancro y mancha ocre	Captan 80%	kg/ha	2	68,4
28	Riegos mes de agosto	01/08/2019	31/08/2019	31	Riego diario de 3,17 l/árbol*día	Agua	m3/ha*día	3,31	113,03
29	Riegos mes de septiembre	01/09/2019	30/09/2019	30	Riego diario de 2,81 l/árbol*día	Agua	m3/ha*día	2,93	100,04
30	Pase de cultivador	10/09/2019	20/09/2019	10	Laboreo de las calles				
31	Tratamiento herbicida	10/09/2019	20/09/2019	10	Tratamiento de las filas de cultivo	Glifosato 36%	l/ha	4	136,8
32	Poda mecánica	20/09/2019	30/09/2019	10	Límite crecimiento en anchura y altura				
33	Tratamiento fungicida	15/11/2019	30/11/2019	15	Tratamiento fungicida en la caída de las hojas	Oxicloruro de cobre	kg/ha	0,4	13,68

Tabla 32. Definición de las necesidades del Año 2

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (ha)
Nº	Actividad	Inicio	Fin	Nº días		Nombre	Unidad	Coficiente técnico	34,2
1	Poda manual en seco	1-feb	28-feb	28	Se realizará a partir del 5º año				
2	Siega	01-mar	07-mar	7	Siega cubierta vegetal de las calles				
3	Tratamiento herbicida	07-mar	15-mar	8	Tratamiento de las filas de cultivo	Glifosato 36%	l/ha	4	136,8
4	Tratamiento acaricida	15-mar.	31-mar.	16	Aceite de parafina	Aceite parafina 83%	l/ha	1	34,2
5	Tratamiento fungicida	15-mar.	31-mar.	16	Tratamiento contra cribado, lepra, fusocum y roya	Metil Tiofanato 50%	l/ha	1	34,2
6	Riegos mes de abril	1-abr.	30-abr.	30	Riego diario de 2,11 l /árbol*día	Agua	m³/ha*día	2,93	100,04
7	Fertilización mes de abril	1-abr.	30-abr.	30	Fertirrigación	N-32	kg/ha	48,75	1667,25
						P-32	kg/ha	0	0
						K-32	kg/ha	0	0
8	Tratamiento herbicida	1-abr.	10-abr.	10	Tratamiento de las filas de cultivo	Glifosato 36%	l/ha	4	136,8
9	Siega	1-abr.	10-abr.	10	Siega cubierta vegetal de las calles				
10	Tratamiento insecticida	10-abr.	20-abr.	10	Pulgón, arnasia, carpocapsa y orugas minadoras	Lambda Cihalotrin 1,5%	l/ha	1,3	44,46

11	Tratamiento fungicida	10-abr.	20-abr.	10	Moniliosis y oidio	Tebuconazol 25%	kg/ha	0,5	17,1
12	Riegos mes de mayo	1-may.	31-may.	31	Riego diario de 4,08 l/árbol*día	Agua	m3/ha*día	5,66	193,57
13	Fertilización mes de mayo	1-may	31-may	31	Fertirrigación	N-32	kg/ha	60,94	2084,148
						P-32	kg/ha	0	0
						K-32	kg/ha	0	0
14	Tratamiento insecticida	1-may.	15-may.	15	Gusano cabezudo y pulgones	Imidacloprid 20%	l/ha	0,5	17,1
15	Siega	20-may.	31-may.	11	Siega cubierta vegetal de las calles				
16	Tratamiento herbicida	1-jun.	20-jun.	11	Tratamiento de las filas de cultivo	Glifosato 36%	l/ha	4	136,8
17	Riegos mes de junio	1-jun.	30-jun.	30	Riego diario de 4,91 l/árbol*día	Agua	m3/ha*día	6,83	233,59
18	Fertilización mes de junio	1-jun	30-jun	30	Fertirrigación	N-32	kg/ha	60,94	2084,148
						P-32	kg/ha	0	0
						K-32	kg/ha	0	0
19	Poda mecánica en verde	1-jun	15-jun	15	Límite crecimiento en anchura y altura				
20	Riegos mes de julio	1-jul.	31-jul.	31	Riego diario de 2,72 l/árbol*día	Agua	m3/ha*día	3,78	129,28
21	Fertilización mes de julio	1-jul	31-jul	31	Fertirrigación	N-32	kg/ha	24,38	833,796
						P-32	kg/ha	0	0
						K-32	kg/ha	0	0
22	Tratamiento insecticida	15-jul.	25-jul.	10	Orugueta y pulgones	Deltametrin 10%	l/ha	0,9	30,78
	Tratamiento fungicida	15-jul.	25-jul.	10	Chancro y mancha ocre	Captan 80%	kg/ha	2	68,4

23	Riegos mes de agosto	1-ago.	31-ago.	31	Riego diario de 4,76 l/árbol*día	Agua	m3/ha*día	6,61	226,06
24	Fertilización mes de agosto	1-ago	31-ago	31	Fertirrigación	N-32	kg/ha	24,38	833,796
						P-32	kg/ha	0	0
						K-32	kg/ha	0	0
25	Riegos mes de septiembre	1-sep.	30-sep.	30	Riego diario de 4,22 l/árbol*día	Agua	m3/ha*día	5,85	200,07
26	Fertilización mes de septiembre	1-sep	30-sep	30	Fertirrigación	N-32	kg/ha	24,38	833,796
						P-32	kg/ha	0	0
						K-32	kg/ha	0	0
27	Siega	10-sep.	20-sep.	10	Siega cubierta vegetal de las calles				
28	Poda mecánica en verde	20-sep.	30-sep.	10	Límite crecimiento en anchura y altura				
29	Cosecha	1-oct	3-oct	3	Cosecha variedad Vialfás				
		4-oct	7-oct	3	Cosecha variedad Penta				
30	Tratamiento fungicida	15-nov.	30-nov.	15	Tratamiento fungicida en la caída de las hojas	Oxicloruro de cobre	kg/ha	0,4	13,68

**Tabla 33. Satisfacción de necesidades del Año 3**

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (ha)
Nº	Actividad	Inicio	Fin	Nº días		Nombre	Unidad	Coficiente técnico	34,2
1	Poda mecánica en seco	1-feb	28-feb	28	Se realizará a partir del 5º año				
2	Siega	01-mar	07-mar	7	Siega cubierta vegetal de las calles				
3	Tratamiento herbicida	07-mar	15-mar	8	Tratamiento de las filas de cultivo	Glifosato 36%	l/ha	4	136,8
4	Tratamiento acaricida	15-mar.	31-mar.	16	Aceite de parafina	Aceite parafina 83%	l/ha	1	34,2
5	Tratamiento fungicida	15-mar.	31-mar.	16	Tratamiento contra cribado, lepra, fusocum y roya	Metil Tiofanato 50%	l/ha	1	34,2
6	Riegos mes de abril	1-abr.	30-abr.	30	Riego diario de 2,53 l /árbol*día	Agua	m³/ha*día	4,39	150,14
7	Fertilización mes de abril	1-abr.	30-abr.	30	Fertirrigación	N-32	kg/ha	73,13	2501,046
						P-32	kg/ha	0	0
						K-32	kg/ha	38,28	1309,176
8	Tratamiento herbicida	1-abr.	10-abr.	10	Tratamiento de las filas de cultivo	Glifosato 36%	l/ha	4	136,8
9	Siega	1-abr.	10-abr.	10	Siega cubierta vegetal de las calles				
10	Tratamiento insecticida	10-abr.	20-abr.	10	Pulgón, arnasia, carpocapsa y orugas minadoras	Lambda Cihalotrin 1,5%	l/ha	1,3	44,46

11	Tratamiento fungicida	10-abr.	20-abr.	10	Moniliosis y oidio	Tebuconazol 25%	kg/ha	0,5	17,1
12	Riegos mes de mayo	1-may.	31-may.	31	Riego diario de 4,90 l/árbol*día	Agua	m3/ha*día	8,49	290,36
13	Fertilización mes de mayo	01-may	31-may	31	Fertirrigación	N-32	kg/ha	91,41	3126,222
						P-32	kg/ha	0	0
						K-32	kg/ha	21,88	748,296
14	Tratamiento insecticida	1-may.	15-may.	15	Gusano cabezudo y pulgones	Imidacloprid 20%	l/ha	0,5	17,1
15	Siega	20-may.	31-may.	11	Siega cubierta vegetal de las calles				
16	Tratamiento herbicida	1-jun.	10-jun.	11	Tratamiento de las filas de cultivo	Glifosato 36%	l/ha	4	136,8
17	Riegos mes de junio	1-jun.	30-jun.	30	Riego diario de 5,90 l/árbol*día	Agua	m3/ha*día	10,24	350,21
18	Fertilización mes de junio	01-jun	30-jun	30	Fertirrigación	N-32	kg/ha	91,41	3126,222
						P-32	kg/ha	0	0
						K-32	kg/ha	21,88	748,296
19	Poda mecánica en verde	01-jun	15-jun	15	Límite crecimiento en anchura y altura				
20	Riegos mes de julio	1-jul.	31-jul.	31	Riego diario de 3,26 l/árbol*día	Agua	m3/ha*día	5,66	193,52
21	Fertilización mes de julio	01-jul	31-jul	31	Fertirrigación	N-32	kg/ha	36,56	1250,352
						P-32	kg/ha	0	0
						K-32	kg/ha	9,11	311,562
22	Tratamiento insecticida	15-jul.	25-jul.	10	Orugueta y pulgones	Deltametrin 10%	l/ha	0,9	30,78
	Tratamiento fungicida	15-jul.	25-jul.	10	Chancro y mancha ocre	Captan 80%	kg/ha	2	68,4



23	Riegos mes de agosto	1-ago.	31-ago.	31	Riego diario de 5,71 l/árbol*día	Agua	m3/ha*día	9,91	338,92
24	Fertilización mes de agosto	01-ago	31-ago	31	Fertirrigación	N-32	kg/ha	36,56	1250,352
						P-32	kg/ha	0	0
						K-32	kg/ha	9,11	311,562
25	Riegos mes de septiembre	1-sep.	30-sep.	30	Riego diario de 5,06 l/árbol*día	Agua	m3/ha*día	8,78	300,28
26	Fertilización mes de septiembre	01-sep	30-sep	30	Fertirrigación	N-32	kg/ha	36,56	1250,352
						P-32	kg/ha	0	0
						K-32	kg/ha	9,11	311,562
27	Siega	10-sep.	20-sep.	10	Siega cubierta vegetal de las calles				
28	Poda mecánica en verde	20-sep.	30-sep.	10	Límite crecimiento en anchura y altura				
29	Cosecha	1-oct	3-oct	3	Cosecha variedad Vialfás				
		4-oct	7-oct	3	Cosecha variedad Penta				
30	Tratamiento fungicida	15-nov.	30-nov.	15	Tratamiento fungicida en la caída de las hojas	Oxicloruro de cobre	kg/ha	0,4	13,68

**Tabla 34. Definición de necesidades del Año 4**

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (ha)
Nº	Actividad	Inicio	Fin	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	34,2
1	Poda mecánica en seco	1-feb	28-feb	28	Se realizará a partir del 5º año				
2	Siega	01-mar	07-mar	7	Siega cubierta vegetal de las calles				
3	Tratamiento herbicida	07-mar	15-mar	8	Tratamiento de las filas de cultivo	Glifosato 36%	l/ha	4	136,8
4	Tratamiento acaricida	15-mar.	31-mar.	16	Aceite de parafina	Aceite parafina 83%	l/ha	1	34,2
5	Tratamiento fungicida	15-mar.	31-mar.	16	Tratamiento contra cribado, lepra, fusicocum y roya	Metil-Tiofanato 50%	l/ha	1	34,2
6	Riegos mes de abril	1-abr.	30-abr.	30	Riego diario de 2,81 l /árbol*día	Agua	m <sup>3</sup> /ha*día	5,26	179,89
7	Fertilización mes de abril	1-abr.	30-abr.	30	Fertirrigación	N-32	kg/ha	138,75	4745,25
						P-32	kg/ha	21,54	736,668
						K-32	kg/ha	82,12	2808,504
8	Tratamiento herbicida	1-abr.	10-abr.	10	Tratamiento de las filas de cultivo	Glifosato 36%	l/ha	4	136,8
9	Siega	1-abr.	10-abr.	10	Siega cubierta vegetal de las calles				
10	Tratamiento insecticida	10-abr.	20-abr.	10	Pulgón, arnasia, carpocapsa y orugas minadoras	Lambda Cihalotrin 1,5%	l/ha	1,3	44,46

11	Tratamiento fungicida	10-abr.	20-abr.	10	Moniliosis y oidio	Tebuconazol 25%	kg/ha	0,5	17,1
12	Riegos mes de mayo	1-may.	31-may.	31	Riego diario de 5,44 l/árbol*día	Agua	m3/ha*día	10,19	348,50
13	Fertilización mes de mayo	01-may	31-may	31	Fertirrigación	N-32	kg/ha	173,44	5931,648
						P-32	kg/ha	2,69	91,998
						K-32	kg/ha	46,92	1604,664
14	Tratamiento insecticida	1-may.	15-may.	15	Gusano cabezudo y pulgones	Imidacloprid 20%	l/ha	0,5	17,1
15	Siega	20-may.	31-may.	11	Siega cubierta vegetal de las calles				
16	Tratamiento herbicida	1-jun	10-jun	11	Tratamiento de las filas de cultivo	Glifosato 36%	l/ha	4	136,8
17	Riegos mes de junio	1-jun.	30-jun.	30	Riego diario de 6,55 l/árbol*día	Agua	m3/ha*día	12,28	419,98
18	Fertilización mes de junio	01-jun	30-jun	30	Fertirrigación	N-32	kg/ha	173,44	5931,648
						P-32	kg/ha	2,69	91,998
						K-32	kg/ha	46,92	1604,664
19	Poda mecánica en verde	01-jun	15-jun	15	Límite crecimiento en anchura y altura				
20	Riegos mes de julio	1-jul.	31-jul.	31	Riego diario de 3,62 l/árbol*día	Agua	m3/ha*día	6,79	232,22
21	Fertilización mes de julio	01-jul	31-jul	31	Fertirrigación	N-32	kg/ha	69,38	2372,796
						P-32	kg/ha	9	307,8
						K-32	kg/ha	19,54	668,268
22	Tratamiento insecticida	15-jul.	25-jul.	10	Orugueta y pulgones	Deltametrin 10%	l/ha	0,9	30,78
	Tratamiento fungicida	15-jul.	25-jul.	10	Chancro y mancha ocre	Captan 80%	kg/ha	2	68,4

23	Riegos mes de agosto	1-ago.	31-ago.	31	Riego diario de 6,34 l/árbol*día	Agua	m3/ha*día	11,89	404,64
24	Fertilización mes de agosto	01-ago	31-ago	31	Fertirrigación	N-32	kg/ha	69,38	2372,796
						P-32	kg/ha	9	307,8
						K-32	kg/ha	19,54	668,268
25	Riegos mes de septiembre	1-sep.	30-sep.	30	Riego diario de 5,62 l/árbol*día	Agua	m3/ha*día	10,53	360,13
26	Fertilización mes de septiembre	01-sep	30-sep	30	Fertirrigación	N-32	kg/ha	69,38	2372,796
						P-32	kg/ha	9	307,8
						K-32	kg/ha	19,54	668,268
27	Siega	10-sep.	20-sep.	10	Siega cubierta vegetal de las calles				
28	Poda mecánica en verde	20-sep.	30-sep.	10	Límite crecimiento en anchura y altura				
29	Cosecha	1-oct	3-oct	3	Cosecha variedad Vialfás				
		4-oct	7-oct	3	Cosecha variedad Penta				
30	Tratamiento fungicida	15-nov.	30-nov.	15	Tratamiento fungicida en la caída de las hojas	Oxicloruro de cobre	kg/ha	0,4	13,68

**Tabla 35. Definición de necesidades del Año 5 y siguientes**

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (ha)
Nº	Actividad	Inicio	Fin	Nº días		Nombre	Unidad	Coficiente técnico	34,2
1	Poda mecánica en seco	1-feb	28-feb	28	Aclareo, a partir de este año se realizará bianualmente				
2	Siega	01-mar	07-mar	7	Siega cubierta vegetal de las calles				
3	Tratamiento herbicida	07-mar	15-mar	8	Tratamiento de las filas de cultivo	Glifosato 36%	l/ha	4	136,8
4	Tratamiento acaricida	15-mar.	31-mar.	16	Aceite de parafina	Aceite parafina 83%	l/ha	1	34,2
5	Tratamiento fungicida	15-mar.	31-mar.	16	Tratamiento contra cribado, lepra, fusicocum y roya	Metil-Tiofanato 50%	l/ha	1	34,2
6	Riegos mes de abril	1-abr.	30-abr.	30	Riego diario de 2,81 l /árbol*día	Agua	m <sup>3</sup> /ha*día	5,85	200,07
7	Fertilización mes de abril	1-abr.	30-abr.	30	Fertirrigación	N-32	kg/ha	170	5814
						P-32	kg/ha	24,62	842,004
						K-32	kg/ha	100,96	3452,832
8	Tratamiento herbicida	1-abr.	10-abr.	10	Tratamiento de las filas de cultivo	Glifosato 36%	l/ha	4	136,8
9	Siega	1-abr.	10-abr.	10	Siega cubierta vegetal de las calles				

10	Tratamiento insecticida	10-abr.	20-abr.	10	Pulgón, arnasia, carpocapsa y orugas minadoras	Lambda Cihalotrin 1,5%	l/ha	1,3	44,46
11	Tratamiento fungicida	10-abr.	20-abr.	10	Moniliosis y oidio	Tebuconazol 25%	kg/ha	0,5	17,1
12	Riegos mes de mayo	1-may.	31-may.	31	Riego diario de 5,44 l/árbol*día	Agua	m3/ha*día	11,32	387,144
13	Fertilización mes de mayo	01-may	31-may	31	Fertirrigación	N-32	kg/ha	212,5	7267,5
						P-32	kg/ha	3,08	105,336
						K-32	kg/ha	57,69	1972,998
14	Tratamiento insecticida	1-may.	15-may.	15	Gusano cabezudo y pulgones	Imidacloprid 20%	l/ha	0,5	17,1
15	Siega	20-may.	31-may.	11	Siega cubierta vegetal de las calles				
16	Tratamiento herbicida	1-jun	10-jun	11	Tratamiento de las filas de cultivo	Glifosato 36%	l/ha	4	136,8
17	Riegos mes de junio	1-jun.	30-jun.	30	Riego diario de 6,55 l/árbol*día	Agua	m3/ha*día	13,64	466,488
18	Fertilización mes de junio	01-jun	30-jun	30	Fertirrigación	N-32	kg/ha	212,5	7267,5
						P-32	kg/ha	3,08	105,336
						K-32	kg/ha	57,69	1972,998
19	Poda mecánica en verde	01-jun	15-jun	15	Límite crecimiento en anchura y altura				
20	Riegos mes de julio	1-jul.	31-jul.	31	Riego diario de 3,62 l/árbol*día	Agua	m3/ha*día	7,54	257,868
21	Fertilización mes de julio	01-jul	31-jul	31	Fertirrigación	N-32	kg/ha	85	2907
						P-32	kg/ha	12,31	421,002
						K-32	kg/ha	24,04	822,168
22	Tratamiento insecticida	15-jul.	25-jul.	10	Orugueta y pulgones	Deltametrin 10%	l/ha	0,9	30,78

	Tratamiento fungicida	15-jul.	25-jul.	10	Chancro y mancha ocre	Captan 80%	kg/ha	2	68,4
23	Riegos mes de agosto	1-ago.	31-ago.	31	Riego diario de 6,34 l/árbol*día	Agua	m3/ha*día	13,21	451,782
24	Fertilización mes de agosto	01-ago	31-ago	31	Fertirrigación	N-32	kg/ha	85	2907
						P-32	kg/ha	12,31	421,002
						K-32	kg/ha	24,04	822,168
25	Riegos mes de septiembre	1-sep.	30-sep.	30	Riego diario de 5,62 l/árbol*día	Agua	m3/ha*día	11,7	400,14
26	Fertilización mes de septiembre	01-sep	30-sep	30	Fertirrigación	N-32	kg/ha	85	2907
						P-32	kg/ha	12,31	421,002
						K-32	kg/ha	24,04	822,168
27	Siega	10-sep.	20-sep.	10	Siega cubierta vegetal de las calles				
28	Poda mecánica en verde	20-sep.	30-sep.	10	Límite crecimiento en anchura y altura				
29	Cosecha	1-oct	3-oct	3	Cosecha variedad Vialfás				
		4-oct	7-oct	3	Cosecha variedad Penta				
30	Tratamiento fungicida	15-nov.	30-nov.	15	Tratamiento fungicida en la caída de las hojas	Oxicloruro de cobre	kg/ha	0,4	13,68

#### 1.2.4.2. Satisfacción de las necesidades

En las tablas siguientes se presentan los cuadros de satisfacción de las necesidades para cada uno de los años de explotación del cultivo. Los cuadros incluyen las actividades descritas en los cuadros de definición de las necesidades, la tracción y maquinaria empleadas, la mano de obra, el consumo de materias primas, energía y lubricantes.

Tabla 36. Satisfacción de las necesidades del Año 1

Actividades		Sup	Tracción		Maquinaria		Mano de obra			Materias primas			Energía		
Nº	Actividad	ha	Tipo	h/ha	Tipo	h/ha	Tipo	Unidad	h/ha	Nombre	Unidad	Cantidad	Tipo	Cantidad	I/h
1	Enmienda orgánica	34,2		1	Remolque estercolador	1	Tractorista	2	1	Estiércol de ovino	t	2052	Labor contratada		
2	Desfonde	34,2		3	Arado de desfonde reversible	3	Tractorista	1	3				Labor contratada		
3	Pase cultivador I	34,2	T-110 CV	0,68	Cultivador 13 brazos con rastra y rodillo	0,68	Tractorista	1	0,68				Gasoil	244,89	10,53
4	Pase cultivador II	34,2	T-110 CV	0,68	Cultivador 13 brazos con rastra y rodillo	0,68	Tractorista	1	0,68				Gasoil	244,89	10,53
5	Replanteo y marcajeo	34,2					Peón	3	4						
6	Recepción y preparación planta						Peón	3		Plantones	Unidades	66360			
7	Plantación	34,2			Plntador con sistema GPS	7	Peones + Tractorista	2 +1	7	Plantones	Unidades	66360	Labor contratada		
8	Instalación sistema de riego	34,2					Peón	3	5						
9	Riego de asentamiento	34,2					Peón	1		Agua	m3	1351	Electricidad	3 h	
10	Comprobación y recolección	34,2					Peón	2	3						



PROYECTO DE PLANTACIÓN DE 34,2 HA DE ALMENDRO EN SUPERINTENSIVO Y CON RIEGO DEFICITARIO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE GRANJA DE MORERUELA (ZAMORA)  
ANEJO IV. INGENIERÍA DEL PROCESO

11	Entutorado	34,2	T-110 CV	8	Remolque basculante	8	Tractorista + Peón	1 + 1	8	Tutores	Unidades	66360	Gasoil	95,76	0,35
12	Tratamiento acaricida	34,2	T-110 CV	0,6	Atomizador arrastrado	0,6	Tractorista	1	0,6	Aceite de parafina 83%	l	34,2	Gasoil	118,4	5,77
13	Tratamiento fungicida	34,2	T-110 CV	0,6	Atomizador arrastrado	0,6	Tractorista	1	0,6	Metil-Tiofanato 50%	l	34,2	Gasoil	118,4	5,77
14	Riegos mes de abril	34,2					Peón	1		Agua	m3	3001,2	Electricidad	31,8 h	
15	Pase cultivador	34,2	T-110 CV	0,68	Cultivador 13 brazos con rastra y rodillo	0,68	Tractorista	1	0,68				Gasoil	244,89	10,53
16	Tratamiento insecticida	34,2	T-110 CV	0,6	Atomizador arrastrado	0,6	Tractorista	1	0,6	Lambda Cihalotrin 1,5%	l	44,46	Gasoil	118,4	5,77
17	Tratamiento fungicida	34,2	T-110 CV	0,6	Atomizador arrastrado	0,6	Tractorista	1	0,6	Tebuconazol 25%	kg	17,1	Gasoil	118,4	5,77
18	Riegos mes de mayo	34,2					Peón	1		Agua	m3	6000,39	Electricidad	63,55 h	
19	Tratamiento insecticida	34,2	T-110 CV	0,6	Atomizador arrastrado	0,6	Tractorista	1	0,6				Gasoil	118,4	5,77
20	Reposición de marras	34,2	T-110 CV		Remolque basculante		Tractorista + Peón	1 + 1		Plantones	Unidades	500			
21	Pase cultivador	34,2	T-110 CV	0,68	Cultivador 13 brazos con rastra y rodillo	0,68	Tractorista	1	0,68				Gasoil	244,89	10,53

PROYECTO DE PLANTACIÓN DE 34,2 HA DE ALMENDRO EN SUPERINTENSIVO Y CON RIEGO DEFICITARIO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE GRANJA DE MORERUELA (ZAMORA)  
ANEJO IV. INGENIERÍA DEL PROCESO

22	Tratamiento herbicida	34,2	T-110 CV	0,6	Pulverizador	0,6	Tractorista	1	0,6	Glifosato 36%	l	136,8	Gasoil	118,4	5,77
23	Riegos mes de junio	34,2					Peón	1		Agua	m3	7000,74	Electricidad	73,8 h	
24	Riegos mes de julio	34,2					Peón	1		Agua	m3	3999,69	Electricidad	42,16 h	
25	Tratamiento insecticida	34,2	T-110 CV	0,6	Atomizador arrastrado	0,6	Tractorista	1	0,6	Deltametrin 10%	l	30,78	Gasoil	118,4	5,77
26	Tratamiento fungicida	34,2	T-110 CV	0,6	Atomizador arrastrado	0,6	Tractorista	1	0,6	Captan 80%	kg	68,4	Gasoil	118,4	5,77
27	Riegos mes de agosto	34,2					Peón	1		Agua	m3	7000,74	Electricidad	73,8 h	
28	Riegos mes de septiembre	34,2					Peón	1		Agua	m3	6000,39	Electricidad	63,3 h	
29	Pase de cultivador	34,2	T-110 CV	0,68	Cultivador 13 brazos con rastra y rodillo	0,68	Tractorista	1	0,68				Gasoil	118,4	5,77
30	Poda mecánica	34,2	T-110 CV	1,02	Podadora mecánica	1,02	Tractorista	1	1,02				Gasoil	342,21	9,81
31	Tratamiento fungicida	34,2	T-110 CV	0,6	Atomizador arrastrado	0,6	Tractorista	1	0,6	Oxicloruro de cobre	kg	13,68	Gasoil	118,4	5,77

Tabla 37. Satisfacción de las necesidades del Año 2

Actividades		Sup	Tracción		Maquinaria		Mano de obra			Materias primas			Energía		
Nº	Actividad	ha	Tipo	h/ha	Tipo	h/ha	Tipo	Unidad	h/ha	Nombre	Unidad	Cantidad	Tipo	Cantidad	l/h
1	Poda manual en seco	34,2		0	Tijera neumática	0	Peón	1	0				Gasoil	0	3
2	Siega	34,2	T-110 CV	1,19	Segadora-desbrozadora	1,19	Tractorista	1	1,19				Gasoil	749,66	18,42
3	Tratamiento herbicida	34,2	T-110 CV	0,6	Pulverizador	0,6	Tractorista	1	0,6	Glifosato 36%	l	136,8	Gasoil	118,4	5,77
4	Tratamiento acaricida	34,2	T-110 CV	0,6	Atomizador arrastrado	0,6	Tractorista	1	0,6	Aceite de parafina 83%	l	34,2	Gasoil	118,4	5,77
5	Tratamiento fungicida	34,2	T-110 CV	0,6	Atomizador arrastrado	0,6	Tractorista	1	0,6	Metil-Tiofanato 50%	l	34,2	Gasoil	118,4	5,77
6	Riegos mes de abril	34,2					Peón	1		Agua	m3	4499,01	Electricidad	47,4	
7	Fertilización mes de abril	34,2								N-32	kg	1667,25	Electricidad	0,9	
										P-52	kg	0	Electricidad	0	
										K-32	kg	0	Electricidad	0	
8	Tratamiento herbicida	34,2	T-110 CV	0,6	Pulverizador	0,6	Tractorista	1	0,6	Glifosato 36%	l	136,8	Gasoil	118,4	5,77
9	Siega	34,2	T-110 CV	1,19	Segadora-desbrozadora	1,19	Tractorista	1	1,19				Gasoil	749,66	18,42
10	Tratamiento insecticida	34,2	T-110 CV	0,6	Atomizador arrastrado	0,6	Tractorista	1	0,6	Lambda Cihalotrin 1,5%	l	44,46	Gasoil	118,4	5,77
11	Tratamiento fungicida	34,2	T-110cv	0,6	Atomizador arrastrado	0,6	Tractorista	1	0,6	Tebuconazol 25%	kg	17,1	Gasoil	118,4	5,77

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

PROYECTO DE PLANTACIÓN DE 34,2 HA DE ALMENDRO EN SUPERINTENSIVO Y CON RIEGO DEFICITARIO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE GRANJA DE MORERUELA (ZAMORA)  
ANEJO IV. INGENIERÍA DEL PROCESO

12	Riegos mes de mayo	34,2					Peón	1		Agua	m3	9000,59	Electricidad	95,17		
13	Fertilización mes de mayo	34,2								N-32	kg	2084,15	Electricidad	0,9		
										P-52	kg	0	Electricidad	0		
										K-32	kg	0	Electricidad	0		
14	Tratamiento insecticida	34,2	T-110 CV	0,6	Atomizador arrastrado	0,6	Tractorista	1	0,6				Gasoil	118,4	5,77	
15	Siega	34,2	T-110 CV	1,19	Segadora-desbrozadora	1,19	Tractorista	1	1,19					Gasoil	749,66	18,42
16	Tratamiento herbicida	34,2	T-110 CV	0,6	Pulverizador	0,6	Tractorista	1	0,6	Glifosato 36%	l	136,8		Gasoil	118,4	5,77
17	Riegos mes de junio	34,2					Peón	1		Agua	m3	10501,11	Electricidad	110,7		
18	Fertilización mes de junio	34,2								N-32	kg	2084,15	Electricidad	0,9		
										P-52	kg	0	Electricidad	0		
										K-32	kg	0	Electricidad	0		
19	Poda mecánica en verde	34,2	T-110 CV	1,02	Podadora mecánica	1,02	Tractorista	1	1,02					Gasoil	342,21	9,81
20	Riegos mes de julio	34,2					Peón	1		Agua	m3	5999,54	Electricidad	63,24		
21	Fertilización mes de julio	34,2								N-32	kg	833,8	Electricidad	0,9		
										P-52	kg	0	Electricidad	0		
										K-32	kg	0	Electricidad	0		
22	Tratamiento insecticida	34,2	T-110 CV	0,6	Atomizador arrastrado	0,6	Tractorista	1	0,6	Deltametrin 10%	l	30,78		Gasoil	118,4	5,77

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

PROYECTO DE PLANTACIÓN DE 34,2 HA DE ALMENDRO EN SUPERINTENSIVO Y CON RIEGO DEFICITARIO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE GRANJA DE MORERUELA (ZAMORA)  
ANEJO IV. INGENIERÍA DEL PROCESO

23	Tratamiento fungicida	34,2	T-110 CV	0,6	Atomizador arrastrado	0,6	Tractorista	1	0,6	Captan 80%	kg	68,4	Gasoil	118,4	5,77
24	Riegos mes de agosto	34,2					Peón	1		Agua	m3	10501,11	Electricidad	110,98	
25	Fertilización mes de agosto	34,2								N-32	kg	833,8	Electricidad	0,9	
										P-52	kg	0	Electricidad	0	
										K-32	kg	0	Electricidad	0	
26	Riegos mes de septiembre	34,2					Peón	1		Agua	m3	9000,59	Electricidad	95,1	
27	Fertilización mes de septiembre	34,2								N-32	kg	833,8	Electricidad	0,9	
										P-52	kg	0	Electricidad	0	
										K-32	kg	0	Electricidad	0	
28	Siega	34,2	T-110 CV	1,19	Segadora-desbrozadora	1,19	Tractorista	1	1,19				Gasoil	749,66	18,42
29	Podadora mecánica en verde	34,2	T-110 CV	1,02	Podadora mecánica	1,02	Tractorista	1	1,02				Gasoil	342,21	9,81
30	Cosecha	34,2		2	Vendimiadora	2	Tractorista	1	2				Labor contratada		
31	Tratamiento fungicida	34,2	T-110 CV	0,6	Atomizador arrastrado	0,6	Tractorista	1	0,6	Oxicloruro de cobre	kg	13,68	Gasoil	118,4	5,77

Tabla 38. Satisfacción de las necesidades del Año 3

Actividades		Sup	Tracción		Maquinaria		Mano de obra			Materias primas			Energía		
Nº	Actividad	ha	Tipo	h/ha	Tipo	h/ha	Tipo	Unidad	h/ha	Nombre	Unidad	Cantidad	Tipo	Cantidad	l/h
1	Poda manual en seco	34,2			Tijera neumática		Peón	0	0				Gasoil	0	3
2	Siega	34,2	T-110 CV	1,19	Segadora-desbrozadora	1,19	Tractorista	1	1,19				Gasoil	749,66	18,42
3	Tratamiento herbicida	34,2	T-110 CV	0,6	Pulverizador	0,6	Tractorista	1	0,6	Glifosato 36%	l	136,8	Gasoil	118,4	5,77
4	Tratamiento acaricida	34,2	T-110 CV	0,6	Atomizador arrastrado	0,6	Tractorista	1	0,6	Aceite de parafina 83%	l	34,2	Gasoil	118,4	5,77
5	Tratamiento fungicida	34,2	T-110 CV	0,6	Atomizador arrastrado	0,6	Tractorista	1	0,6	Metil-Tiofanato 50%	l	34,2	Gasoil	118,4	5,77
6	Riegos mes de abril	34,2					Peón	1		Agua	m3	5398,81	Electricidad	57	
7	Fertilización mes de abril	34,2								N-32	kg	2501,05	Electricidad	0,9	
										P-52	kg	0	Electricidad	0	
										K-32	kg	1309,18	Electricidad	0,9	
8	Tratamiento herbicida	34,2	T-110 CV	0,6	Pulverizador	0,6	Tractorista	1	0,6	Glifosato 36%	l	136,8	Gasoil	118,4	5,77
9	Siega	34,2	T-110 CV	1,19	Segadora-desbrozadora	1,19	Tractorista	1	1,19				Gasoil	749,66	18,42
10	Tratamiento insecticida	34,2	T-110 CV	0,6	Atomizador arrastrado	0,6	Tractorista	1	0,6	Lambda Cihalotrin 1,5%	l	44,46	Gasoil	118,4	5,77

PROYECTO DE PLANTACIÓN DE 34,2 HA DE ALMENDRO EN SUPERINTENSIVO Y CON RIEGO DEFICITARIO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE GRANJA DE MORERUELA (ZAMORA)  
ANEJO IV. INGENIERÍA DEL PROCESO

11	Tratamiento fungicida	34,2	T-110 CV	0,6	Atomizador arrastrado	0,6	Tractorista	1	0,6	Tebuconazol 25%	kg	17,1	Gasoil	118,4	5,77
12	Riegos mes de mayo	34,2					Peón	1		Agua	m3	10800,7	Electricidad	114,08	
13	Fertilización mes de mayo	34,2								N-32	kg	3126,22	Electricidad	0,9	
										P-52	kg	0	Electricidad	0	
										K-32	kg	748,3	Electricidad	0,9	
14	Tratamiento insecticida	34,2	T-110 CV	0,6	Atomizador arrastrado	0,6	Tractorista	1	0,6				Gasoil	118,4	5,77
15	Siega	34,2	T-110 CV	1,19	Segadora-desbrozadora	1,19	Tractorista	1	1,19				Gasoil	749,66	18,42
16	Tratamiento herbicida	34,2	T-110 CV	0,6	Pulverizador	0,6	Tractorista	1	0,6	Glifosato 36%	l	136,8	Gasoil	118,4	5,77
17	Riegos mes de junio	34,2					Peón	1		Agua	m3	12601,33	Electricidad	132,9	
18	Fertilización mes de junio	34,2								N-32	kg	3126,22	Electricidad	0,9	
										P-52	kg	0	Electricidad	0	
										K-32	kg	748,3	Electricidad	0,9	
19	Poda mecánica en verde	34,2	T-110 CV	1,02	Podadora mecánica	1,02	Tractorista	1	1,02				Gasoil	342,21	9,81
20	Riegos mes de julio	34,2					Peón	1		Agua	m3	7199,44	Electricidad	75,95	
21	Fertilización mes de julio	34,2								N-32	kg	1250,35	Electricidad	0,9	
										P-52	kg	0	Electricidad	0	
										K-32	kg	311,56	Electricidad	0,9	

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

PROYECTO DE PLANTACIÓN DE 34,2 HA DE ALMENDRO EN SUPERINTENSIVO Y CON RIEGO DEFICITARIO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE GRANJA DE MORERUELA (ZAMORA)  
ANEJO IV. INGENIERÍA DEL PROCESO

22	Tratamiento insecticida	34,2	T-110 CV	0,6	Atomizador arrastrado	0,6	Tractorista	1	0,6	Deltametrin 10%	l	30,78	Gasoil	118,4	5,77
23	Tratamiento fungicida	34,2	T-110 CV	0,6	Atomizador arrastrado	0,6	Tractorista	1	0,6	Captan 80%	kg	68,4	Gasoil	118,4	5,77
24	Riegos mes de agosto	34,2					Peón	1		Agua	m3	12601,33	Electricidad	132,99	
25	Fertilización mes de agosto	34,2								N-32	kg	1250,35	Electricidad	0,9	
										P-52	kg	0	Electricidad	0	
										K-32	kg	311,56	Electricidad	0,9	
26	Riegos mes de septiembre	34,2					Peón	1		Agua	m3	10800,7	Electricidad	114	
27	Fertilización mes de septiembre	34,2								N-32	kg	1250,35	Electricidad	0,9	
										P-52	kg	0	Electricidad	0	
										K-32	kg	311,56	Electricidad	0,9	
28	Siega	34,2	T-110 CV	1,19	Segadora-desbrozadora	1,19	Tractorista	1	1,19				Gasoil	749,66	18,42
29	Podadora mecánica en verde	34,2	T-110 CV	1,02	Podadora mecánica	1,02	Tractorista	1	1,02				Gasoil	342,21	9,81
30	Cosecha	34,2		2	Vendimiadora	2	Tractorista	1	2				Labor contratada		
31	Tratamiento fungicida	34,2	T-110 CV	0,6	Atomizador arrastrado	0,6	Tractorista	1	0,6	Oxicloruro de cobre	kg	13,68	Gasoil	118,4	5,77



**Tabla 39. Satisfacción de las necesidades del Año 4**

Actividades		Sup	Tracción		Maquinaria		Mano de obra			Materias primas			Energía		
Nº	Actividad	ha	Tipo	h/ha	Tipo	h/ha	Tipo	Unidad	h/ha	Nombre	Unidad	Cantidad	Tipo	Cantidad	l/h
1	Poda manual en seco	34,2			Tijera neumática		Peón		0				Gasoil	0	3
2	Siega	34,2	T-110 CV	1,19	Segadora-desbrozadora	1,19	Tractorista	1	1,19				Gasoil	749,66	18,42
3	Tratamiento herbicida	34,2	T-110 CV	0,6	Pulverizador	0,6	Tractorista	1	0,6	Glifosato 36%	l	136,8	Gasoil	118,4	5,77
4	Tratamiento acaricida	34,2	T-110 CV	0,6	Atomizador arrastrado	0,6	Tractorista	1	0,6	Aceite de parafina 83%	l	34,2	Gasoil	118,4	5,77
5	Tratamiento fungicida	34,2	T-110 CV	0,6	Atomizador arrastrado	0,6	Tractorista	1	0,6	Metil-Tiofanato 50%	l	34,2	Gasoil	118,4	5,77
6	Riegos mes de abril	34,2					Peón	1		Agua	m3	5998,68	Electricidad	63,3	
7	Fertilización mes de abril	34,2								N-32	kg	4745,25	Electricidad	0,9	
										P-52	kg	736,67	Electricidad	0,9	
										K-32	kg	2808,5	Electricidad	0,9	
8	Tratamiento herbicida	34,2	T-110 CV	0,6	Pulverizador	0,6	Tractorista	1	0,6	Glifosato 36%	l	136,8	Gasoil	118,4	5,77
9	Siega	34,2	T-110 CV	1,19	Segadora-desbrozadora	1,19	Tractorista	1	1,19				Gasoil	749,66	18,42
10	Tratamiento insecticida	34,2	T-110 CV	0,6	Atomizador arrastrado	0,6	Tractorista	1	0,6	Lambda Cihalotrin 1,5%	l	44,46	Gasoil	118,4	5,77

PROYECTO DE PLANTACIÓN DE 34,2 HA DE ALMENDRO EN SUPERINTENSIVO Y CON RIEGO DEFICITARIO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE GRANJA DE MORERUELA (ZAMORA)  
ANEJO IV. INGENIERÍA DEL PROCESO

11	Tratamiento fungicida	34,2	T-110 CV	0,6	Atomizador arrastrado	0,6	Tractorista	1	0,6	Tebuconazol 25%	kg	17,1	Gasoil	118,4	5,77
12	Riegos mes de mayo	34,2					Peón	1		Agua	m3	12000,78	Electricidad	126,79	
13	Fertilización mes de mayo	34,2								N-32	kg	5931,65	Electricidad	0,9	
										P-52	kg	92	Electricidad	0,9	
										K-32	kg	1604,66	Electricidad	0,9	
14	Tratamiento insecticida	34,2	T-110 CV	0,6	Atomizador arrastrado	0,6	Tractorista	1	0,6				Gasoil	118,4	5,77
15	Siega	34,2	T-110 CV	1,19	Segadora-desbrozadora	1,19	Tractorista	1	1,19				Gasoil	749,66	18,42
16	Tratamiento herbicida	34,2	T-110 CV	0,6	Pulverizador	0,6	Tractorista	1	0,6	Glifosato 36%	l	136,8	Gasoil	118,4	5,77
17	Riegos mes de junio	34,2					Peón	1		Agua	m3	14001,48	Electricidad	147,6	
18	Fertilización mes de junio	34,2								N-32	kg	5931,65	Electricidad	0,9	
										P-52	kg	92	Electricidad	0,9	
										K-32	kg	1604,66	Electricidad	0,9	
19	Podadora mecánica en verde	34,2	T-110 CV	1,02	Podadora mecánica	1,02	Tractorista	1	1,02				Gasoil	342,21	9,81
20	Riegos mes de julio	34,2					Peón	1		Agua	m3	7999,38	Electricidad	84,32	
21	Fertilización mes de julio	34,2								N-32	kg	2372,8	Electricidad	0,9	
										P-52	kg	307,8	Electricidad	0,9	
										K-32	kg	668,27	Electricidad	0,9	

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

PROYECTO DE PLANTACIÓN DE 34,2 HA DE ALMENDRO EN SUPERINTENSIVO Y CON RIEGO DEFICITARIO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE GRANJA DE MORERUELA (ZAMORA)  
ANEJO IV. INGENIERÍA DEL PROCESO

22	Tratamiento insecticida	34,2	T-110 CV	0,6	Atomizador arrastrado	0,6	Tractorista	1	0,6	Deltametrin 10%	l	30,78	Gasoil	118,4	5,77
23	Tratamiento fungicida	34,2	T-110 CV	0,6	Atomizador arrastrado	0,6	Tractorista	1	0,6	Captan 80%	kg	68,4	Gasoil	118,4	5,77
24	Riegos mes de agosto	34,2					Peón	1		Agua	m3	14001,48	Electricidad	147,87	
25	Fertilización mes de agosto	34,2								N-32	kg	2372,8	Electricidad	0,9	
										P-52	kg	307,8	Electricidad	0,9	
										K-32	kg	668,27	Electricidad	0,9	
26	Riegos mes de septiembre	34,2					Peón	1		Agua	m3	12000,78	Electricidad	126,9	
27	Fertilización mes de septiembre	34,2								N-32	kg	2372,8	Electricidad	0,9	
										P-52	kg	307,8	Electricidad	0,9	
										K-32	kg	668,27	Electricidad	0,9	
28	Siega	34,2	T-110 CV	1,19	Segadora-desbrozadora	1,19	Tractorista	1	1,19				Gasoil	749,66	18,42
29	Podadora mecánica en verde	34,2	T-110 CV	1,02	Podadora mecánica	1,02	Tractorista	1	1,02				Gasoil	342,21	9,81
30	Cosecha	34,2		2	Vendimiadora	2	Tractorista	1	2				Labor contratada		
31	Tratamiento fungicida	34,2	T-110 CV	0,6	Atomizador arrastrado	0,6	Tractorista	1	0,6	Oxicloruro de cobre	kg	13,68	Gasoil	118,4	5,77

**Tabla 40. Satisfacción de las necesidades del Año 5 y siguientes**

Actividades		Sup	Tracción		Maquinaria		Mano de obra			Materias primas			Energía		
Nº	Actividad	ha	Tipo	h/ha	Tipo	h/ha	Tipo	Unidad	h/ha	Nombre	Unidad	Cantidad	Tipo	Cantidad	l/h
1	Poda manual en seco	34,2		36	Tijera manual	36	Peón	3	12				Gasoil	102,6	3
2	Siega	34,2	T-110 CV	1,19	Segadora-desbrozadora	1,19	Tractorista	1	1,19				Gasoil	749,66	18,42
3	Tratamiento herbicida	34,2	T-110 CV	0,6	Pulverizador	0,6	Tractorista	1	0,6	Glifosato 36%	l	136,8	Gasoil	118,4	5,77
4	Tratamiento acaricida	34,2	T-110 CV	0,6	Atomizador arrastrado	0,6	Tractorista	1	0,6	Aceite de parafina 83%	l	34,2	Gasoil	118,4	5,77
5	Tratamiento fungicida	34,2	T-110 CV	0,6	Atomizador arrastrado	0,6	Tractorista	1	0,6	Metil-Tiofanato 50%	l	34,2	Gasoil	118,4	5,77
6	Riegos mes de abril	34,2					Peón	1		Agua	m3	5998,68	Electricidad	63,3	
7	Fertilización mes de abril	34,2								N-32	kg	5814	Electricidad	0,9	
										P-52	kg	842	Electricidad	0,9	
										K-32	kg	3452,83	Electricidad	0,9	
8	Tratamiento herbicida	34,2	T-110 CV	0,6	Pulverizador	0,6	Tractorista	1	0,6	Glifosato 36%	l	136,8	Gasoil	118,4	5,77
9	Siega	34,2	T-110 CV	1,19	Segadora-desbrozadora	1,19	Tractorista	1	1,19				Gasoil	749,66	18,42
10	Tratamiento insecticida	34,2	T-110 CV	0,6	Atomizador arrastrado	0,6	Tractorista	1	0,6	Lambda Cihalotrin 1,5%	l	44,46	Gasoil	118,4	5,77

PROYECTO DE PLANTACIÓN DE 34,2 HA DE ALMENDRO EN SUPERINTENSIVO Y CON RIEGO DEFICITARIO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE GRANJA DE MORERUELA (ZAMORA)  
ANEJO IV. INGENIERÍA DEL PROCESO

11	Tratamiento fungicida	34,2	T-110 CV	0,6	Atomizador arrastrado	0,6	Tractorista	1	0,6	Tebuconazol 25%	kg	17,1	Gasoil	118,4	5,77
12	Riegos mes de mayo	34,2					Peón	1		Agua	m3	12000,78	Electricidad	126,79	
13	Fertilización mes de mayo	34,2								N-32	kg	7267,5	Electricidad	0,9	
										P-52	kg	105,34	Electricidad	0,9	
										K-32	kg	1973	Electricidad	0,9	
14	Tratamiento insecticida	34,2	T-110 CV	0,6	Atomizador arrastrado	0,6	Tractorista	1	0,6				Gasoil	118,4	5,77
15	Siega	34,2	T-110 CV	1,19	Segadora-desbrozadora	1,19	Tractorista	1	1,19				Gasoil	749,66	18,42
16	Tratamiento herbicida	34,2	T-110 CV	0,6	Pulverizador	0,6	Tractorista	1	0,6	Glifosato 36%	l	136,8	Gasoil	118,4	5,77
17	Riegos mes de junio	34,2					Peón	1		Agua	m3	14001,48	Electricidad	147,6	
18	Fertilización mes de junio	34,2								N-32	kg	7267,5	Electricidad	0,9	
										P-52	kg	105,34	Electricidad	0,9	
										K-32	kg	1973	Electricidad	0,9	
19	Poda mecánica en verde	34,2	T-110 CV	1,02	Podadora mecánica	1,02	Tractorista	1	1,02				Gasoil	342,21	9,81
20	Riegos mes de julio	34,2					Peón	1		Agua	m3	7999,38	Electricidad	84,32	
21	Fertilización mes de julio	34,2								N-32	kg	2907	Electricidad	0,9	
										P-52	kg	421	Electricidad	0,9	
										K-32	kg	822,17	Electricidad	0,9	

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

PROYECTO DE PLANTACIÓN DE 34,2 HA DE ALMENDRO EN SUPERINTENSIVO Y CON RIEGO DEFICITARIO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE GRANJA DE MORERUELA (ZAMORA)  
ANEJO IV. INGENIERÍA DEL PROCESO

22	Tratamiento insecticida	34,2	T-110 CV	0,6	Atomizador arrastrado	0,6	Tractorista	1	0,6	Deltametrin 10%	l	30,78	Gasoil	118,4	5,77
23	Tratamiento fungicida	34,2	T-110 CV	0,6	Atomizador arrastrado	0,6	Tractorista	1	0,6	Captan 80%	kg	68,4	Gasoil	118,4	5,77
24	Riegos mes de agosto	34,2					Peón	1		Agua	m3	14001,48	Electricidad	147,87	
25	Fertilización mes de agosto	34,2								N-32	kg	2907	Electricidad	0,9	
										P-52	kg	421	Electricidad	0,9	
										K-32	kg	822,17	Electricidad	0,9	
26	Riegos mes de septiembre	34,2					Peón	1		Agua	m3	12000,78	Electricidad	126,9	
27	Fertilización mes de septiembre	34,2								N-32	kg	2907	Electricidad	0,9	
										P-52	kg	421	Electricidad	0,9	
										K-32	kg	822,17	Electricidad	0,9	
28	Siega	34,2	T-110 CV	1,19	Segadora-desbrozadora	1,19	Tractorista	1	1,19				Gasoil	749,66	18,42
29	Poda mecánica en verde	34,2	T-110 CV	1,02	Podadora mecánica	1,02	Tractorista	1	1,02				Gasoil	342,21	9,81
30	Cosecha	34,2		2	Vendimiadora	2	Tractorista	1	2				Labor contratada		
31	Tratamiento fungicida	34,2	T-110 CV	0,6	Atomizador arrastrado	0,6	Tractorista	1	0,6	Oxicloruro de cobre	kg	13,68	Gasoil	118,4	5,77

## **ANEJO V: FICHA URBANÍSTICA**

**TÍTULO DEL PROYECTO:** Proyecto de plantación de 38,9 ha de almendro en regadío en el término municipal de Villaumbrales (Palencia)

**MUNICIPIO:** Villaumbrales (Palencia)

**EMPLAZAMIENTO:** Polígono 600, Parcela 171

**PROMOTOR:** Ignacio Prieto Martínez

**AUTOR DEL PROYECTO:** Ignacio Prieto Tejedor

**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 Villaumbrales, aprobadas por la Comisión Territorial de Urbanismo de Palencia a fecha 21 de noviembre de 2002.

**CALIFICACIÓN DEL SUELO QUE SE VA A OCUPAR:**

DESCRIPCIÓN	EN PLANEAMIENTO	EN PROYECTO	CUMPLIMIENTO
Uso del suelo	Rústico	Rústico	Sí
Uso compatible	Rústico	Rústico	Sí
Coefficiente ocupación	20 %	0,0062 %	Sí
Nº plantas sobre rasante	2	1	Sí
Altura máxima (cubrera)	7 m	3,20 m	Sí
Pendiente máxima de la cubierta	30 <sup>a</sup>	20°	Sí
Vuelo máximo	50 cm	15 cm	Sí
Retranqueo	7 m	7 m	Sí

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.

Declaración que formula, en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 47.1 del Reglamento de disciplina urbanística de 23 de junio de 1978.

En Palencia, junio de 2016

Fdo.: José Rodríguez Fernández

Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural



**ANEJO VI. ESTUDIO  
GEOTÉCNICO**

## ÍNDICE

1. Introducción .....	3
2. Antecedentes.....	3
3. Marco geológico .....	3
4. Sismicidad .....	3
5. Reconocimiento del terreno .....	5
6. Toma de muestras.....	6
7. Ensayos realizados.....	6
8. Estudio descriptivo de los distintos niveles .....	6
9. Carga admisible.....	7
10. Parámetros para la cimentación.....	7
11. Propuesta de cimentación .....	7
12. Conclusiones.....	8

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coeficiente según el terreno .....	4
Tabla 2. Tipo de construcción .....	5
Tabla 3. Grupo de terreno.....	5
Tabla 4. Distancias máximas entre puntos de reconocimiento.....	5
Tabla 5. Parámetros geotécnicos.....	7

## 1. Introducción

El objeto del estudio geológico es determinar las características litológicas y físico-mecánicas del subsuelo para obtener los parámetros geotécnicos necesarios para el correcto diseño de la cimentación de las infraestructuras de este proyecto.

La única infraestructura que se va a realizar va a ser 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 realizado un estudio visual de las distintas construcciones cercanas a la ubicación del proyecto y no se han observado problemas de grietas ni desplazamientos de las mismas.

## 3. Marco geológico

Como bien se ha explicado en el análisis edafológico, las parcelas en las que se va a localizar el proyecto están ubicadas en la hoja 340 del Mapa Geológico de España. Los materiales que aparecen principalmente en esta hoja son terciarios y cuaternarios y cubren discordantemente a otros materiales paleozoicos que forman el basamento de la cuenca.

Concretamente, en la parcela donde se pretende ubicar el proyecto, aparecen predominantemente materiales del Neógeno inferior, constituidos principalmente por conglomerados cuarcíticos rojos, arenas, limos y arcillas. También aparecen afloramientos del paleógeno inferior compuestos por conglomerados y areniscas silíceas.

## 4. Sismicidad

Se han analizado globalmente las características sísmicas de la zona, siguiendo las especificaciones dadas en la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02), según lo establecido en el Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre (B.O.E. nº 244 de 11 de octubre de 2002). Esta norma es de aplicación al proyecto, construcción y conservación de edificaciones de nueva planta.

No es aplicable para:

- Construcciones de importancia moderada.
- Edificaciones de importancia normal o especial, cuando la aceleración sísmica básica sea inferior a 0,04g.

En las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas direcciones cuando la aceleración sísmica básica  $a_b$  sea inferior a 0,08. No obstante, la Norma será de aplicación en los edificios de más de siete plantas si la aceleración sísmica de cálculo  $a_c$  es igual o mayor a 0,08g.

La aceleración sísmica de cálculo  $a_c$  se define como el producto:

$$A_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

Donde,

- $\rho$ : coeficiente adimensional de riesgo, función de la probabilidad aceptable de que se exceda  $a_c$  en el período de vida para el que se proyecta la construcción. Toma los siguientes valores:
  - o Para construcciones de importancia normal:  $\rho = 1,0$ .
  - o Para construcciones de importancia especial:  $\rho = 1,3$ .
- $S$ : coeficiente de amplificación del terreno, cuyo valor viene indicado en la referida Norma.  $1,25 \leq S \leq 2,0$  para  $\rho \cdot a_b \leq 0,1 \text{ g}$
- $C$ : (coeficiente de terreno), depende de las características de cimentación.

**Tabla 1. Coeficiente según el terreno**

Tipo de terreno	Características	Coeficiente C
I	Roca compacta o similar	1,0
II	Roca muy fracturada, cohesivos duros	1,3
III	Compacidad media, cohesivos firme	1,6
IV	Compacidad baja, cohesivo blando	2,0

Para obtener el valor del Coeficiente C de cálculo se determinarán los espesores  $e_1$ ,  $e_2$ ,  $e_3$  y  $e_4$  de terrenos de los tipos I, II, III y IV respectivamente, existentes en los 30 primeros metros bajo la superficie.

Se adoptará como valor de C, el obtenido en la siguiente expresión:

$$C = \frac{\sum C_i \cdot e_i}{30}$$

En el caso que nos ocupa la aceleración sísmica básica  $a_b < 0,04 \text{ g}$ , siendo  $g$  la aceleración de la gravedad, y el coeficiente de contribución  $K_v=1$ .

Según la clasificación de las construcciones dada por la citada Norma, el tipo de construcción en proyecto se calificaría como de Normal Importancia (aquellas construcciones cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos).

Por lo tanto, según la NCSR-02, no es obligatoria la aplicación de medidas correctoras de las acciones sísmicas para la construcción que nos ocupa

## 5. 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 2. Tipo de construcción**

Tipo de construcción	Descripción
C-0	Construcciones de menos de 4 plantas y superficie construida inferior a 300 m <sup>2</sup>
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 m<sup>2</sup>”.

En cuanto al tipo de terreno, se toma en consideración la Tabla 3, que describe los diferentes tipos de terrenos según su variabilidad y dificultad para el establecimiento de cimentaciones sencillas.

**Tabla 3. Grupo de terreno**

Grupo de 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 4.

**Tabla 4. 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.

## **6. Toma de muestras**

Las muestras tomadas se recogieron de tres calicatas de 2 metros de profundidad de diferentes zonas de la parcela durante el mes de agosto de 2017.

De cada calicata se tomó una muestra que fueron analizadas en el laboratorio Agrario de la Junta de Castilla y León en Valladolid.

## **7. Ensayos realizados**

Se ha realizado un estudio descriptivo de los distintos niveles de la calicata por niveles de profundidad en función de la granulometría de cada nivel.

En las muestras recogidas se realizaron los siguientes análisis:

- Análisis granulométrico: realizado según las normas NLT-104/91.
- Límites de Atterberg: según NLT- 105 y 106
- Proctor modificado: según NLT – 108
- CBR: según NLT – 111
- Contenido en materia orgánica: según NLT – 103
- Contenido en sales solubles: según NLT-114
- Contenido en yesos: según norma NLT – 115.

## **8. Estudio descriptivo de los distintos niveles**

En la calicata de 2 m se distinguieron dos niveles.

- Estudio del nivel 1 – Rellenos

En las tres calicatas se ha distinguido una capa inicial de 15 cm en la que no se descarta la existencia de rellenos antrópicos en algún punto, por lo que se recomienda el seguimiento de los trabajos con el objeto de su total eliminación y el apoyo y empotramiento de la cimentación en el terreno natural que se describe a continuación.

- Estudio del nivel 2 - Gravas silíceas

Adyacente al nivel anterior se ha detectado este segundo nivel a partir de una profundidad aproximada de 0,1 – 0,2 m aproximadamente, presentando un espesor hasta el final de la calicata realizada de 2 m.

Se trata de gravas silíceas de formas subredondeadas a subangulosas y de tamaño medio de 2 – 3 cm, siendo el máximo observado de hasta 5 cm. En ningún caso, a partir de los dos metros de profundidad se ha llegado al nivel freático.

## 9. 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/cm<sup>2</sup>.

## 10. 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 5

Tabla 5. Parámetros geotécnicos

Parámetro	Valor
Profundidad	0 – 2 m
Densidad aparente	$\bar{\rho} = 1,90 - 2,00 \text{ t/m}^3$
Densidad sumergida	$\bar{\rho} = 1,10 - 1,12 \text{ t/m}^3$
Ángulo de rozamiento interno	$\phi = 33 - 38^\circ$
Cohesión	NC
Presión admisible	1,96 – 2,00 kp/cm <sup>3</sup>
Asiento máximo admisible	2,5 mm
Asiento diferencial máximo	1,5 mm
Coefficiente de balastro	10.000 t/m <sup>3</sup>

## 11. 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/cm<sup>2</sup>.

Si la cimentación se apoya a una cota inferior a 1,50 m, la tensión de cálculo puede elevarse a 2,20 kp/cm<sup>2</sup>.

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  $1,96 \text{ kp/cm}^2$ .

## **12. 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.

En Palencia, junio de 2018

Fdo: José Rodríguez Fernández

Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural



# **ANEJO VII. INGENIERÍA DE LAS OBRAS**

## ÍNDICE

1. Caseta de riego .....	4
1.1. Necesidades.....	4
1.2. Diseño .....	4
1.3. Cálculo de la cubierta .....	4
1.4. Materiales.....	9
2. Instalación del riego.....	10
2.1. Introducción.....	10
2.2. Materiales.....	10
2.3. Características del gotero.....	11
2.4. Dimensionamiento de la instalación de riego.....	11
2.4.1. Diseño de las subunidades de riego.....	11
2.4.2. Ramales portagoteros .....	12
2.4.3. Tuberías secundarias .....	14
2.4.4. Tubería principal.....	16
2.4.5. Resumen de necesidades de tuberías.....	18
2.1. Diseño del cabezal de riego.....	18
2.1.1. Datos iniciales .....	18
2.1.2. Dispositivos de filtrado.....	19
2.1.2.1. Filtro de arena.....	19
2.1.2.2. Filtros de malla.....	20
2.1.3. Equipo de fertirrigación.....	21
2.1.4. Automatización del sistema de riego .....	22
2.2. Dimensionamiento de la instalación de bombeo .....	22
2.2.1. Cálculo de las necesidades de la bomba.....	22
2.2.1.1. Altura manométrica .....	22
2.2.1.2. Potencia necesaria.....	23
2.2.2. Tubería de aspiración y conexión con la toma de agua .....	23
2.3. Valvulería y accesorios.....	23
3. Instalación eléctrica .....	25
3.1. Legislación aplicable.....	25
3.2. Descripción general de la instalación.....	25
3.3. Necesidades de potencia.....	26
3.3.1. Alumbrado .....	26

3.3.1.1.	Iluminación artificial.....	26
3.3.2.	Fuerza .....	29
3.3.3.	Potencia total.....	30
3.4.	Criterios de cálculo .....	30
3.5.	Cálculo de la instalación .....	32
3.5.1.	Cálculo del circuito de la bomba .....	32
3.5.2.	Cálculo del circuito de fuerza.....	33
3.5.3.	Cálculo del circuito de alumbrado .....	33
3.5.4.	Cálculo de la derivación individual .....	34
3.5.5.	Cálculo de la línea general de alimentación.....	35
3.5.6.	Toma de tierra .....	36
3.5.7.	Transformador .....	37
3.6.	Mejora del factor de potencia.....	38
3.7.	Intensidades de cortocircuito .....	39
3.7.1.	Intensidad de cortocircuito de media tensión .....	39
3.7.2.	Intensidad de cortocircuito de baja tensión .....	39
3.8.	Caja de protección y medida .....	41
3.9.	Cuadro general de mando y protección .....	41
4.	Trazado de caminos .....	42

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Características del emisor seleccionado .....	11
Tabla 2.	Resumen de necesidades de tuberías .....	18

## 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.

En su interior se van a instalar cinco depósitos: tres de 1000 L de capacidad y los otros dos, de 500 l. Se estima que cada uno ocupe una superficie de 1 m<sup>2</sup>.

Serán necesarios, aproximadamente, 25 m<sup>2</sup> para albergar la maquinaria de riego y los depósitos. Para facilitar la maniobrabilidad, es conveniente mayorar el espacio interior.

### 1.2. Diseño

El diseño de la caseta de riego va a ser el siguiente:

- Dimensiones exteriores: 7,40 m × 5,40 m
- Dimensiones interiores: 7,0 m × 5,0 m
- Cubierta a un agua con inclinación lateral del 14 %
- Pendiente 14%
- Altura lateral superior: 3,20 m
- Altura lateral inferior: 2,20 m.

### 1.3. Cálculo de la cubierta

La idea inicial para la construcción de la cubierta es colocar, perpendicularmente al lado más largo y, por tanto, perpendiculares a la línea de máxima pendiente, 4 correas IPE 120 S-275 de 5 m de longitud. De esta manera, sabiendo que la longitud de la caseta son 7 m, irán separadas a 1,75 m entre sí. Sobre dichas correas, se va a colocar un panel de chapa sándwich de 0,30 kN/m<sup>2</sup>.

El ángulo de pendiente de la cubierta,  $\alpha$ , será de 8,13°, ya que:

$$\alpha = \arctan \frac{1}{7} = 8,13^\circ$$

Para la comprobación de que este tipo de correa va a ser la más indicada para la construcción de la cubierta, deberemos calcular todas las fuerzas que van a actuar sobre la misma. Estas fuerzas van a ser el viento, la nieve y la sobrecarga de uso.

De aquí en adelante, todas las tablas que se citan durante el procedimiento del cálculo vienen detalladas en el Documento Básico SE-AE Acciones en la edificación del CTE.

- Viento

Según el CTE- Documento Básico SE-AE Acciones en la edificación-, La acción de viento, es una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática ( $q_e$ ), puede expresarse como:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p = 0,42 \times 2,1 \times 0,7 = 0,62 \text{ kN/m}^2$$

Siendo:

- $q_b$ : la presión dinámica del viento. De forma simplificada, como valor en cualquier punto del territorio español, puede adoptarse  $0,5 \text{ kN/m}^2$ . Pueden obtenerse valores más precisos mediante el anejo D, en función del emplazamiento geográfico de la obra. La zona de ubicación del proyecto está ubicada en la zona A, por lo que toma un valor de  $0,42$ .
- $c_e$ : el coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción. Se determina de acuerdo con lo establecido en 3.3.3. En edificios urbanos de hasta 8 plantas puede tomarse un valor constante, independiente de la altura, de  $2,0$ . En este caso, se trata de un terreno rural plano (II) con una altura  $< 3 \text{ m}$ , por lo que toma el valor de  $2,1$ .
- $c_p$ : el coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie; un valor negativo indica succión. Su valor se establece en la tabla 3.3.4. del Documento Básico SE-AE Acciones en la edificación. En este caso toma un valor de  $0,7$ .

- Nieve

Según el Documento Básico SE-AE Acciones en la edificación, el cálculo del valor de carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal,  $q_n$ , debe realizarse según la siguiente ecuación:

$$q_n = \mu \cdot s_k = 1 \times 0,7 = 0,7 \text{ kN/m}^2$$

Siendo:

- $\mu$ : coeficiente de forma de la cubierta según 3.5.3. En este caso, debido a que  $\alpha < 1$ ,  $\mu = 1$ .
- $s_k$ : el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal según 3.5.2. Para la provincia de Zamora toma un valor de  $s_k = 0,7$ .

- Sobrecarga de uso o mantenimiento

Según el Documento Básico SE-AE Acciones en la edificación, los efectos de la sobrecarga de uso pueden simularse por la aplicación de una carga distribuida uniformemente. De acuerdo con el uso que sea fundamental en cada zona del mismo, como valores característicos se adoptarán los de la Tabla 3.1. En este caso, se corresponde con el apartado G1- Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado), por lo que la carga uniforme toma un valor de 0,4 kN/m<sup>2</sup>.

- Suma total de acciones

Para el cálculo de las acciones, se deberá hacer en función del caso más desfavorable, que será aquel caso en el que se dan todas las acciones de manera simultánea, tanto las permanentes, debidas al propio peso de la correa y el sándwich, como a las variables debidas al viento, la nieve y a la sobrecarga de uso o mantenimiento.

- Acciones permanentes

$$\text{Peso sándwich} = 0,30 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \times 1,75 \text{ m} = 0,53 \text{ kN/m}$$

$$\text{Peso correa} = 0,10 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

- Acciones variables

$$\text{Viento} = 0,62 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \times 1,75 \text{ m} = 1,09 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{Nieve} = 0,70 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \times 1,75 \text{ m} \times \cos 8,13^\circ = 1,21 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

- $\Sigma$  (Acciones permanentes + acciones variables)

$$\Sigma = 0,53 + 0,10 + 1,09 + 1,21 + (1,75 \text{ m} \times 0,4 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}) = 3,62 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

- Cálculo de los momentos flectores de las correas

El momento flector es la suma algebraica de los momentos producidos por todas las fuerzas externas a un mismo lado de la sección respecto a un punto de dicha sección, por lo que deberá ser calculado para dimensionar la viga que va a hacer falta para esta situación. Para ello, se descomponen los momentos flectores, según el eje z y el eje y. La fórmula para el cálculo de los momentos es la siguiente:

$$M = k \times q \times l^2$$

Siendo:

- M: Momento flector, según el eje que se pretenda calcular. Para ello hay que descomponer las fuerzas que actúan sobre ambos ejes (y-z):
- q: carga que actúa sobre la viga. Para ello hay que descomponer la fuerza para cada eje. De esta manera, en el caso de  $q_y$  coincidirá con el cálculo de acciones anterior y toma el valor de 3,62 kN/m. Sin embargo la componente z, será la suma de la carga z de nieve + carga z de mantenimiento, siendo:

$$qz = (0,7 \times 1,75 \times \text{sen } 8,13^\circ) + (0,4 \times 1,75 \times \text{sen } 8,13^\circ) = 0,27 \frac{kN}{m}$$

- k: coeficiente tabulado en el CTE. En este caso, puesto que se trata de una construcción de 1 vano,  $k = 0,125$
- l: longitud de la viga. En este caso, 5 m.

Sustituyendo:

$$M_y = 0,125 \times (-3,62) \times 5^2 = -11,31 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_z = 0,125 \times 0,27 \times \left(\frac{5}{1}\right)^2 = 0,84 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

#### - Cálculo de los esfuerzos cortantes de las correas

El esfuerzo cortante es el esfuerzo interno o resultante de las tensiones paralelas a la sección transversal de un prisma mecánico. No cabe esperar que el esfuerzo cortante sobre las correas limite el uso de las mismas, ya que el tamaño, número o tipo de correas, lo marcará el cálculo de los momentos flectores máximos y/o a flecha máxima o deformación máxima. No obstante, conviene calcularlo. Al igual que en el cálculo de los momentos, las fuerzas deben descomponerse según los ejes y-z. La fórmula para el cálculo de los esfuerzos cortantes es la siguiente:

$$Q = k \times q \times l + \frac{M}{l}$$

Siendo:

- Q: Esfuerzo cortante, según el eje que se pretenda calcular.
- k: coeficiente tabulado en el CTE. En este caso, puesto que se trata de 1 vano, toma el valor de  $k=0,5$
- q: carga que actúa sobre la viga, descomponiendo la fuerza según el eje y ó z.
- l: longitud de la viga
- M: momento flector máximo según la componente del eje.

Sustituyendo:

$$Q_z = 0,50 \times (-3,62) \times 5 + \left(-\frac{11,31}{5}\right) = -11,31 \text{ kN}$$

$$Q_y = 0,50 \times 0,27 \times 5 + \left(\frac{0,84}{5}\right) = 0,84 \text{ kN}$$

El esfuerzo de cortante máximo para una viga IPE 120 S-275 es de 95,2 kN. En este caso, como  $Q_z$  y  $Q_y$  son menores que  $95,2 \times 0,5$ , se puede despreciar la reducción del momento plástico resistido por la sección debida al esfuerzo cortante.

- Comprobación de si la viga IPE 120 S-275 cumple con los momentos flectores máximos y/o con la flecha máxima.
  - o Comprobación a momento flector

Para que cumpla esta condición se debe respetar la siguiente premisa:

$$\frac{M_y E d}{M_{ply}} + \frac{M_z E d}{M_{plz}} \leq 1$$

En este caso,  $-\frac{10,83}{15,92} + \frac{0,84}{3,56} = 0,92 < 1 \rightarrow$  Cumple a momento flector.

- o Comprobación a flecha máxima

Debido a que todas las cargas no van a actuar de manera simultánea, se decide aplicar un factor de 0,75.

La deformación máxima admisible,  $\bar{\delta}_{m\acute{a}x}$ , debe cumplir la siguiente ecuación:

$$\delta_{m\acute{a}x} = \frac{l}{200} = \frac{500}{200} = 2,5$$

Para el cálculo de la deformación de la viga se aplica la siguiente fórmula:

$$\delta = \frac{k \times q \times f \times l^4}{I}$$

Siendo:

- o k: factor tabulado en el CTE, que para este caso, debido a que la edificación cuenta con 1 vano, toma un valor de 0,62
- o q: carga total sobre el eje z
- o f: factor de simultaneidad. En este caso, se ha considerado un valor de 0,75
- o l: longitud de la viga
- o I: Momento de inercia de la vigas considerada.

Sustituyendo:  $\delta = \frac{0,62 \times (-3,62) \times 0,75 \times 5^4}{318} = 3,31 \text{ cm} > 2,5 \rightarrow$  No cumple a deformación máxima.



Por tanto, al no cumplir la deformación a flecha, hay que tomar alguna medida en el diseño de la cubierta. Para solventar esta situación hay varias alternativas:

- Aumentar el número de correas, reduciendo así la distancia entre ellas.
  - Establecer un apoyo en el punto medio de la viga para reducir el valor de la flecha.
  - Aumentar el tamaño del perfil, pasando, por ejemplo a un IPE 140 S-275.
  - Cambiar el tipo de perfil, como por ejemplo un perfil conformado Z 120 S-275.
- En este caso, se decide esta opción.

#### Comprobación con el perfil conformado Z 120 S-275 de 2,5 mm

Evidentemente, los valores de las acciones variables, permanecerán constantes. Sin embargo, la fuerza debida al peso de las correas, en este caso, varía, ya que se trata de un perfil más ligero que el del caso anterior, teniendo un peso de 0,05 kN/m.

Por tanto, la  $\sum$  total de las acciones será de 3,57 kN/m.

- o Cálculo de los momentos flectores

$$M_y = 0,125 \times (-3,57) \times 5^2 = -11,14 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_z = 0,125 \times 0,27 \times \left(\frac{5}{1}\right)^2 = 0,84 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\frac{M_y Ed}{M_{ply}} + \frac{M_z Ed}{M_{plz}} = \frac{11,16}{15,92} + \frac{0,84}{3,56} = 0,94 < 1$$

$$\delta = \frac{0,62 \times 3,57 \times 0,75 \times 5^4}{493} = 2,1 < 2,5$$

En este caso, vemos que la viga de acero conformado Z 120 S-275 de 2,5 mm de espesor, cumple con las premisas de momento flector ( $0,94 < 1$ ) y de flecha máxima ( $2,1 < 2,5$ ). Por lo tanto, se decide colocar este tipo de correas para la cubierta de la caseta.

## 1.4. Materiales

La cimentación va a consistir en una losa de hormigón HA-25/P/20/I con 100 kg/m<sup>3</sup> de acero B-500-S, con unas dimensiones de 8,00 x 6,00 x 0,20 m. Se construirá sobre un encachado de piedra de 20 cm de grosor.

La cubierta va a constar de panel sándwich aislante de acero de 35 mm de espesor, formado por doble cara metálica de chapa estándar de acero de 0,5 mm de espesor, acabado prelacado color rojo teja, y alma aislante de espuma de poliuretano de densidad media 40 kg/m<sup>3</sup>. El panel irá colocado sobre 4 correas de perfil de acero conformado Z 120 S-275 de 2,5 mm de espesor, apoyadas directamente sobre los

muros de mayor longitud. El panel tendrá un vuelo de 20 cm sobre la fachada lateral, para evitar que el agua caiga sobre la misma pared.

Por su parte, el cerramiento de la caseta se realizará con bloques huecos de hormigón gris estándar de dimensiones 40 x 20 x 20 cm.

La puerta será corredera, de una sola hoja, de chapa de acero tipo "Pegaso" de 1,5 mm de espesor, y con unas dimensiones de 1,90 metros de altura y 1,50 metros de anchura. Se pondrán también dos ventanas correderas de aluminio, de dos hojas, con unas dimensiones de 1,75 m x 1,00 m cada una, y vidrio incoloro de 5 mm de espesor. Irá colocada sobre la cara norte de la caseta.

## **2. Instalación del 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 superintensivas.

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 20 l/s 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 cuatro sectores de riego, con las tuberías terciarias orientadas en dirección Norte-Sur. 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, sobre todo las de mayor sección. 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 rellenará la zanja con tierra de la excavación.

### 2.3. Características del gotero

En el Anejo IV. Ingeniería del proceso se concluye que se colocará un ramal portagoteros por cada fila de árboles. Los goteros de cada ramal irán situados a una separación de 0,50 m entre ellos.

Se van a emplear goteros autocompensantes integrados de 2,00 l/h. Las características de los emisores se pueden observar en la Tabla 1.

**Tabla 1. Características del emisor seleccionado**

<b>Característica</b>	<b>Abreviatura</b>	<b>Valor</b>
Caudal nominal	q	2 l/h
Rango de presiones de trabajo	p	10 m.c.a. – 20 m.c.a.
Coefficiente de variación de fabricación	CV	0,03

### 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.

Las variaciones de presión producidas aguas arriba se controlan por el regulador de presión. Aguas abajo, las variaciones en la presión se producen por el desnivel del terreno y por las pérdidas de carga que producen las tuberías y los elementos singulares situados en éstas.

La parcela objeto del proyecto se va a dividir en 4 subunidades 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

Dadas las características de la plantación, todos los ramales serán iguales abasteciendo un cuarto de parcela, es decir con una longitud de 190,5 m, de polietileno de baja densidad, con un diámetro exterior de 20 mm, correspondiéndole un diámetro interior de 18 mm.

El objetivo principal del cálculo de los ramales portagoteros es lograr que todos emisores aporten la misma cantidad de agua. Para alcanzar este objetivo son necesarias dos condiciones de diseño:

- Que los emisores sean de buena calidad, para que no haya diferencias significativas en sus caudales debidas a una incorrecta fabricación.
- 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 18 m.c.a. y una variación máxima de 8 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:

$$hr \text{ admisible} = 0,55 \cdot dH = 0,55 \cdot 8,00 \text{ m.c.a.} = 4,40 \text{ m.c.a.}$$

Donde:

- $hr$  admisible: pérdidas de carga máximas admisibles en el ramal portagoteros.
- $dH$ : variación máxima de la presión, determinada anteriormente.

Las pérdidas de carga que se producen en el ramal portagoteros deben ser, como máximo, iguales al valor antes calculado. Las pérdidas de carga se determinan mediante la siguiente fórmula:

$$hr = J \cdot F \cdot Le$$

Donde:

- $hr$ : pérdidas de carga en el ramal portagoteros, en m.c.a.
- $J$ : pérdidas de carga unitarias, en m.c.a./m.
- $F$ : factor de Christiansen.
- $Le$ : longitud equivalente del ramal, en m.

A continuación se muestra el proceso de cálculo general aplicado al ramal portagoteros, con una longitud de 190 m.

El factor de Christiansen se halla tabulado: para  $l_0 = 1$ ,  $\beta = 1,75$  y  $n = 380$ ,  $F$  toma el valor de 0,364.

Para el cálculo de la longitud equivalente ( $L_e$ ), y utilizando el tipo de tubería descrito (Polietileno baja densidad con diámetro interior de 18 mm), se utiliza la siguiente fórmula:

$$L_e = L + (L \times L'e) = 190,5 + (190,5 \times 0,085) = 206,69$$

Donde:

- $L$ : longitud del ramal portagoteros
- $L'e = 18,91 / d^{1,87} = 18,91 / (18)^{1,87} = 0,085$
- $L_e$ : Longitud equivalente

Para los ramales portagoteros se emplearán tuberías de polietileno de baja densidad de 20 mm de diámetro exterior y 18 mm de diámetro interior, que trabajarán a una presión de 30 m.c.a. Para cada ramal, de 190 m y 380 emisores, el caudal total es de 0,760 m<sup>3</sup>/h o, 2,1 x 10<sup>-4</sup> m<sup>3</sup>/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:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2} = \frac{4 \times 2,1 \times 10^{-4}}{\pi \times 0,018^2} = 0,83 \text{ m/s}$$

Donde:

- $Q$ : caudal que circula por la tubería, en m<sup>3</sup>/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<sup>2</sup>.
- $D$ : diámetro interior de la tubería, en m.

La velocidad del agua dentro de la tubería es de 0,83 m/s. Una vez calculado, se procede a determinar el número de Reynolds, mediante la siguiente fórmula:

$$Re = \frac{v * D}{\vartheta} = \frac{0,83 \times 0,018}{1,007 \times 10^{-6}} = 14836,15 > 4000 \Rightarrow \text{Régimen turbulento liso}$$

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.
- $\vartheta$ : coeficiente de viscosidad cinemática del agua a 20 °C (1,007·10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s).

Según el régimen que tengamos, ya sea turbulento liso, o turbulento intermedio y rugoso, utilizaremos la fórmula de Blasius:

- R. Turbulento liso: 4000–100000 Reynolds:

$$\circ J = 0,473 \times d^{-4,75} \times q^{1,75}$$

Sustituyendo:

$$J = 0,473 \times d^{-4,75} \times q^{1,75} = 0,473 \times 18^{-4,75} \times 760^{1,75} = 0,057 \text{ m.c.a./m tubería}$$

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:

$$h_r = J \cdot F \cdot L_e = 0,057 \frac{\text{m.c.a.}}{\text{m}} \cdot 0,364 \cdot 206,69 \text{ m} = 4,29 \text{ m.c.a.}$$

Se debe cumplir que  $h_r \leq h_{r \text{ admisible}}$ . Dado que  $4,29 < 4,40$ , se verifica la condición de economía de la instalación.

### 2.4.3. Tuberías secundarias

Las tuberías secundarias son las encargadas de transportar el agua desde la tubería principal hasta los ramales portagoteros. Se emplearán tuberías de PVC y presión de trabajo de 60 m.c.a., que irán enterradas a una profundidad de 1,00 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 secundarias deben ser el 45 % de la máxima variación de presión admisible dH. Por tanto, se tiene que:

$$h_r \text{ admisible} = 0,45 \cdot dH = 0,45 \cdot 8,00 \text{ m.c.a.} = 3,60 \text{ m.c.a.}$$

A continuación se muestra el cálculo de cada secundaria, que es la que abastece a los ramales portagoteros de cada subunidad, transportando cada una Q/4. El caudal de dicha tubería es de 79,8 m<sup>3</sup>/h (equivalente a  $2,2 \times 10^{-2}$  m<sup>3</sup>/s), y porta 105 laterales. La longitud de dicha secundaria es de 425 m.

Para el dimensionamiento de las tuberías secundarias 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:

$$D = \sqrt{0,236 \cdot Q} = \sqrt{0,236 \cdot 79800} = 137,23 \text{ mm}$$

Donde:

- D: diámetro óptimo de la tubería secundaria, en mm.
- Q: caudal que circula por la tubería, en l/h.

El diámetro de la tubería debe ser, al menos, de 137,23 mm. Se debe adoptar una solución normalizada, por lo que se elige la tubería de 160 mm de diámetro exterior y 152 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:

$$h_{r \text{ terciarias}} = J \cdot F \cdot L_e$$

Donde:

- $h_{r \text{ terciarias}}$ : pérdidas de carga en las secundarias, en m.c.a.
- J: pérdidas de carga unitarias, en m.c.a./m.
- F: factor de Christiansen.
- $L_e$ : longitud equivalente de la terciaria, en m.

El factor de Christiansen se halla tabulado: para  $l_0 = 1$ ,  $\beta = 1,80$  y  $n = 105$ , F toma el valor de 0,362.

Para el cálculo de la longitud equivalente ( $L_e$ ), y utilizando el tipo de tubería descrito (PVC con diámetro interior de 152 mm), se utiliza la siguiente fórmula:

$$L_e = L + (L \times L'e) = 425 + (425 \times 0,08) = 459 \text{ m}$$

Donde:

- L: longitud del ramal portagoteros
- L'e : Para tuberías de este tipo se estima en el 8% de la longitud real
- $L_e$ : Longitud equivalente

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:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2} = \frac{4 \times 0,022}{\pi \times 0,152^2} = 1,21 \text{ m/s}$$

Donde:

- Q: caudal que circula por la tubería, en m<sup>3</sup>/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<sup>2</sup>.
- D: diámetro interior de la tubería en m.

La velocidad del agua dentro de la tubería es de 1,21 m/s. Una vez calculado, se procede a determinar el número de Reynolds, mediante la siguiente fórmula:

$$Re = \frac{v \times D}{\vartheta} = \frac{1,21 \times 0,152}{1,007 \times 10^{-6}} = 182641,15$$

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.
- $\vartheta$ : coeficiente de viscosidad cinemática del agua a 20 °C (1,007·10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s).

Para números de Reynolds comprendidos entre 40000 y 10<sup>7</sup>, 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:

$$J = \left( \frac{0,00092}{D^{4,8}} \right) \times Q^{1,8} = \left( \frac{0,00092}{0,152^{4,8}} \right) \times 0,022^{1,8} = 0,0081 \text{ m. c. a./m}$$

Donde:

- J: pérdidas de carga unitarias, en m.c.a./m.
- Q: caudal que circula por la tubería, en m<sup>3</sup>/s.
- D: diámetro interior de la tubería, en mm.

Una vez determinados los parámetros anteriores se calculan las pérdidas de carga totales:

$$hr = J \cdot F \cdot Le = 0,0081 \frac{\text{m. c. a.}}{\text{m}} \cdot 0,362 \cdot 459 \text{ m} = 1,35 \text{ m. c. a.}$$

Se debe cumplir que  $h_r \leq h_{r \text{ admisible}}$ . Dado que 1,35 < 3,60, se verifica la condición de economía de la instalación.

#### 2.4.4. Tubería principal

La tubería principal transporta el agua desde el final del cabezal de riego hasta cada una de las tuberías 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 dos tramos, por lo que cada tubería principal transportará Q/2. La longitud de dicha tubería es de 200 m.

A continuación se expone el cálculo de ambos tramos de la tubería principal, que son idénticos, abasteciendo cada tramo a cada 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:

$$D = \sqrt{0,236 \cdot Q} = \sqrt{0,236 \cdot 159600} = 194,08 \text{ mm}$$

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 194,08 mm. Se debe adoptar una solución normalizada, por lo que se elige la tubería de 250 mm de diámetro exterior y 240 mm de diámetro interior.

Las pérdidas de carga que se producen en la tubería principal se determinan mediante la siguiente fórmula:

$$hr \text{ principal} = J \cdot L \cdot a$$

Donde:

- 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:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2} = \frac{4 \times 0,044}{\pi \times 0,216^2} = 1,20 \frac{m}{s}$$

Donde:

- Q: caudal que circula por la tubería, en m<sup>3</sup>/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<sup>2</sup>.
- D: diámetro interior de la tubería en m.

La velocidad del agua dentro de la tubería es de 1,20 m/s. Una vez calculado, se procede a determinar el número de Reynolds, mediante la siguiente fórmula:

$$Re = \frac{v \times D}{\vartheta} = \frac{1,20 \times 0,216}{1,007 \times 10^{-6}} = 257398,2$$

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:

$$J = \left( \frac{0,00092}{D^{4,8}} \right) \times Q^{1,8} = \left( \frac{0,00092}{0,216^{4,8}} \right) \times 0,044^{1,8} = 0,0052 \frac{m.c.a.}{m}$$

Donde:

- J: pérdidas de carga unitarias, en m.c.a./m.
- Q: caudal que circula por la tubería, en m<sup>3</sup>/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.

$$h_r = J \cdot L \cdot a = 0,01119 \frac{m.c.a.}{m} \cdot 200 m \cdot 1,15 = 2,57 m.c.a.$$

Se debe cumplir que  $h_r \leq h_{r \text{ admisible}}$ . Dado que  $2,57 < 3,60$ , se verifica la condición de economía de la instalación.

## 2.4.5. Resumen de necesidades de tuberías

Tabla 2. Resumen de necesidades de tuberías

Uso	Material	Ø exterior (mm)	Ø interior (mm)	Presión nominal (m.c.a.)	Longitud total necesaria (m)
Tuberías portagoteros	PEBD	20	18	18	80.010
Tuberías terciarias	PVC	160	152	60	1.700
Tuberías principales	PVC	250	240	60	400

## 2.1. Diseño del cabezal de riego

### 2.1.1. 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, regándose la subunidad 1 y 2 al mismo tiempo y la 3 y 4 de otra vez. Por tanto, se debe considerar que el caudal que va a circular por el cabezal de riego coincide con el caudal de la mitad de la parcela, es decir, será  $Q/2$ . El caudal que va a pasar por las tuberías principales va a ser de  $0,044 \text{ m}^3/\text{s}$ , mayorándose en un 12 % para posibles fugas, es decir, de  $0,05 \text{ m}^3/\text{s}$

La presión que debe tener el agua debe ser tal que compense las pérdidas de carga máximas de la instalación, que se producen en cada tubería hasta el último ramal portagoteros, con 8,21 m.c.a (4,29 m.c.a. + 1,35 m.c.a. + 2,57 m.c.a.). de pérdida de carga. Por tanto, para que la presión en el último gotero del último ramal sea de 18 m.c.a., la presión a la salida del cabezal de riego debe ser, al menos, de 26,21 m.c.a.

### 2.1.2. 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.

#### 2.1.2.1. Filtro de arena

Los filtros de arena, siendo la sílicea la más utilizada, consisten en tanques metálicos o de poliéster que contienen una capa de arena en su interior de un espesor superior a los 50 cm.

El agua entra al filtro por la tubuladura superior que se prolonga por el interior del tanque hasta terminar en un deflector que hace que el chorro de agua no incida directamente sobre la capa de arena y la remueva.

La salida del agua ya filtrada se realiza por la tubuladura inferior del tanque. Dicha tubería se prolonga por el interior del tanque en unos colectores perforados y protegidos por una especie de malla que evita que el flujo de agua en su salida arrastre la arena hacia afuera.

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 m<sup>3</sup>/h por m<sup>2</sup> de superficie filtrante.

Para su cálculo se aplica la siguiente fórmula, que relaciona el caudal que va a pasar por el filtro con la velocidad máxima que puede tomar el agua. De esta manera, se obtiene la superficie filtrante necesaria para dicho caudal.

$$S = \frac{Q}{v} = \frac{160 \frac{m^3}{h}}{60 \frac{m}{h}} = 2,67 m^2 \approx 3 m^2$$

Donde:

- S: superficie filtrante, en m<sup>2</sup>.
- Q: caudal, en m<sup>3</sup>/h.
- v: velocidad máxima del agua, en m/h.

El filtro de arena debe tener una superficie filtrante de 3 m<sup>2</sup>. 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 deberá ser de la mitad, es decir, de 1,5 m<sup>2</sup>.

El diámetro de los filtros se determina mediante la siguiente fórmula:

$$D = \sqrt{\left(4 \times \frac{S}{\pi}\right)} = 1,39 \text{ m}$$

Donde:

- D: diámetro del filtro de arena, en m.
- S: superficie filtrante, en m<sup>2</sup>.

Se instalarán dos filtros en paralelo de 1,40 m de diámetro, con un espesor de la capa de arena de, al menos, 50 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.

#### 2.1.2.2. Filtros de malla

Los filtros de malla constan de una carcasa exterior en cuyo interior se sitúan uno o varios cilindros concéntricos de malla, que son los elementos filtrantes. El entramado de la malla suele ser de acero inoxidable.

Al funcionar este tipo de filtros por retención superficial de las impurezas, éstas quedan retenidas entre el entramado de la malla, por lo que los filtros de malla llegan a su colmado más rápidamente que los de arena, por lo que resulta interesante colocarlos después de los filtros de arena.

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 216 m<sup>3</sup>/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:

$$S = \frac{216 \frac{m^3}{h}}{3600 \frac{s}{h} \times 0,4 \frac{m}{s} * 0,3} = 0,5 m^2 = 5000 cm^2$$

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 200-250 m<sup>3</sup>/h y una superficie de filtración de 5200 cm<sup>2</sup>.

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%

### 2.1.3. 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.

Se van a instalar 3 depósitos de polietileno de 1000 l para albergar cada una de las soluciones fertilizantes. Además, se van a instalar otros dos depósito de reserva de 400 l de capacidad para realizar alguna aportación de otros oligoelementos y ácido nítrico para el lavado del circuito hidráulico.

Para introducir y dosificar los fertilizantes en el agua de riego se instalará un inyector eléctrico, ya que los inyectores tipo Venturi generan unas pérdidas de carga importantes, 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 trifásico. 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.

#### **2.1.4. Automatización del sistema de riego**

Para conseguir un uso eficiente del sistema de riego localizado por goteo, es necesaria la automatización de la red de riego. Mediante esta automatización del equipo, se consigue la programación y ejecución del riego, la programación y ejecución de las fertirrigaciones, la apertura y cierre automático de todas las válvulas, y la limpieza de los filtros y todo el equipo de riego en general.

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.

## **2.2. Dimensionamiento de la instalación de bombeo**

### **2.2.1. Cálculo de las necesidades de la bomba**

#### **2.2.1.1. 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.

En este caso, la bomba será de eje vertical, puesto que resulta más económica que la sumergible y va a ser capaz de funcionar perfectamente a la profundidad que se encuentra la lámina de agua de la perforación.

El pozo tiene la lámina de agua a 7 m de la superficie a su nivel máximo y la tubería de aspiración se va a colocar a 12 metros como nivel de trabajo, ya que, durante el riego, el nivel de agua de la lámina de agua del pozo, puede bajar 2-3 metros. Por ello, se va a colocar la tubería de aspiración 4-5 m por debajo de la lámina de agua en el caso más desfavorable.

Por lo tanto, para calcular la altura manométrica, se debe tener en cuenta que la presión necesaria a la salida del cabezal, debe ser igual a la suma de las pérdidas de carga originadas en la tubería de impulsión, junto con las pérdidas sufridas en los distintos elementos del cabezal de riego, más las pérdidas de carga continuas derivadas de la unidad operacional de riego, más la presión mínima en el último gotero.

La presión a la salida del cabezal de riego debe ser de 26,21 m.c.a. A esta presión se deben sumar las pérdidas de carga producidas en el cabezal de riego, que se detallan a continuación:

- Altura tubería de aspiración al nivel del agua: 12 m.c.a.
- Filtros de arena: 3 m.c.a.
- Filtro de malla: 3,5 m.c.a.
- Contador: 2 m.c.a.
- Valvulería: 5 m.c.a.
- Inyector de fertilizante: 6 m.c.a.
- Elementos singulares: 10 % de lo anterior: 3,15 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 60,86 m.c.a.

#### 2.2.1.2. Potencia necesaria

La potencia teórica de la bomba se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$P = \frac{Q * H}{75 * \eta} = \frac{45 * 60,86}{75 * 0,85} = 42,96 CV = 31,60 kW$$

Donde:

- Q: caudal que debe impulsar la bomba, el l/s. En este caso es de 160 m<sup>3</sup>/h ≈ 45 l/s
- H: altura manométrica de impulsión, en m.c.a. En este caso 60,86 m.c.a.
- η: rendimiento característico de la bomba. Se supone 0,85.

Se va a seleccionar una bomba de eje vertical, de 6", con una potencia de 32,5 kW y 66 m<sup>3</sup>/h de caudal.

#### 2.2.2. Tubería de aspiración y conexión con la toma de agua

La tubería de aspiración será de un diámetro ligeramente superior al de la tubería principal. Se va a instalar una tubería de acero galvanizado de 250 mm de diámetro exterior y 225 mm de diámetro interior, fabricada en acero S235JR.

La toma de agua estará situada en el exterior de la caseta de riego.

#### 2.3. Valvulería y accesorios

Detrás de la bomba se situará una ventosa, que será trifuncional, capaz de realizar las siguientes funciones:

- Evacuación del aire durante el llenado de la canalización
- Evacuación del aire durante el llenado de la canalización
- Evacuación del aire durante el llenado de la canalización

Se colocará una válvula anti retorno después de la bomba, siguiendo a la ventosa y a la toma rápida de manómetro, para impedir el retroceso del agua.

Se van a colocar 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 e 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:

- REBT: Reglamento electrotécnico de baja tensión e Instrucciones técnicas complementarias.
- UNE 20-460-94 Parte 5-523: Intensidades admisibles en los cables y conductores aislados.
- UNE 20-434-90: Sistema de designación de cables.
- UNE 20-435-90 Parte 2: Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones de 1 a 30kV.
- UNE 20-460-90 Parte 4-43: Instalaciones eléctricas en edificios. Protección contra las sobreintensidades.
- UNE 20-460-90 Parte 5-54: Instalaciones eléctricas en edificios. Puesta a tierra y conductores de protección.
- EN-IEC 60 947-2:1996(UNE - NP): Aparata de baja tensión. Interruptores automáticos.
- EN-IEC 60 947-2:1996 (UNE - NP) Anexo B: Interruptores automáticos con protección incorporada por intensidad diferencial residual.
- EN-IEC 60 947-3:1999: Aparata de baja tensión. Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles.
- EN-IEC 60 269-1(UNE): Fusibles de baja tensión.
- EN 60 898 (UNE - NP): Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogos para la protección contra sobreintensidades.
- 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

Las dimensiones del recinto a iluminar son de 7 x 5 m.

##### 1.1.1.1. Iluminación natural

La superficie necesaria en ventanas para conseguir cubrir las necesidades de iluminación natural del edificio se determinan de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$S_v = \left( \frac{E}{E_e} \right) * \frac{S}{r * R * f} = \frac{100}{5000} * \frac{35}{0,6 * 0,8 * 0,5} = 3 \text{ m}^2$$

Donde:

- Sv : Superficie en ventanas (m<sup>2</sup>)
- E: Intensidad lumínica necesaria en el local (lux)
- Ee: Intensidad lumínica exterior, 5.000 lux
- S: Superficie de la dependencia a iluminar (m<sup>2</sup>)
- r: Coeficiente del rendimiento de la dependencia, 0,6
- R: Coeficiente de conservación de la ventana, 0,8
- f: Factor dependiente de la existencia o no de edificaciones próxima, 0,5

La intensidad lumínica mínima necesaria para la actividad que se va a desarrollar en el recinto a iluminar es de 100 lux (Norma DIN 5035). La superficie de la dependencia a iluminar es de 35 m<sup>2</sup>.

La superficie en ventanas de la caseta en proyecto debe ser de al menos 3 m<sup>2</sup>, por lo que se van a instalar dos ventanas de 1,5 m<sup>2</sup>, colocadas en las vertientes norte y sur de la caseta de riego.

##### 3.3.1.1. Iluminación artificial

Las necesidades de iluminación artificial se van a calcular en los siguientes pasos:

- **Índice local (IL)**

La influencia que tiene las dimensiones del local sobre el rendimiento de las luminarias viene dado por la siguiente expresión (válida para luminarias de emisión de flujo directas):

$$IL = \frac{a * b}{h * (a * b)} = \frac{7 * 5}{(2,20 - 0,85) * (7 * 5)} = 0,74$$

Donde:

- IL: Índice local
- a: Longitud, 7 m
- b: Luz, 5 m
- h: Distancia entre el plano de trabajo (0,85 m sobre el suelo) y el plano horizontal de la luminarias (m)

La altura del edificio varía de 2,2 m (altura a alero) a 3,2 m (altura a cumbre).

Las luminarias se van a colocar colgadas del techo, dejando una altura libre de 2,2 m.

- **Rendimiento de la iluminación ( $\eta$ )**

El rendimiento de la iluminación ( $\eta$ ) depende de los siguientes factores:

- Rendimiento de iluminación del local ( $\eta_R$ )

El rendimiento de iluminación del local ( $\eta_R$ ) depende del índice del local ( $\approx 0,8$ ), de los valores de los factores de reflexión, para luz blanca, del techo, paredes, suelo y de la manera que se distribuye el flujo luminoso emitido por la luminaria (A3: directa extensiva).

Los factores de reflexión, para luz blanca, en función del color o del material son los siguientes:

- Techo (panel tipo sándwich de color rojo claro): 0,5
- Paredes (bloque de hormigón claro): 0,3
- Suelo (hormigón claro): 0,3

En consecuencia,  $\eta_R$ , valor tubulado, es igual a 0,28.

- Rendimiento de iluminación de la luminaria ( $\eta_L$ )

El rendimiento de iluminación de la luminaria ( $\eta_L$ ) depende de cuestiones como el diseño constructivo de la luminaria, la temperatura ambiente del local a iluminar... y es proporcionado por el fabricante.

Para la iluminación del local se van a utilizar lámparas fluorescentes de color blanco cálido, con 2 tubos de 18 W de potencia cada uno y que proporcionan un flujo luminoso de 3.500 lm. El rendimiento de este tipo de luminarias ( $\eta_L$ ) es de 0,85.

En consecuencia, el rendimiento de iluminación del local ( $\eta$ ) se determina utilizando la siguiente expresión:

$$\eta = \eta_R \times \eta_L = 0,28 \times 0,85 = 0,24$$

El rendimiento de la iluminación es de 0,24 el fabricante.

- **Flujo luminoso necesario**

El flujo luminoso total que se precisa para efectuar la iluminación con un adecuado valor de iluminancia en el local se determina del modo siguiente:

$$F = (E \times S) / (\eta \times f) = (120 \times 35) / (0,24 \times 0,8) = 21875 \text{ lm}$$

Donde:

- F: Flujo luminoso necesario (lm)
- E: Intensidad lumínica necesaria en el local: 120 lux
- S: Superficie a iluminar, 35 m<sup>2</sup>
- $\eta$ : Rendimiento de la iluminación, 0,24
- f: Factor de conservación de la iluminación: Las condiciones del local son limpias y los trabajos que se van a realizar en él no van a levantar polvo, por lo que, se estima que el factor de conservación es de 0,8.

El flujo luminoso total que se precisa es de 25.000 lm.

- **Número de puntos de luz**

El número de puntos de luz o luminarias (N) se determina dividiendo el flujo total necesario para iluminar el local por el flujo luminoso nominal de las lámparas contenidas en cada una de las luminarias que se van a utilizar en la iluminación de dicho local.

El número de puntos de luz viene dado por la siguiente expresión:

$$N = \frac{F}{3500} = \frac{21875}{3500} = 6,25 \approx 6$$

En la caseta de riego en proyecto se van a colocar 3 pantallas fluorescentes de 2 x 36 W.

- **Distancia entre luminarias**

La distancia entre luminarias (d) depende de la altura de las luminarias (h') sobre el plano de trabajo y del ángulo de abertura de emisión del haz de flujo luminoso de la luminaria.

La altura óptima de las luminarias sobre el plano de trabajo se calcula del siguiente modo:

$$h' = \frac{4}{5} \times h = \frac{4}{5} \times (2,2 - 0,85) = 1,08$$

Donde:

- $h'$ : Altura óptima de las luminarias (m)
- $h$ : Distancia entre el plano de trabajo y el plano horizontal de la luminarias (m)

La altura de las luminarias sobre el plano de trabajo debe ser de 1,08 m.

Las luminarias son de distribución extensiva (ángulo de abertura muy abierto) por lo que la distancia entre luminarias debe ser la siguiente:

$$d \leq 1,6 \times h' = 1,6 \times 1,08 = 1,73 \text{ m}$$

Para que la iluminación del local sea uniforme, la distancia entre dos puntos de luz consecutivos va a ser de 1,75 m.

En consecuencia, para la iluminación de la caseta en proyecto se va a colocar 1 fila de luminarias separadas 1,75 m entre sí, estableciéndose una en el punto central y las dos exteriores a 0,75 m de los muros de cerramiento y a 1,75 m de la central.

#### 3.3.1.1.1. Necesidades de potencia

La potencia necesaria para satisfacer las necesidades de alumbrado es la siguiente:

$$\text{Potencia iluminación} = 3 \text{ lámparas} \times (2 \times 36) \text{ W/lámpara} = 216 \text{ W}$$

La iluminación de la caseta requiere una potencia de 216 W.

Además, se instalará una luminaria de emergencia de 8 W y protección IP 20.

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

La instalación de fuerza estará dividida en dos circuitos: uno para la bomba de riego y otro para el resto de elementos de riego y tomas de fuerza.

La bomba de riego tiene una potencia de 32,5 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.

$$P_{fuerza} = 32500 W + 184 W + 50 W + 2 \cdot 2500 W \cdot 0,7 = 36234 W$$

Seguidamente se considera un rendimiento del conjunto de la instalación de fuerza del 80 %, por lo que la potencia consumida será la siguiente:

$$P_{fuerza\ corregida} = 36234 W / 0,8 = 45293 W$$

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:

$$P_{total} = 45293 W + 108 W + 8 W + 80 W = 45489 W = 45,49 kW$$

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:

$$P_{aparente} = 45,49 kW / \cos\varphi = 64,86 kW / 0,85 = 53,52 kVA$$

### 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.

Para la Derivación Individual se emplearán cables de cobre de 0,6/1 kV de tensión asignada, con una sección mínima para los cables activos y el de protección de 50 mm<sup>2</sup> en cobre.

Para la Línea General de Alimentación, que conecta el transformador con la CPM se emplearán cables de tipo RZ1-K, con una sección mínima de 70 mm<sup>2</sup> en cobre o 95 mm<sup>2</sup> en aluminio. La caída de tensión no debe exceder el 1 %.

Se instalarán, como mínimo, un interruptor general automático con un poder de corte de 4500 A.

Se considerará como origen de la instalación la salida del transformador, y se aplicarán como caídas de tensión máximas admisibles las de un 4,5 % para alumbrado y un 6,5 % 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:

$$I = \frac{P}{K * V * \cos\phi}$$

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.
- $\cos\phi$ : 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:

$$e = \frac{l * P}{\gamma * U * s}$$

Donde:

- l: longitud de la línea, en metros.
- P: potencia de cálculo, en vatios.
- $\gamma$ : 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  $mm^2$ .

La caída de tensión debe ser menor que la caída de tensión máxima admisible, especificada anteriormente.

### 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:

$$I = \frac{1,25 * P}{\sqrt{3} * 400 * 0,85} = \frac{1,25 * 32500}{\sqrt{3} * 400 * 0,85} = 68,98 A$$

La intensidad que circula por el circuito de la bomba es de 68,98 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 0,90, para temperaturas de 50 °C y un coeficiente de corrección por agrupamiento de 0,70, para 4 conductores. La intensidad de diseño se observa a continuación:

$$I_{diseño} = \frac{I}{0,9 * 0,7} = \frac{68,98}{0,9 * 0,7} = 109,49 A$$

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<sup>2</sup>. Además, con este diámetro se admiten intensidades de hasta 190 A, por lo que da un cierto margen de seguridad.

A continuación se realiza la comprobación por caída de tensión, considerando una longitud del conductor de 10 m, como se puede ver a continuación:

$$e = \frac{l * 1,25 * P}{\gamma * U * s} = \frac{10 * 1,25 * 32500}{45,5 * 400 * 35} = 0,64 \%$$

La caída de tensión producida en el conductor es del 0,64 %, que es menor de 6,5 %, 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 mm<sup>2</sup> 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:

$$I = \frac{1,25 * P_{bomba fert} + P_{otros}}{K * U * \cos\phi} = \frac{1,25 * 184 W + 50 W + 2 * 2500 W * 0,7}{1 * 230 * 0,85} = 19,34 A$$

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 0,90, para temperaturas de 50 °C y un coeficiente de corrección por agrupamiento de 0,80, para 2 conductores. La intensidad de diseño se observa a continuación:

$$I_{diseño} = \frac{19,34}{0,9 * 0,8} = 26,86 A$$

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 mm<sup>2</sup>.

A continuación se realiza la comprobación por caída de tensión, considerando una longitud del conductor de 12 m, como se puede ver a continuación:

$$e = \frac{l * 1,25 * P}{\gamma * U * s} = \frac{12 * 1,25 * 3780}{45,5 * 230 * 4} = 1,35 V \Rightarrow \frac{1,35 V}{230 V} * 100 = 0,59 \%$$

La caída de tensión producida en el conductor es del 0,59 %, que es menor de 6,5 %, 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 mm<sup>2</sup> 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:

$$I = \frac{P_{iluminarias}}{K * U * \cos\phi} = \frac{304 W}{1 * 230 V * 0,85} = 1,55 A$$

La intensidad que circula por el circuito de alumbrado es de 1,55 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 0,90, para temperaturas de 50 °C y un coeficiente de corrección por agrupamiento de 0,80, para 2 conductores. La intensidad de diseño se observa a continuación:

$$I_{\text{diseño}} = \frac{I}{0,90 * 0,8} = \frac{1,55 A}{0,9 * 0,8} = 2,15 A$$

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 mm<sup>2</sup>.

A continuación se realiza la comprobación por caída de tensión, considerando una longitud del conductor de 12 m, como se puede ver a continuación:

$$e = \frac{l * 1,25 * P}{\gamma * U * s} = \frac{7 m * 1,25 * 304 W}{45,5 * 230 V * 1,5 mm} = 0,17 V \Rightarrow \frac{0,17}{230V} * 100 = 0,07 \%$$

La caída de tensión producida en el conductor es del 0,07 %, que es menor de 4,5 %, 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 mm<sup>2</sup> 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.

$$I = \frac{P_{\text{total}}}{K * V * \cos\phi} = \frac{1,25 * 32500 + 184 + 50 + 2 * 2500 * 0,7 + 196 * 0,7}{\sqrt{3} * 400 * 0,85} = 75,56 A$$

La intensidad que circula por la derivación individual es de 75,56 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 0,90, para temperaturas de 50 °C y un coeficiente de corrección

$$I_{diseño} = \frac{I}{0,7 * 0,9} = 119,93 A$$

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 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 mm<sup>2</sup> para cables de cobre.

A continuación se realiza la comprobación por caída de tensión, considerando una longitud del conductor de 3 m, como se puede ver a continuación:

$$e = \frac{l * 1,25 * P}{\gamma * U * s} = \frac{3 m * 1,25 * 44496,2 W}{45,5 * 400 * 35} = 0,26 V \Rightarrow \frac{0,26 V}{230 V} * 100 = 0,11 \%$$

La caída de tensión producida en el conductor es del 0,11 %, que es menor de 1 %, 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 cobre de 35 mm<sup>2</sup>.

### 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.

$$I = \frac{P_{total}}{K * V * \cos\phi} = \frac{1,25 * 32500 + 184 + 50 + 2 * 2500 * 0,7 + 196 * 0,7}{\sqrt{3} * 400 * 0,85} = 75,56 A$$

La intensidad que circula por la línea es de 75,56 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 0,90, para temperaturas de 50 °C y un coeficiente de corrección por agrupamiento de 0,80, para 4 conductores. La intensidad de diseño se observa a continuación:

$$I_{diseño} = \frac{I}{0,7 * 0,9} = 119,93 A$$

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 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 50 mm<sup>2</sup>. Se va a emplear un cable formado por 3 conductores de 50 mm<sup>2</sup> de aluminio para las fases.

A continuación se realiza la comprobación por caída de tensión, considerando una longitud del conductor de 3 m, como se puede ver a continuación:

$$e = \frac{l * 1,25 * P}{\gamma * U * s} = \frac{3 \text{ m} * 1,25 * 44496,2 \text{ W}}{27,8 * 400 * 50} = 0,30 \text{ V} \Rightarrow \frac{0,30 \text{ V}}{230 \text{ V}} * 100 = 0,13 \%$$

La caída de tensión producida en el conductor es del 0,13 %, que es menor de 1 %, 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 50 mm<sup>2</sup>. 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 mm<sup>2</sup>, dispuesto en el fondo de la cimentación (en este caso en el perímetro de la losa de cimentación).
- Electrodo, 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 mm<sup>2</sup> de sección, y para el circuito de alumbrado conductores de tipo H07V-K (AS) de 1,5 mm<sup>2</sup> de sección. Todos ellos serán de color amarillo-verde.

Para calcular la resistencia a tierra se emplea la siguiente fórmula:

$$R = 2 \cdot \frac{\rho}{L}$$

Donde:

- R: resistencia máxima del terreno, en  $\Omega$ .
- $\rho$ : resistencia real del terreno, en  $\Omega/\text{m}$ . Se estima en 500  $\Omega/\text{m}$ .
- L: longitud de la pica, en m.

Se puede considerar la caseta de riego como un local húmedo, por lo que la resistencia a tierra de las masas se debe calcular mediante la siguiente expresión:

$$R \leq 24/I_s = 24/0,3 A = 80 \Omega$$

Donde  $I_s$  es la sensibilidad del interruptor diferencial, en este caso 300 mA.

Una vez calculada la resistencia máxima de tierra se determina la longitud del cable que formará el anillo:

$$L = \frac{2 \cdot 500 \Omega/m}{80 \Omega} = 12,50 m$$

El anillo debe tener una longitud de, al menos, 12,50 m. Se va a instalar un anillo de 18 m de longitud, coincidiendo con el perímetro de la caseta de riego.

La corriente de defecto de la que protege el interruptor para un sistema trifásico de tensión nominal 400 V será la siguiente:

$$I_{m\acute{a}x} = \frac{400 V}{R} = \frac{400 V}{80 \Omega} = 4,75 A$$

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:

$$P_{transformador} = 53,52 kVA / 0,8 = 66,90 kVA$$

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 de 100 kVA de potencia, de 100 kV de tensión asignada, 100 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 %, la resistencia de cortocircuito de 20 mΩ y reactancia de cortocircuito de 62 mΩ. La elección de este transformador se ha realizado en base a la recomendación UNESA 5204.

El transformador y todo sus elementos se instalarán sobre un poste de hormigón armado de 11 m.

Se conectarán todos los herrajes y masas a tierra. La puesta a tierra estará constituida por un anillo difusor de cobre de 50 mm<sup>2</sup> 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 mm<sup>2</sup>. 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 del poste se realizará con hormigón HA-25/P/20/I con 100 kg/m<sup>3</sup> de acero B-500-S, considerando terreno normal con coeficiente de compresibilidad de 1,2 kg/cm<sup>2</sup> 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 76,31 kVA. La potencia reactiva requerida por la batería de condensadores se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Q = P \cdot (\tan \varphi - \tan \varphi') = 53,52 \text{ kVA} \cdot (\tan(\cos^{-1} 0,85) - \tan(\cos^{-1} 0,95)) \\ = 15,60 \text{ kVAr}$$

Donde:

- Q: potencia reactiva requerida por la batería de condensadores, en kVAr.
- P: potencia aparente requerida por la instalación, en kVA.
- $\varphi$ : arcocoseno del factor de potencia estimado sin mejorar (0,85).
- $\varphi'$ : arcocoseno del factor de potencia mejorado (0,95).

Sustituyendo los datos anteriores se obtiene lo siguiente:

Q = La potencia requerida por la batería de condensadores es de 15,60 kVAr. Se va a instalar una batería automática de condensadores de 21 kVAr de capacidad. La capacidad total se calcula mediante la siguiente expresión:

$$C = \frac{Q}{3 * 380^2 * \omega} = \frac{21000 \text{ vAr}}{3 * 380^2 * 2\pi 50} = 1,54 \times 10^{-4} F = 154 \mu F$$

Donde:

- C: capacidad total de la batería de condensadores, en F.
- Q: capacidad requerida por la batería de condensadores, en VAr.
- $\omega$ :  $2\pi 50$

La capacidad total de la batería de condensadores es de 154  $\mu$ F.

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 de media tensión

La intensidad en el primario máxima de un cortocircuito en el lado de media tensión se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U_p} = \frac{350}{\sqrt{3} * 20} = 10,10 \text{ kA}$$

Donde:

- $I_{ccp}$ : intensidad de cortocircuito en el primario, en A.
- $S_{cc}$ : potencia de cortocircuito de la red, en MVA.
- $U_p$ : tensión en el primario, en kV.

La intensidad de cortocircuito en el primario es de 10100 A.

#### 3.7.2. Intensidad de cortocircuito de 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:

$$R = \frac{\rho * L}{S}$$

Donde:

- R: resistencia de fase, en  $\Omega$ .
- $\rho$ : 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  $\text{mm}^2$ .

Una vez conocida la resistencia de fase se calcula la intensidad de cortocircuito, empleando la siguiente fórmula:

$$I_{cc} = \frac{0,8 * U}{R}$$

Donde:

- $I_{cc}$ : 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  $\Omega$ .

A continuación se calculan las intensidades de cortocircuito para la línea general de alimentación y para la derivación individual.

- **Intensidad de cortocircuito de la LGA**

La línea general de alimentación está constituida por un cable de aluminio de 50 mm<sup>2</sup> de sección y longitud 3 m. Por tanto, la resistencia de fase será la siguiente:

$$R = \frac{0,029 * 3}{50} = 0,00174 \Omega$$

La resistencia de fase es de 0,00174  $\Omega$ .

Una vez calculada la resistencia de fase se determina la intensidad de cortocircuito, como se puede ver a continuación:

$$I_{cclga} = \frac{0,8 * 230}{0,00174} = 105747 A$$

La intensidad de cortocircuito de la línea general de alimentación es de 105747 A.

- **Intensidad de cortocircuito de la DI**

La derivación individual está constituida por un cable de cobre de 35 mm<sup>2</sup> de sección y longitud 3 m. Por tanto, la resistencia de fase será la siguiente:

$$R_{di} = \frac{0,018 * 3}{35} = 0,00154 \Omega$$

La resistencia de fase es de 0,00154  $\Omega$ .

Una vez calculada la resistencia de fase se determina la intensidad de cortocircuito, como se puede ver a continuación:

$$I_{ccdi} = \frac{0,8 * 230}{0,00154} = 119481 A$$

La intensidad de cortocircuito de la derivación individual es de 119481 A.



### 3.8. 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 105747 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

El cuadro general de mando y protección estará situado en el interior de la caseta de riego, amarrado a la pared. Todos los elementos de protección instalados en dicho cuadro serán de corte omnipolar con una tensión asignada de 230/400 V y posibilidad de accionamiento manual.

El cuadro general de mando y protección contendrá lo siguiente:

- Interruptor de control de potencia de 75 kW.
- Un interruptor automático magnetotérmico 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 de 225 A de intensidad, 300 mA de sensibilidad y 400 V de tensión nominal.
- Circuito de la bomba: interruptor automático magnetotérmico 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 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 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.

## 4. Trazado de caminos

El objetivo principal que se busca con el trazado de caminos es favorecer el acceso a la plantación y asegurar una salida rápida de la almendra. Con ello se consigue disminuir los tiempos muertos de la maquinaria, lo que supone una mayor utilización de la misma y, en definitiva, un posible ahorro en la maquinaria de transporte. Asimismo, se evita un apelmazamiento excesivo del suelo, que se produciría en el caso de que el tractor con el remolque cargado de almendra circulase con demasiada frecuencia por las calles de la plantación.

De la superficie total de la parcela, 34,2 ha, se destina 31,9 ha a la plantación y 2,3 ha a los caminos e infraestructuras.

Para ello, se va a realizar un camino perimetral de las siguientes dimensiones: 9 m de anchura en los lados que corresponden con las cabeceras y otro de 6 m en los lados perimetrales paralelos a las filas de los árboles. Además, se dividirá la parcela en dos partes iguales mediante un camino transversal a las filas de 9 m de anchura y otros dos caminos transversales de 3 m que subdividirán, a su vez, la parcela. El camino principal transversal albergará la caseta de riego y el pozo, y los transversales de 3 m, los ramales de riego terciarios.

# **ANEJO VIII. PROGRAMACIÓN PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO**

## **ÍNDICE**

1. Introducción .....	3
-----------------------	---

2. Actividades .....	3
3. Diagrama Gantt .....	4
4. Grafo PERT .....	5

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades del proceso productivo, con fechas de inicio y fin.....	3
--	---

## 1. Introducción

El objetivo de este anejo es establecer el programa de ejecución para determinar el tiempo mínimo necesario para realizar la obra y poner en marcha el proyecto. Para ello, se divide la obra en las distintas actividades a realizar por orden cronológico y se asigna un tiempo de realización aproximado a cada una de ellas.

La ejecución de la obra comenzará lo antes posible, tras conseguir los correspondientes permisos y licencias para su realización y elegir a los contratistas.

## 2. 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**

Nº	Actividad	Duración	Fecha inicio	Fecha fin
1	Solicitud de permisos	30	01/06/2018	01/07/2018
2	Replanteo general	7	13/07/2018	21/07/2018
3	Explanación edificaciones	7	24/07/2018	01/08/2018
4	Construcción de caseta de riego	35	02/08/2018	09/09/2018
5	Instalación cabezal de riego	35	01/10/2018	07/11/2018
6	Enmienda orgánica	15	10/10/2018	25/10/2018
7	Desfonde	20	20/10/2018	10/11/2018
8	Instalación de riego enterrada	35	20/11/2018	25/12/2018
9	Labores complementarias	15	01/12/2018	15/12/2018
10	Labores complementarias	15	01/01/2019	15/01/2019
11	Replanteo plantación	15	01/02/2019	15/02/2019
12	Recepción y preparación de la planta	5	10/02/2019	15/02/2019
13	Plantación	13	15/02/2019	28/02/2019
14	Instalación red de riego	13	15/02/2019	28/02/2019
15	Riego de plantación	1	28/02/2019	01/03/2019
16	Comprobación y recolocación	3	01/03/2019	03/03/2019
17	Entutorado	8	07/03/2019	15/03/2019
18	Reposición de marras	20	20/05/2019	10/06/2019

Las actividades del proceso de ejecución del proyecto se prolongarán a lo largo de 375 días.

### 3. Diagrama Gantt

A continuación, en la Figura 1, se muestra el diagrama Gantt de las actividades del proceso de ejecución del proyecto. Las actividades sombreadas constituyen el camino crítico, que es el conjunto de actividades concatenadas que deben realizarse en el menor tiempo posible y al coste óptimo.

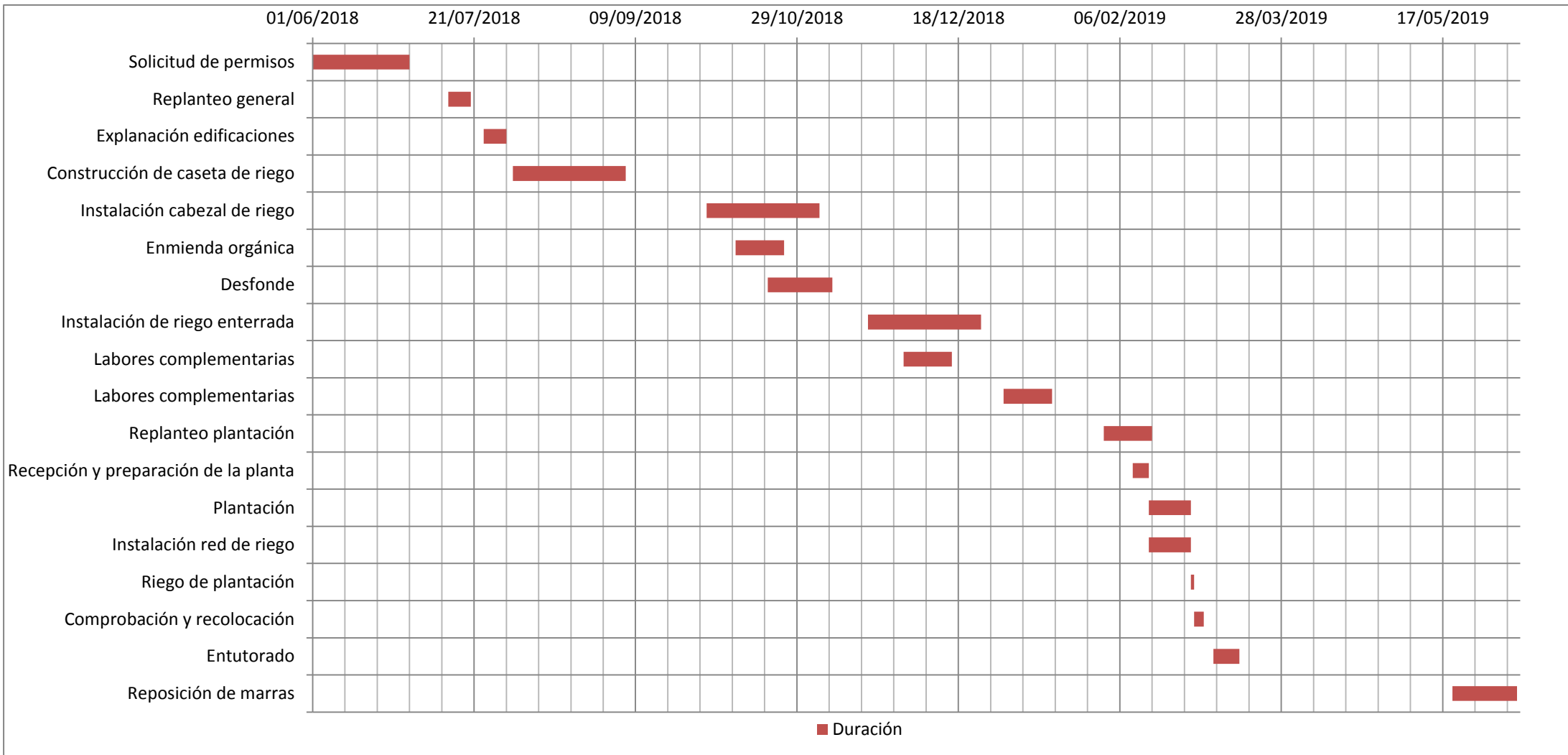


Ilustración 1. Diagrama Gantt

## 4. Grafo PERT

El grafo PERT (Program Evaluation and Review Technique) es un método que sirve para planificar proyectos en los que hace falta coordinar un gran número de actividades. En la Ilustración 2, que se muestra a continuación, se presenta el grafo PERT

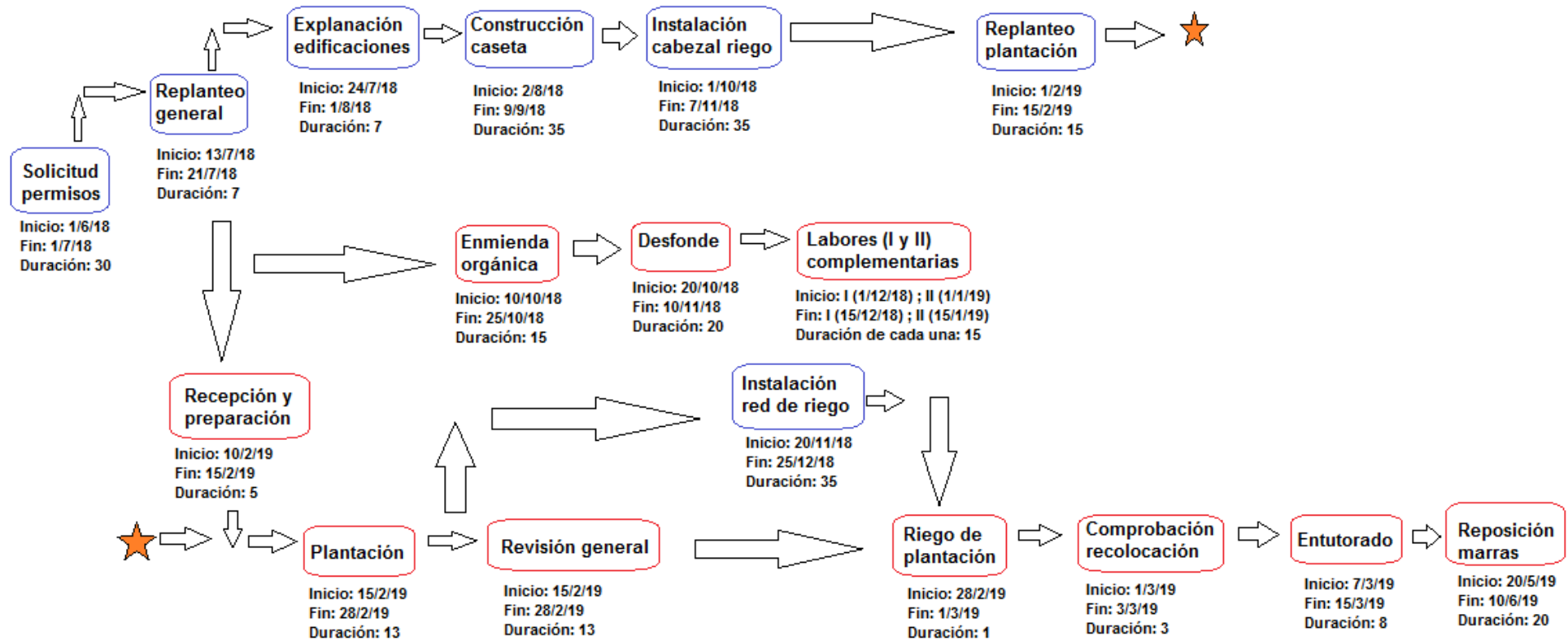


Ilustración 2. Grafo PERT del proceso de ejecución del proyecto

**ANEJO IX: NORMAS PARA LA  
EJECUCIÓN Y EXPLOTACIÓN DEL  
PROYECTO**



## ÍNDICE

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 del 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 del 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. Al tratarse de plantas con un pequeño tiesto lleno de tierra vegetal, aguantarán más tiempo que las tradicionales hasta el momento de su plantación.

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:

- 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.
- 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.
- 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:

- Regular los equipos de inyección para conseguir la dosis de fertilizantes establecida en el Anejo correspondiente.
- 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.
- Cuanto mayor sea la frecuencia de la fertirrigación, mejores serán los resultados.
- 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 NO<sub>3</sub> 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:

- Real Decreto 506/2013, de 28 de junio, sobre Productos Fertilizantes.
- Corrección de errores del Real Decreto 506/2013, de 28 de junio, sobre productos fertilizantes.
- 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.
- Corrección de errores de la Orden AAA/2564/2015.
- Orden AAA/770/2014, de 28 de abril, por la que se aprueba el modelo normalizado de solicitud al Registro de Productos Fertilizantes.
- Orden APA/1593/2006, de 19 de mayo, por la que se crea y regula el Comité de Expertos en Fertilización.

El capataz de la explotación puede encargar un análisis de los fertilizantes empleados si tiene motivos de sospecha.

#### - **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 para 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:

- Ley 43/2002, de 20 de noviembre, de sanidad vegetal.
- 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.
- 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.

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.

#### - **Fraudes**

En caso de duda de la autenticidad de los productos fitosanitarios y/o etiquetas, se procederá a tomar muestras y realizar un análisis de modo análogo a como se ha indicado en el capítulo anterior relativo a los fertilizantes.

## **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<sup>a</sup> - 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 homologados, 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 X. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS**

## 1. Acondicionamiento del terreno

Código	Ud	Descripción		Total
1.1	m <sup>2</sup>	Desbroce y limpieza del terreno, hasta una profundidad mínima de 25 cm, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.		
	0,027 h	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW/1,9 m <sup>3</sup> .	38,950 €	1,05 €
	0,010 h	Peón ordinario construcción.	16,160 €	0,16 €
	2,000 %	Costes directos complementarios	1,210 €	0,02 €
		3,000 % Costes indirectos	1,230 €	<b>0,04 €</b>
			<b>Precio total por m<sup>2</sup></b>	<b>1,27 €</b>
1.2	m <sup>3</sup>	Excavación de sótanos de hasta 2 m de profundidad en suelo de arena suelta, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión.		
	0,092 h	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	35,360 €	3,25 €
	0,024 h	Peón ordinario construcción.	16,160 €	0,39 €
	2,000 %	Costes directos complementarios	3,640 €	0,07 €
		3,000 % Costes indirectos	3,710 €	<b>0,11 €</b>
			<b>Precio total por m<sup>3</sup></b>	<b>3,82 €</b>

PROYECTO DE PLANTACIÓN DE 34,2 HA DE ALMENDRO EN SUPERINTENSIVO Y CON RIEGO DEFICITARIO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE GRANJA DE MORERUELA (ZAMORA)  
ANEJO X. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

<b>2.1</b>	<b>kg</b>	Acero S275JR en vigas, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.		
	1,050 kg	Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples, para aplicaciones estructurales.	0,960 €	1,01 €
	0,050 l	Imprimación de secado rápido, formulada con resinas alquídicas modificadas y fosfato de zinc.	4,630 €	0,23 €
	0,020 h	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.	3,000 €	0,06 €
	0,026 h	Oficial 1ª montador de estructura metálica.	18,420 €	0,48 €
	0,026 h	Ayudante montador de estructura metálica.	17,250 €	0,45 €
	2,000 %	Costes directos complementarios	2,230 €	0,04 €
			3,000 % Costes indirectos	2,270 €
				<b>0,07 €</b>
				<b>Precio total por kg</b>
				<b>2,34 €</b>
<b>2.2</b>	<b>m²</b>	Hoja exterior en cerramiento de fachada, de 20 cm de espesor de fábrica, de bloque CV de hormigón, liso hidrófugo, color gris, 40x20x20 cm, resistencia normalizada R10 (10 N/mm²), con junta de 1 cm, rehundida, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-7,5, suministrado a granel; revestimiento de los frentes de forjado con plaquetas de hormigón, colocadas con mortero de alta adherencia, formación de dinteles mediante piezas en "U" con armadura y macizado de hormigón.		
	12,600 Ud	Bloque CV de hormigón, liso hidrófugo, color gris, 40x20x20 cm, resistencia normalizada R10 (10 N/mm²), incluso p/p de piezas especiales: zunchos y medios. Según UNE-EN 771-3.	0,860 €	10,84 €
	0,005 m³	Agua.	1,450 €	0,01 €
	0,028 t	Mortero industrial para albañilería, de cemento, color gris, categoría M-7,5 (resistencia a compresión 7,5 N/mm²), suministrado a granel, según UNE-EN 998-2.	29,230 €	0,82 €
	2,500 kg	Ferralla elaborada en taller industrial con acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, de varios diámetros.	0,780 €	1,95 €
	0,139 h	Mezclador continuo con silo, para mortero industrial en seco, suministrado a granel.	1,680 €	0,23 €
	0,967 h	Oficial 1ª construcción en trabajos de albañilería.	17,540 €	16,96 €
	0,511 h	Peón ordinario construcción en trabajos de albañilería.	16,160 €	8,26 €
	3,000 %	Costes directos complementarios	39,070 €	1,17 €
			3,000 % Costes indirectos	40,240 €
				<b>1,21 €</b>
				<b>Precio total por m²</b>
				<b>41,45 €</b>

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

PROYECTO DE PLANTACIÓN DE 34,2 HA DE ALMENDRO EN SUPERINTENSIVO Y CON RIEGO DEFICITARIO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE GRANJA DE MORERUELA (ZAMORA)  
 ANEJO X. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

<b>2.3</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	Losa maciza de hormigón armado, horizontal, canto 24 cm, realizada con hormigón HA-25/B/20/Ila fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 21 kg/m <sup>2</sup> ; montaje y desmontaje de sistema de encofrado continuo, con acabado tipo industrial para revestir, formado por superficie encofrante de tableros de madera tratada, reforzados con varillas y perfiles, estructura soporte horizontal de sopandas metálicas y accesorios de montaje y estructura soporte vertical de puntales metálicos; altura libre de planta de hasta 3 m. Sin incluir repercusión de pilares.		
	0,044 m <sup>2</sup>	Tablero de madera tratada, de 22 mm de espesor, reforzado con varillas y perfiles.	36,180 €	1,59 €
	0,007 m <sup>2</sup>	Estructura soporte para encofrado recuperable, compuesta de: sopandas metálicas y accesorios de montaje.	82,000 €	0,57 €
	0,027 Ud	Puntal metálico telescópico, de hasta 3 m de altura.	12,900 €	0,35 €
	0,003 m <sup>3</sup>	Madera de pino.	229,750 €	0,69 €
	0,040 kg	Puntas de acero de 20x100 mm.	6,750 €	0,27 €
	0,030 l	Agente desmoldeante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua para encofrados metálicos, fenólicos o de madera.	1,910 €	0,06 €
	3,000 Ud	Separador homologado para losas macizas.	0,080 €	0,24 €
	21,000 kg	Ferralla elaborada en taller industrial con acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, de varios diámetros.	0,780 €	16,38 €
	0,252 kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	1,060 €	0,27 €
	0,252 m <sup>3</sup>	Hormigón HA-25/B/20/Ila, fabricado en central.	74,160 €	18,69 €
	0,150 l	Agente filmógeno para curado de hormigones y morteros.	1,870 €	0,28 €
	0,686 h	Oficial 1 <sup>º</sup> encofrador.	18,420 €	12,64 €
	0,686 h	Ayudante encofrador.	17,250 €	11,83 €
	0,346 h	Oficial 1 <sup>º</sup> ferrallista.	18,420 €	6,37 €
	0,288 h	Ayudante ferrallista.	17,250 €	4,97 €
	0,072 h	Oficial 1 <sup>º</sup> estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	18,420 €	1,33 €
	0,297 h	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	17,250 €	5,12 €
	2,000 %	Costes directos complementarios	81,650 €	1,63 €
		3,000 % Costes indirectos	83,280 €	<b>2,50 €</b>
			<b>Precio total por m<sup>2</sup></b>	<b>85,78 €</b>

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

PROYECTO DE PLANTACIÓN DE 34,2 HA DE ALMENDRO EN SUPERINTENSIVO Y CON RIEGO DEFICITARIO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE GRANJA DE MORERUELA (ZAMORA)  
 ANEJO X. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

<b>2.4</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	Cerramiento de fachada con paneles sándwich aislantes, de 35 mm de espesor y 1100 mm de ancho, formados por doble cara metálica de chapa lisa de acero, acabado galvanizado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de densidad media 40 kg/m <sup>3</sup> , montados en posición vertical, con sistema de fijación oculto.		
	1,050 m <sup>2</sup>	Panel sándwich aislante para fachadas, de 35 mm de espesor y 1100 mm de ancho, formado por doble cara metálica de chapa lisa de acero, acabado galvanizado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de densidad media 40 kg/m <sup>3</sup> , con junta diseñada para fijación con tornillos ocultos, remates y accesorios.	24,390 €	25,61 €
	8,000 Ud	Tornillo autorroscante de 6,5x130 mm de acero inoxidable, con arandela.	0,770 €	6,16 €
	2,000 m	Junta de estanqueidad para chapas perfiladas de acero.	0,870 €	1,74 €
	0,245 h	Oficial 1º montador de cerramientos industriales.	18,130 €	4,44 €
	0,245 h	Ayudante montador de cerramientos industriales.	16,430 €	4,03 €
	2,000 %	Costes directos complementarios	41,980 €	0,84 €
			3,000 % Costes indirectos	42,820 €
				<b>1,28 €</b>
			<b>Precio total por m<sup>2</sup></b>	<b>44,10 €</b>

### 3 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares

Código	Ud	Descripción		Total
3.1	m <sup>2</sup>	Puerta de registro para instalaciones, de una o dos hojas, de aluminio anodizado natural, formada por chapa opaca de 1,5 mm de espesor en las hojas y perfiles extrusionados de 40x20 cm de sección en el cerco, con marca de calidad EWAA-EURAS (QUALANOD).		
	1,000 m <sup>2</sup>	Puerta de registro para instalaciones, de una o dos hojas, de aluminio anodizado natural, formada por chapa opaca de 1,5 mm de espesor en las hojas y perfiles extrusionados de 40x20 cm de sección en el cerco, con marca de calidad EWAA-EURAS (QUALANOD), incluso p/p de herrajes de colgar y de cierre, tornillería de acero inoxidable, garras de fijación, cerradura triangular, rejillas de ventilación y silicona neutra para el sellado perimetral de las juntas.	130,230 €	130,23 €
	0,214 h	Oficial 1ª construcción.	17,540 €	3,75 €
	0,214 h	Ayudante construcción.	16,430 €	3,52 €
	2,000 %	Costes directos complementarios	137,500 €	2,75 €
			3,000 % Costes indirectos	140,250 €
			<b>Precio total por m<sup>2</sup></b>	<b>144,46 €</b>
3.2	Ud	Carpintería de aluminio, anodizado natural, para conformado de ventana, corredera simple, de 175x100 cm, serie básica, formada por dos hojas, y con premarco. Cajón de persiana básico incorporado (monoblock), persiana enrollable de lamas de PVC, con accionamiento manual mediante cinta y recogedor.		
	5,500 m	Premarco de aluminio de 30x20x1,5 mm, ensamblado mediante escuadras y con patillas de anclaje.	4,970 €	27,34 €
	2,000 m	Perfil de aluminio anodizado natural, para conformado de marco lateral sin guía de persiana, gama básica, con el certificado de calidad EWAA-EURAS (QUALANOD).	7,240 €	14,48 €
	1,750 m	Perfil de aluminio anodizado natural, para conformado de marco guía superior, gama básica, con el certificado de calidad EWAA-EURAS (QUALANOD).	9,140 €	16,00 €
	1,750 m	Perfil de aluminio anodizado natural, para conformado de marco guía inferior, gama básica, con el certificado de calidad EWAA-EURAS (QUALANOD).	13,080 €	22,89 €
	3,480 m	Perfil de aluminio anodizado natural, para conformado de hoja horizontal, gama básica, incluso junta exterior del cristal y felpas, con el certificado de calidad EWAA-EURAS (QUALANOD).	7,450 €	25,93 €
	1,900 m	Perfil de aluminio anodizado natural, para conformado de hoja vertical lateral, gama básica, incluso junta exterior del cristal y felpas, con el certificado de calidad EWAA-EURAS (QUALANOD).	8,240 €	15,66 €
	1,900 m	Perfil de aluminio anodizado natural, para conformado de hoja vertical central, gama básica, incluso junta exterior del cristal y felpa, con el certificado de calidad EWAA-EURAS (QUALANOD).	8,150 €	15,49 €
	5,720 m	Perfil de aluminio anodizado natural, para conformado de junquillo, gama básica, incluso junta interior del cristal y parte proporcional de grapas, con el certificado de calidad EWAA-EURAS (QUALANOD).	2,880 €	16,47 €
	0,193 Ud	Cartucho de masilla de silicona neutra.	3,020 €	0,58 €
	1,000 Ud	Kit compuesto por escuadras, tapas de condensación y salida de agua, y herrajes de ventana corredera de dos hojas.	19,090 €	19,09 €

### 3 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares

Código	Ud	Descripción		Total
	1,925 m <sup>2</sup>	Persiana enrollable de lamas de PVC, de 37 mm de anchura, color blanco, equipada con eje, discos, cápsulas y todos sus accesorios, accionamiento manual mediante cinta y recogedor, en carpintería de aluminio o de PVC, incluso cajón incorporado (monoblock), de 166x170 mm, de PVC acabado estándar, con permeabilidad al aire clase 3, según UNE-EN 12207 y transmitancia térmica mayor de 2,2 W/(m <sup>2</sup> K). Según UNE-EN 13659.	54,650 €	105,20 €
	2,000 m	Guía de persiana de aluminio anodizado natural, con el certificado de calidad EWAA-EURAS (QUALANOD) que garantiza el espesor y la calidad del proceso de anodizado.	10,450 €	20,90 €
	0,937 h	Oficial 1º cerrajero.	17,820 €	16,70 €
	0,946 h	Ayudante cerrajero.	16,490 €	15,60 €
	2,000 %	Costes directos complementarios	332,330 €	6,65 €
		3,000 % Costes indirectos	338,980 €	<b>10,17 €</b>
			<b>Precio total por Ud</b>	<b>349,15 €</b>



#### 4 Instalaciones

Código	Ud	Descripción		Total
<b>4.1</b>	<b>Ud</b>	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, poder de corte 6 kA, curva C.		
	1,000 Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, poder de corte 6 kA, curva C, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 60898-1.	17,310 €	17,31 €
	0,278 h	Oficial 1ª electricista.	18,130 €	5,04 €
	2,000 %	Costes directos complementarios	22,350 €	0,45 €
		3,000 % Costes indirectos	22,800 €	<b>0,68 €</b>
			<b>Precio total por Ud</b>	<b>23,48 €</b>
<b>4.2</b>	<b>Ud</b>	Red eléctrica de distribución interior en local de uso común para comunidad de propietarios de 35 m <sup>2</sup> de superficie construida, con circuitos interiores con cableado bajo tubo protector de PVC flexible y mecanismos gama básica (tecla o tapa y marco: blanco; embellecedor: blanco).		
	49,800 m	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes y techos). Resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 1 julio, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 545 según UNE 20324, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22.	0,250 €	12,45 €
	24,900 m	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes y techos). Resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 1 julio, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 545 según UNE 20324, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22.	0,280 €	6,97 €
	2,000 Ud	Caja de derivación para empotrar de 105x105 mm, con grado de protección normal, regletas de conexión y tapa de registro.	1,730 €	3,46 €
	1,000 Ud	Caja de derivación para empotrar de 105x165 mm, con grado de protección normal, regletas de conexión y tapa de registro.	2,210 €	2,21 €
	5,000 Ud	Caja universal, con enlace por los 2 lados, para empotrar.	0,160 €	0,80 €
	4,000 Ud	Caja universal, con enlace por los 4 lados, para empotrar.	0,200 €	0,80 €
	180,000 m	Cable unipolar ES07Z1-K (AS), siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 211025.	0,400 €	72,00 €
	60,000 m	Cable unipolar ES07Z1-K (AS), siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 211025.	0,600 €	36,00 €
	30,000 m	Cable unipolar ES07Z1-K (AS), siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 4 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 211025.	0,870 €	26,10 €
	1,000 Ud	Interruptor unipolar, gama básica, con tecla simple y marco de 1 elemento de color blanco y embellecedor de color blanco.	5,630 €	5,63 €

#### 4 Instalaciones

Código	Ud	Descripción		Total
	1,000 Ud	Doble interruptor, gama básica, con tecla doble y marco de 1 elemento de color blanco y embellecedor de color blanco.	8,660 €	8,66 €
	1,000 Ud	Interruptor bipolar, gama básica, con tecla bipolar y marco de 1 elemento de color blanco y embellecedor de color blanco.	10,220 €	10,22 €
	1,000 Ud	Conmutador, serie básica, con tecla simple y marco de 1 elemento de color blanco y embellecedor de color blanco.	6,000 €	6,00 €
	1,000 Ud	Doble conmutador, gama básica, con tecla doble y marco de 1 elemento de color blanco y embellecedor de color blanco.	10,770 €	10,77 €
	1,000 Ud	Pulsador, gama básica, con tecla con símbolo de timbre y marco de 1 elemento de color blanco y embellecedor de color blanco.	6,350 €	6,35 €
	1,000 Ud	Zumbador 230 V, gama básica, con tapa y marco de 1 elemento de color blanco y embellecedor de color blanco.	19,980 €	19,98 €
	2,000 Ud	Base de enchufe de 16 A 2P+T, gama básica, con tapa y marco de 1 elemento de color blanco y embellecedor de color blanco.	6,000 €	12,00 €
	1,000 Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	1,430 €	1,43 €
	4,300 h	Oficial 1º electricista.	18,130 €	77,96 €
	4,300 h	Ayudante electricista.	16,400 €	70,52 €
	2,000 %	Costes directos complementarios	390,310 €	7,81 €
			3,000 % Costes indirectos	398,120 €
				<b>11,94 €</b>
			<b>Precio total por Ud</b>	<b>410,06 €</b>
<b>4.3</b>	<b>Ud</b>	Toma de tierra con una pica de acero cobreado de 1,5 m de longitud.		
	1,000 Ud	Electrodo para red de toma de tierra cobreado con 300 µm, fabricado en acero, de 14 mm de diámetro y 1,5 m de longitud.	15,430 €	15,43 €
	0,250 m	Conductor de cobre desnudo, de 35 mm².	2,710 €	0,68 €
	1,000 Ud	Grapa abarcón para conexión de pica.	0,960 €	0,96 €
	1,000 Ud	Arqueta de polipropileno para toma de tierra, de 300x300 mm, con tapa de registro.	71,390 €	71,39 €
	1,000 Ud	Puente para comprobación de puesta a tierra de la instalación eléctrica.	44,380 €	44,38 €
	0,333 Ud	Saco de 5 kg de sales minerales para la mejora de la conductividad de puestas a tierra.	3,380 €	1,13 €

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

#### 4 Instalaciones

Código	Ud	Descripción		Total
	1,000 Ud	Material auxiliar para instalaciones de toma de tierra.	1,110 €	1,11 €
	0,274 h	Oficial 1º electricista.	18,130 €	4,97 €
	0,274 h	Ayudante electricista.	16,400 €	4,49 €
	0,001 h	Peón ordinario construcción.	16,160 €	0,02 €
	2,000 %	Costes directos complementarios	144,560 €	2,89 €
		3,000 % Costes indirectos	147,450 €	<b>4,42 €</b>
			<b>Precio total por Ud</b>	<b>151,87 €</b>
<b>4.4</b>	<b>m</b>	Línea general de alimentación enterrada formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3x35+2G16 mm <sup>2</sup> , siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, bajo tubo protector de polietileno de doble pared, de 110 mm de diámetro.		
	0,099 m <sup>3</sup>	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	11,600 €	1,15 €
	1,000 m	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 110 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 250 N, con grado de protección IP 549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.	4,100 €	4,10 €
	3,000 m	Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 35 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 21123-4.	4,400 €	13,20 €
	2,000 m	Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 16 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 21123-4.	2,150 €	4,30 €
	0,200 Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	1,430 €	0,29 €
	0,013 h	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	8,980 €	0,12 €
	0,095 h	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.	3,390 €	0,32 €
	0,001 h	Camión cisterna de 8 m <sup>3</sup> de capacidad.	38,810 €	0,04 €
	0,069 h	Oficial 1º construcción.	17,540 €	1,21 €
	0,069 h	Peón ordinario construcción.	16,160 €	1,12 €
	0,105 h	Oficial 1º electricista.	18,130 €	1,90 €

#### 4 Instalaciones

Código	Ud	Descripción		Total
	0,091 h	Ayudante electricista.	16,400 €	1,49 €
	2,000 %	Costes directos complementarios	29,240 €	0,58 €
		3,000 % Costes indirectos	29,820 €	<b>0,89 €</b>
			<b>Precio total por m</b>	<b>30,71 €</b>
<b>4.5</b>	<b>m</b>	Derivación individual trifásica fija en superficie para vivienda, formada por cables unipolares con conductores de cobre, ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G6 mm², siendo su tensión asignada de 450/750 V, bajo tubo protector de PVC rígido, blindado, de 32 mm de diámetro.		
	1,000 m	Tubo rígido de PVC, roscable, curvable en caliente, de color negro, de 32 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 547 según UNE 20324, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 60423. Incluso abrazaderas, elementos de sujeción y accesorios (curvas, manguitos, tes, codos y curvas flexibles).	2,090 €	2,09 €
	5,000 m	Cable unipolar ES07Z1-K (AS), siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 6 mm² de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 211025.	1,270 €	6,35 €
	1,000 m	Conductor de cobre de 1,5 mm² de sección, para hilo de mando, de color rojo (tarifa nocturna).	0,130 €	0,13 €
	0,200 Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	1,430 €	0,29 €
	0,067 h	Oficial 1ª electricista.	18,130 €	1,21 €
	0,070 h	Ayudante electricista.	16,400 €	1,15 €
	2,000 %	Costes directos complementarios	11,220 €	0,22 €
		3,000 % Costes indirectos	11,440 €	<b>0,34 €</b>
			<b>Precio total por m</b>	<b>11,78 €</b>
<b>4.6</b>	<b>Ud</b>	Caja de medida con transformador de intensidad CMT-300E, de hasta 300 A de intensidad, para 1 contador trifásico, instalada en el interior de hornacina mural, en vivienda unifamiliar o local.		

#### 4 Instalaciones

Código	Ud	Descripción		Total
	1,000 Ud	Caja de medida con transformador de intensidad CMT-300E, de hasta 300 A de intensidad, para 1 contador trifásico, formada por una envolvente aislante, precintable, autoventilada y con mirilla de material transparente resistente a la acción de los rayos ultravioletas, para instalación empotrada. Incluso equipo completo de medida, bornes de conexión, bases cortacircuitos y fusibles para protección de la derivación individual. Normalizada por la empresa suministradora. Según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP 43 según UNE 20324 e IK 09 según UNE-EN 50102.	1.007,550 €	1.007,55 €
	3,000 m	Tubo de PVC liso, serie B, de 160 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	5,250 €	15,75 €
	1,000 m	Tubo de PVC liso, serie B, de 110 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	3,600 €	3,60 €
	1,000 Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	1,430 €	1,43 €
	0,323 h	Oficial 1ª construcción.	17,540 €	5,67 €
	0,323 h	Peón ordinario construcción.	16,160 €	5,22 €
	0,538 h	Oficial 1ª electricista.	18,130 €	9,75 €
	0,538 h	Ayudante electricista.	16,400 €	8,82 €
	2,000 %	Costes directos complementarios	1.057,790 €	21,16 €
		3,000 % Costes indirectos	1.078,950 €	<b>32,37 €</b>
		<b>Precio total por Ud</b>		<b>1.111,32 €</b>
<b>4.7</b>	<b>m</b>	Cable eléctrico multiconductor, Afumex Class Expo (AS) "PRYSMIAN", para servicios móviles, tipo H07ZZ-F (AS), tensión nominal 450/750 V, de alta seguridad en caso de incendio (AS), reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductores de cobre recocido, flexible (clase 5), de 3G4 mm <sup>2</sup> de sección, aislamiento de elastómero reticulado, cubierta de poliolefina reticulada, de tipo Afumex, de color gris con banda verde.		
	1,000 m	Cable eléctrico multiconductor, Afumex Class Expo (AS) "PRYSMIAN", para servicios móviles, tipo H07ZZ-F (AS), tensión nominal 450/750 V, de alta seguridad en caso de incendio (AS), reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductores de cobre recocido, flexible (clase 5), de 3G4 mm <sup>2</sup> de sección, aislamiento de elastómero reticulado, cubierta de poliolefina reticulada, de tipo Afumex, de color gris con banda verde, de alta seguridad, para servicios móviles. Según UNE-EN 50525-3-21.	3,100 €	3,10 €
	0,027 h	Oficial 1ª electricista.	18,130 €	0,49 €
	0,027 h	Ayudante electricista.	16,400 €	0,44 €
	2,000 %	Costes directos complementarios	4,030 €	0,08 €
		3,000 % Costes indirectos	4,110 €	<b>0,12 €</b>

#### 4 Instalaciones

Código	Ud	Descripción		Total
			<b>Precio total por m</b>	<b>4,23 €</b>
<b>4.8</b>	<b>m</b>	Cable eléctrico multiconductor, Afumex Class Expo (AS) "PRYSMIAN", para servicios móviles, tipo H07ZZ-F (AS), tensión nominal 450/750 V, de alta seguridad en caso de incendio (AS), reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductores de cobre recocido, flexible (clase 5), de 3G1,5 mm <sup>2</sup> de sección, aislamiento de elastómero reticulado, cubierta de poliolefina reticulada, de tipo Afumex, de color gris con banda verde.		
	1,000 m	Cable eléctrico multiconductor, Afumex Class Expo (AS) "PRYSMIAN", para servicios móviles, tipo H07ZZ-F (AS), tensión nominal 450/750 V, de alta seguridad en caso de incendio (AS), reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductores de cobre recocido, flexible (clase 5), de 3G1,5 mm <sup>2</sup> de sección, aislamiento de elastómero reticulado, cubierta de poliolefina reticulada, de tipo Afumex, de color gris con banda verde, de alta seguridad, para servicios móviles. Según UNE-EN 50525-3-21.	1,930 €	1,93 €
	0,023 h	Oficial 1º electricista.	18,130 €	0,42 €
	0,023 h	Ayudante electricista.	16,400 €	0,38 €
	2,000 %	Costes directos complementarios	2,730 €	0,05 €
			3,000 % Costes indirectos	2,780 €
			<b>Precio total por m</b>	<b>2,86 €</b>
<b>4.9</b>	<b>Ud</b>	Trasformador 100 kVa		
		Sin descomposición		<b>16.504,854 €</b>
			3,000 % Costes indirectos	16.504,854 €
			<b>Precio total redondeado por Ud</b>	<b>17.000,00 €</b>

## 5 Urbanización interior de la parcela

Código	Ud	Descripción		Total
5.1	m	Colector enterrado en terreno no agresivo, de tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m <sup>2</sup> , de 250 mm de diámetro exterior.		
	1,050 m	Tubo de PVC liso, para saneamiento enterrado sin presión, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m <sup>2</sup> , de 250 mm de diámetro exterior y 6,2 mm de espesor, según UNE-EN 1401-1.	15,350 €	16,12 €
	0,014 l	Líquido limpiador para pegado mediante adhesivo de tubos y accesorios de PVC.	11,790 €	0,17 €
	0,007 l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC.	17,960 €	0,13 €
	0,373 m <sup>3</sup>	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	11,600 €	4,33 €
	0,054 h	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	35,360 €	1,91 €
	0,360 h	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.	3,390 €	1,22 €
	0,217 h	Oficial 1ª construcción de obra civil.	17,540 €	3,81 €
	0,104 h	Ayudante construcción de obra civil.	16,430 €	1,71 €
	2,000 %	Costes directos complementarios	29,400 €	0,59 €
			3,000 % Costes indirectos	29,990 €
				<b>0,90 €</b>
			<b>Precio total redondeado por m</b>	<b>30,89 €</b>
5.2	m	Colector enterrado en terreno no agresivo, de tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m <sup>2</sup> , de 160 mm de diámetro exterior.		
	1,050 m	Tubo de PVC liso, para saneamiento enterrado sin presión, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m <sup>2</sup> , de 160 mm de diámetro exterior y 4 mm de espesor, según UNE-EN 1401-1.	6,360 €	6,68 €
	0,010 l	Líquido limpiador para pegado mediante adhesivo de tubos y accesorios de PVC.	11,790 €	0,12 €
	0,005 l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC.	17,960 €	0,09 €
	0,294 m <sup>3</sup>	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	11,600 €	3,41 €
	0,040 h	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	35,360 €	1,41 €
	0,283 h	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.	3,390 €	0,96 €

## 5 Urbanización interior de la parcela

Código	Ud	Descripción		Total
	0,173 h	Oficial 1º construcción de obra civil.	17,540 €	3,03 €
	0,083 h	Ayudante construcción de obra civil.	16,430 €	1,36 €
	2,000 %	Costes directos complementarios	17,060 €	0,34 €
			3,000 % Costes indirectos	17,400 €
			<b>Precio total redondeado por m</b>	<b>17,92 €</b>
<b>5.3</b>	<b>m</b>	Tubería de riego por goteo formada por tubo de polietileno, color negro, de 20 mm de diámetro exterior, con goteros integrados, situados cada 50 cm.		
	1,000 m	Tubo de polietileno, color negro, de 20 mm de diámetro exterior, con goteros integrados, situados cada 50 cm, suministrado en rollos, con el precio incrementado el 10% en concepto de accesorios y piezas especiales.	0,680 €	0,68 €
	0,011 h	Oficial 1º fontanero.	18,130 €	0,20 €
	0,056 h	Ayudante fontanero.	16,400 €	0,92 €
	2,000 %	Costes directos complementarios	1,800 €	0,04 €
			3,000 % Costes indirectos	1,840 €
			<b>Precio total redondeado por m</b>	<b>1,90 €</b>
<b>5.4</b>	<b>Ud</b>	Electroválvula para riego, cuerpo de PVC y polipropileno, conexiones roscadas, de 2" de diámetro, alimentación del solenoide a 24 Vca, con posibilidad de apertura manual y regulador de caudal, con arqueta de plástico provista de tapa.		
	1,000 Ud	Electroválvula para riego, cuerpo de PVC y polipropileno, conexiones roscadas, de 2" de diámetro, alimentación del solenoide a 24 Vca, con posibilidad de apertura manual y regulador de caudal.	94,510 €	94,51 €
	1,000 Ud	Arqueta de plástico, con tapa y sin fondo, de 30x30x30 cm, para alojamiento de válvulas en sistemas de riego.	29,630 €	29,63 €
	0,225 h	Oficial 1º fontanero.	18,130 €	4,08 €
	0,225 h	Ayudante fontanero.	16,400 €	3,69 €
	0,112 h	Oficial 1º electricista.	18,130 €	2,03 €
	2,000 %	Costes directos complementarios	133,940 €	2,68 €

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



## 5 Urbanización interior de la parcela

Código	Ud	Descripción		Total	
			3,000 % Costes indirectos	136,620 €	<b>4,10 €</b>
			<b>Precio total redondeado por Ud</b>	<b>140,72 €</b>	
<b>5.5</b>	<b>m</b>	Línea eléctrica monofásica enterrada para alimentación de electroválvulas y automatismos de riego, formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1,5 mm <sup>2</sup> , siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, bajo tubo protector de polietileno de doble pared, de 40 mm de diámetro.			
	0,083 m <sup>3</sup>	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.		11,600 €	0,96 €
	1,000 m	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 40 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 250 N, con grado de protección IP 549 según UNE 20324. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.		1,250 €	1,25 €
	3,000 m	Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 21123-4.		0,450 €	1,35 €
	0,200 Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.		1,430 €	0,29 €
	0,011 h	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.		8,980 €	0,10 €
	0,080 h	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.		3,390 €	0,27 €
	0,001 h	Camión cisterna de 8 m <sup>3</sup> de capacidad.		38,810 €	0,04 €
	0,054 h	Oficial 1ª construcción de obra civil.		17,540 €	0,95 €
	0,054 h	Ayudante construcción de obra civil.		16,430 €	0,89 €
	0,045 h	Oficial 1ª electricista.		18,130 €	0,82 €
	0,039 h	Ayudante electricista.		16,400 €	0,64 €
	2,000 %	Costes directos complementarios		7,560 €	0,15 €
			3,000 % Costes indirectos	7,710 €	<b>0,23 €</b>
			<b>Precio total redondeado por m</b>		<b>7,94 €</b>

## 5 Urbanización interior de la parcela

Código	Ud	Descripción		Total
<b>5.6</b>	<b>Ud</b>	Válvula de compuerta de fundición PN 16 de 150 mm. de diámetro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, completamente instalada.		
	2,000 Ud	Válvula de compuerta de latón fundido, para roscar, de 1/2".	51,823 €	103,65 €
	1,000 Ud	Grifo de purga de 15 mm.	47,934 €	47,93 €
	1,000 Ud	Válvula de retención de latón para roscar de 1/2".	25,496 €	25,50 €
	1,000 Ud	Marco y tapa de fundición dúctil de 30x30 cm, según Compañía Suministradora.	105,494 €	105,49 €
	1,000 Ud	Material auxiliar para instalaciones de fontanería.	12,471 €	12,47 €
	8,295 h	Oficial 1º fontanero.	18,130 €	150,39 €
	4,147 h	Ayudante fontanero.	16,400 €	68,01 €
	4,000 %	Costes directos complementarios	513,440 €	20,54 €
			3,000 % Costes indirectos	533,980 €
			<b>Precio total redondeado por Ud</b>	<b>550,00 €</b>
<b>5.7</b>	<b>Ud</b>	Programador electrónico para riego automático, para 4 estaciones, con 1 programa y 3 arranques diarios del programa, alimentación por batería de 9 V.		
	1,000 Ud	Programador electrónico para riego automático, para 4 estaciones, con 1 programa y 3 arranques diarios del programa, alimentación por batería de 9 V, con capacidad para poner en funcionamiento varias electroválvulas simultáneamente y colocación mural en interior.	314,273 €	314,27 €
	2,614 h	Oficial 1º electricista.	18,130 €	47,39 €
	2,614 h	Ayudante electricista.	16,400 €	42,87 €
	2,000 %	Costes directos complementarios	404,530 €	8,09 €
			3,000 % Costes indirectos	412,620 €
				<b>12,38 €</b>

## 5 Urbanización interior de la parcela

Código	Ud	Descripción	Precio total redondeado por Ud	Total
			<b>Precio total redondeado por Ud</b>	<b>425,00 €</b>
5.8	Ud	Contador Woltman de 50 mm 2",conexionado al ramal de salida de los depósitos de fertilizante, incluso instalación de dos válvulas de corte de esfera de 50 mm, grifo de prueba, válvula de retención y demás material auxiliar, montado y funcionando, incluso verificación, y sin incluir la acometida, ni la red interior. (i/ timbrado contador por la Delegación de Industria). s/CTE-HS-4.		
1,000	Ud	Boca de riego, formada por cuerpo y tapa de fundición con cerradura de cuadradillo, brida de entrada, llave de corte y racor de salida roscado macho de latón de 1 1/2" de diámetro.	471,417 €	471,42 €
1,000	Ud	Collarín de toma en carga de PP, para tubo de polietileno, de 40 mm de diámetro exterior, según UNE-EN ISO 15874-3.	9,673 €	9,67 €
1,000	m	Tubo de polietileno PE 40 de color negro con bandas azules, de 40 mm de diámetro exterior y 5,5 mm de espesor, PN=10 atm, según UNE-EN 12201-2.	18,915 €	18,92 €
1,617	h	Oficial 1ª fontanero.	18,130 €	29,32 €
1,618	h	Ayudante fontanero.	16,400 €	26,54 €
2,000	%	Costes directos complementarios	555,870 €	11,12 €
	3,000 %	Costes indirectos	566,990 €	<b>17,01 €</b>
			<b>Precio total redondeado por Ud</b>	<b>584,00 €</b>

## 5 Urbanización interior de la parcela

Código	Ud	Descripción		Total
<b>5.9</b>	<b>Ud</b>	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 25 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 4 válvulas de mariposa de diámetro 75 mm. con soportes, incluso relleno posterior del filtro monocapa de árido silíceo calibrado, montado y probado.		
	1,000 Ud	Tubo de acero galvanizado, de 1 m de longitud, conexión de 1/2" de diámetro.	1.396,101 €	1.396,10 €
	1,000 Ud	Adaptador para tobera, de ABS, conexión de 1/2" de diámetro.	400,248 €	400,25 €
	1,000 Ud	Tobera difusora con arco ajustable, con caudal proporcional al sector regado y alcance regulable, conexión de 1/2" de diámetro.	552,723 €	552,72 €
	1,000 Ud	Collarín de toma en carga de PP, para tubo de polietileno, de 32 mm de diámetro exterior, según UNE-EN ISO 15874-3.	393,100 €	393,10 €
	26,711 h	Oficial 1º fontanero.	18,130 €	484,27 €
	26,715 h	Ayudante fontanero.	16,400 €	438,13 €
	2,000 %	Costes directos complementarios	3.664,570 €	73,29 €
			3,000 % Costes indirectos	3.737,860 €
			<b>Precio total redondeado por Ud</b>	<b>3.850,00 €</b>
<b>5.10</b>	<b>Ud</b>	Depósito de 1000l para albergar fertilizantes.		
	0,111 m³	Hormigón HM-20/P/20/I, fabricado en central.	66,690 €	7,40 €
	1,000 Ud	Arqueta de polipropileno, 30x30x30 cm.	28,740 €	28,74 €

## 5 Urbanización interior de la parcela

Código	Ud	Descripción		Total	
	1,000 Ud	Tapa de PVC, para arquetas de fontanería de 30x30 cm.	17,600 €	17,60 €	
	0,212 m³	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	11,600 €	2,46 €	
	2,000 m	Acometida de polietileno PE 40, de 20 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 2,8 mm de espesor, según UNE-EN 12201-2, incluso p/p de accesorios de conexión y piezas especiales.	1,040 €	2,08 €	
	1,000 Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1/2", con mando de cuadradillo.	3,820 €	3,82 €	
	1,000 Ud	Collarín de toma en carga de PP, para tubo de polietileno, de 20 mm de diámetro exterior, según UNE-EN ISO 15874-3.	1,300 €	1,30 €	
	0,112 h	Oficial 1ª construcción de obra civil.	17,540 €	1,96 €	
	0,112 h	Ayudante construcción de obra civil.	16,430 €	1,84 €	
	3,818 h	Oficial 1ª fontanero.	18,130 €	69,22 €	
	0,954 h	Ayudante fontanero.	16,400 €	15,65 €	
	4,000 %	Costes directos complementarios	152,070 €	6,08 €	
			3,000 % Costes indirectos	158,150 €	<b>4,74 €</b>
			<b>Precio total redondeado por Ud</b>	<b>162,89 €</b>	
<b>5.11</b>	<b>Ud</b>	<b>Depósito de 500l para albergar fertilizantes y tratamientos.</b>			
	0,111 m³	Hormigón HM-20/P/20/l, fabricado en central.	66,690 €	7,40 €	
	1,000 Ud	Arqueta de polipropileno, 30x30x30 cm.	28,740 €	28,74 €	
	1,000 Ud	Tapa de PVC, para arquetas de fontanería de 30x30 cm.	17,600 €	17,60 €	
	0,212 m³	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	11,600 €	2,46 €	
	2,000 m	Acometida de polietileno PE 40, de 20 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 2,8 mm de espesor, según UNE-EN 12201-2, incluso p/p de accesorios de conexión y piezas especiales.	1,040 €	2,08 €	
	1,000 Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1/2", con mando de cuadradillo.	3,820 €	3,82 €	

## 5 Urbanización interior de la parcela

Código	Ud	Descripción		Total
	1,000 Ud	Collarín de toma en carga de PP, para tubo de polietileno, de 20 mm de diámetro exterior, según UNE-EN ISO 15874-3.	1,300 €	1,30 €
	0,067 h	Oficial 1ª construcción de obra civil.	17,540 €	1,18 €
	0,067 h	Ayudante construcción de obra civil.	16,430 €	1,10 €
	2,295 h	Oficial 1ª fontanero.	18,130 €	41,61 €
	0,573 h	Ayudante fontanero.	16,400 €	9,40 €
	4,000 %	Costes directos complementarios	116,690 €	4,67 €
	3,000 %	Costes indirectos	121,360 €	<b>3,64 €</b>
		<b>Precio total redondeado por Ud</b>		<b>125,00 €</b>
<b>5.12</b>	<b>Ud</b>	Goteros integrados de un caudal de 2 l/h		
		Sin descomposición		<b>0,437 €</b>
	3,000 %	Costes indirectos	0,437 €	<b>0,01 €</b>
		<b>Precio total redondeado por Ud</b>		<b>0,45 €</b>
<b>5.13</b>	<b>Ud</b>	Tubería de aspiración de 225 mm		
	0,185 m³	Hormigón HM-20/P/20/I, fabricado en central.	66,690 €	12,34 €
	1,000 Ud	Arqueta de polipropileno, 55x55x55 cm.	3,849 €	3,85 €
	1,000 Ud	Tapa de PVC, para arquetas de fontanería de 55x55 cm.	4,527 €	4,53 €
	0,250 m³	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	11,600 €	2,90 €
	2,000 m	Acometida de polietileno PE 40, de 90 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 12,3 mm de espesor, según UNE-EN 12201-2, incluso p/p de accesorios de conexión y piezas especiales.	0,800 €	1,60 €
	1,000 Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 3", con mando de cuadradillo.	3,656 €	3,66 €

## 5 Urbanización interior de la parcela

Código	Ud	Descripción		Total
	1,000 Ud	Collarín de toma en carga de PP, para tubo de polietileno, de 90 mm de diámetro exterior, según UNE-EN ISO 15874-3.	0,285 €	0,29 €
	0,007 h	Oficial 1ª construcción de obra civil.	17,540 €	0,12 €
	0,007 h	Ayudante construcción de obra civil.	16,430 €	0,12 €
	0,272 h	Oficial 1º fontanero.	18,130 €	4,93 €
	0,069 h	Ayudante fontanero.	16,400 €	1,13 €
	4,000 %	Costes directos complementarios	35,470 €	1,42 €
		3,000 % Costes indirectos	36,890 €	<b>1,11 €</b>
			<b>Precio total redondeado por Ud</b>	<b>38,00 €</b>
<b>5.14</b>	<b>Ud</b>	<b>Tubería primaria de 225 mm</b>		
	0,185 m³	Hormigón HM-20/P/20/l, fabricado en central.	66,690 €	12,34 €
	1,000 Ud	Arqueta de polipropileno, 55x55x55 cm.	3,849 €	3,85 €
	1,000 Ud	Tapa de PVC, para arquetas de fontanería de 55x55 cm.	4,527 €	4,53 €
	0,250 m³	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	11,600 €	2,90 €
	2,000 m	Acometida de polietileno PE 40, de 90 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 12,3 mm de espesor, según UNE-EN 12201-2, incluso p/p de accesorios de conexión y piezas especiales.	0,800 €	1,60 €
	1,000 Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 3", con mando de cuadradillo.	3,656 €	3,66 €
	1,000 Ud	Collarín de toma en carga de PP, para tubo de polietileno, de 90 mm de diámetro exterior, según UNE-EN ISO 15874-3.	0,285 €	0,29 €
	0,007 h	Oficial 1ª construcción de obra civil.	17,540 €	0,12 €
	0,007 h	Ayudante construcción de obra civil.	16,430 €	0,12 €
	0,273 h	Oficial 1º fontanero.	18,130 €	4,95 €

## 5 Urbanización interior de la parcela

Código	Ud	Descripción		Total
	0,068 h	Ayudante fontanero.	16,400 €	1,12 €
	4,000 %	Costes directos complementarios	35,480 €	1,42 €
			3,000 % Costes indirectos	36,900 €
				<b>1,11 €</b>
			<b>Precio total redondeado por Ud</b>	<b>38,01 €</b>
<b>5.15</b>	<b>Ud</b>	<b>Tubería secundaria</b>		
	0,185 m³	Hormigón HM-20/P/20/I, fabricado en central.	66,690 €	12,34 €
	1,000 Ud	Arqueta de polipropileno, 55x55x55 cm.	3,849 €	3,85 €
	1,000 Ud	Tapa de PVC, para arquetas de fontanería de 55x55 cm.	4,527 €	4,53 €
	0,250 m³	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	11,600 €	2,90 €
	2,000 m	Acometida de polietileno PE 40, de 90 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 12,3 mm de espesor, según UNE-EN 12201-2, incluso p/p de accesorios de conexión y piezas especiales.	0,800 €	1,60 €
	1,000 Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 3", con mando de cuadradillo.	3,656 €	3,66 €
	1,000 Ud	Collarín de toma en carga de PP, para tubo de polietileno, de 90 mm de diámetro exterior, según UNE-EN ISO 15874-3.	0,285 €	0,29 €
	0,001 h	Oficial 1ª construcción de obra civil.	17,540 €	0,02 €
	0,001 h	Ayudante construcción de obra civil.	16,430 €	0,02 €
	0,030 h	Oficial 1ª fontanero.	18,130 €	0,54 €
	0,008 h	Ayudante fontanero.	16,400 €	0,13 €
	4,000 %	Costes directos complementarios	29,880 €	1,20 €
			3,000 % Costes indirectos	31,080 €
				<b>0,93 €</b>
			<b>Precio total redondeado por Ud</b>	<b>32,01 €</b>



## 5 Urbanización interior de la parcela

Código	Ud	Descripción	Total
5.16	1	Bomba de riego eje vertical, "marca Rovatti, modelo 6V23" de 6", ", con una potencia de 32,5 kW y 66 m3/h de caudal.	
		Sin descomposición	<b>38.834,951 €</b>
		3,000 % Costes indirectos	38.834,951 €
			<b>1.165,05 €</b>
		<b>Precio total redondeado por 1</b>	<b>40.000,00 €</b>
5.17	€/ha	Estercolado de fondo en terreno suelto, con aportación de 80 t/ha de estiércol de ovino bien hecho, extendido con medios mecánicos.	
		Sin descomposición	<b>854,369 €</b>
		3,000 % Costes indirectos	854,369 €
			<b>25,63 €</b>
		<b>Precio total redondeado por €/ha</b>	<b>880,00 €</b>
5.18	€/ha	Labor de estercolado por medio de una empresa de servicios, la cual se encarga de cargar y esparcir el estiércol	
		Sin descomposición	<b>218,447 €</b>
		3,000 % Costes indirectos	218,447 €
			<b>6,55 €</b>
		<b>Precio total redondeado por €/ha</b>	<b>225,00 €</b>
5.19	€/ha	Labor de desfonde con arado de vertedera de desfonde monosurco, ejecutándose la labor a una profundidad de 70 cm., con inversión de horizontes, en terrenos medios de pendiente menor al 35 % y pedregosidad baja o nula.	
		Sin descomposición	<b>339,806 €</b>
		3,000 % Costes indirectos	339,806 €
			<b>10,19 €</b>
		<b>Precio total redondeado por €/ha</b>	<b>350,00 €</b>

## 5 Urbanización interior de la parcela

Código	Ud	Descripción	Total
5.20	€/ha	Pase de cultivador en suelo de textura media para afinar el terreno	
		Sin descomposición	<b>20,388 €</b>
		3,000 % Costes indirectos	20,388 € <b>0,61 €</b>
		<b>Precio total redondeado por €/ha</b>	<b>21,00 €</b>
5.21	Ud	Almendo de variedad Penta injertado sobre Rootpac 20 de un año de injerto. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado..	
		Sin descomposición	<b>6,573 €</b>
		3,000 % Costes indirectos	6,573 € <b>0,20 €</b>
		<b>Precio total redondeado por Ud</b>	<b>6,77 €</b>
5.22	Ud	Almendo de variedad Vialfás injertado sobre Rootpac 20 de un año de injerto. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado.	
		Sin descomposición	<b>6,573 €</b>
		3,000 % Costes indirectos	6,573 € <b>0,20 €</b>
		<b>Precio total redondeado por Ud</b>	<b>6,77 €</b>
5.23	Ud	Plantación con arado plantador y tractor agrícola de 140 CV, distancia entre plantones de 1,2 m, anchura entre líneas de árboles de 4 m. Nudo de injerto 4 cm por encima del nivel del suelo. i/pp de remolque y tractor auxiliar.	
		Sin descomposición	<b>970,874 €</b>
		3,000 % Costes indirectos	970,874 € <b>29,13 €</b>
		<b>Precio total redondeado por Ud</b>	<b>1.000,00 €</b>

## 5 Urbanización interior de la parcela

Código	Ud	Descripción	Total
5.24	Ud	Colocación de tutores	
		Sin descomposición	<b>0,534 €</b>
		3,000 % Costes indirectos	0,534 €
			<b>0,02 €</b>
		<b>Precio total redondeado por Ud</b>	<b>0,55 €</b>
5.25	€/ha	Revisión y recolocación de plantas.	
		Sin descomposición	<b>63,107 €</b>
		3,000 % Costes indirectos	63,107 €
			<b>1,89 €</b>
		<b>Precio total redondeado por €/ha</b>	<b>65,00 €</b>
5.26	Ud	Tractor agrícola de 66 kW.	
		Sin descomposición	<b>53.398,058 €</b>
		3,000 % Costes indirectos	53,398,058 €
			<b>1.601,94 €</b>
		<b>Precio total redondeado por Ud</b>	<b>55.000,00 €</b>
5.27	Ud	Remolque basculante de 6 t de MMA	
		Sin descomposición	<b>7.281,553 €</b>
		3,000 % Costes indirectos	7.281,553 €
			<b>218,45 €</b>
		<b>Precio total redondeado por Ud</b>	<b>7.500,00 €</b>
5.28	Ud	Cultivador de 11 brazos, repartidos en dos filas y con rastra trasera.	
		Sin descomposición	<b>2.135,922 €</b>

## 5 Urbanización interior de la parcela

Código	Ud	Descripción		Total
			3,000 % Costes indirectos 2.135,922 €	<b>64,08 €</b>
			<b>Precio total redondeado por Ud</b>	<b>2.200,00 €</b>
5.29	Ud	Pulverizador hidroneumático arrastrado 2.000 l de capacidad, con sistema de aplicación mediante boquillas de chorro cónico. Sin descomposición		<b>4.466,019 €</b>
			3,000 % Costes indirectos 4.466,019 €	<b>133,98 €</b>
			<b>Precio total redondeado por Ud</b>	<b>4.600,00 €</b>
5.30	Ud	Pulverizador hidráulico de 800 l de capacidad y dispuesto de boquillas de chorro en abanico para tratamientos herbicidas. Sin descomposición		<b>3.203,883 €</b>
			3,000 % Costes indirectos 3.203,883 €	<b>96,12 €</b>
			<b>Precio total redondeado por Ud</b>	<b>3.300,00 €</b>
5.31	Ud	Podadora hidráulica de corte por discos con una barra de corte de 1,5 m. El accionamiento de los discos es realizado por una serie de motores hidráulicos a su vez, accionados por la t.d.f. del tractor, permitiéndose establecer el ángulo de corte deseado. Sin descomposición		<b>5.339,806 €</b>
			3,000 % Costes indirectos 5.339,806 €	<b>160,19 €</b>
			<b>Precio total redondeado por Ud</b>	<b>5.500,00 €</b>
5.32	Ud	Trituradora-desbrozadora de martillos, accionada por la t.d.f. y con un ancho de trabajo de 3 m. Sin descomposición		<b>3.883,495 €</b>
			3,000 % Costes indirectos 3.883,495 €	<b>116,51 €</b>
			<b>Precio total redondeado por Ud</b>	<b>4.000,00 €</b>

### 5 Urbanización interior de la parcela

Código	Ud	Descripción	Total
5.33	Ud	Equipo de poda suspendido, con compresor y tijeras neumáticas	
		Sin descomposición	<b>1.456,311 €</b>
		3,000 % Costes indirectos	1.456,311 €
			<b>43,69 €</b>
		<b>Precio total redondeado por Ud</b>	<b>1.500,00 €</b>

## 5 Urbanización interior de la parcela

Código	Ud	Descripción	Total
--------	----	-------------	-------

---

# **ANEJO XI. ESTUDIO ECONÓMICO**

## ÍNDICE

1.	Introducción.....	3
2.	Criterios de rentabilidad.....	3
2.1.	Inversión.....	4
3.	Ingresos.....	4
3.1.	Cobros ordinarios .....	4
3.1.1.	Venta de cosecha.....	4
3.1.2.	Ayudas PAC .....	5
3.2.	Cobros extraordinarios .....	5
4.	Pagos .....	6
4.1.	Pagos ordinarios.....	6
4.2.	Pagos extraordinarios.....	10
5.	Financiación .....	11
5.1.	Financiación ajena.....	11
6.	Análisis de sensibilidad.....	14
7.	Conclusiones.....	16

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Cuantía de la inversión inicial (Resumen del presupuesto).....	4
Tabla 2.	Importe de venta de la cosecha.....	5
Tabla 3.	Cobros extraordinarios .....	6
Tabla 5.	Pagos ordinarios del año 1 .....	7
Tabla 6.	Pagos ordinarios del año 2 .....	7
Tabla 7.	Pagos ordinarios del año 3.....	8
Tabla 8.	Pagos ordinarios del año 4.....	8
Tabla 9.	Pagos ordinarios del año 5 y sucesivos (sin incluir el 7-11-15).....	9
Tabla 10.	Pagos ordinarios del año 7, 11 y 15.....	9
Tabla 11.	Resumen de tratamientos fitosanitarios anuales.....	10
Tabla 12.	Pagos extraordinarios.....	10
Tabla 13.	Anualidades del préstamo .....	12
Tabla 14.	Flujos de caja .....	12
Tabla 15.	Indicadores de rentabilidad.....	13



## 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. Criterios 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 (R<sub>i</sub>). 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:

$$VAN = -K + R_i \cdot x \cdot ((1 + i)^n - 1) / (i \cdot (1 + i)^n)$$

- **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.** 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.

## 2.1. Inversión

En la Tabla 1 se muestra la cuantía de la inversión inicial desglosada por capítulos, que se corresponde con el resumen del presupuesto.

**Tabla 1. Cuantía de la inversión inicial (Resumen del presupuesto)**

Capítulo	Importe (€)
<b>1 Acondicionamiento del terreno</b>	<b>89</b>
<b>2 Estructuras</b>	<b>7.918,17</b>
<b>3 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares</b>	<b>1.110,01</b>
<b>4 Instalaciones</b>	<b>18.845,47</b>
<b>5 Urbanización interior de la parcela</b>	<b>1.012.358,71</b>
<b>Presupuesto de ejecución material (PEM)</b>	<b>1.040.321,36</b>
10% de gastos generales	104.032,14
4% de beneficio industrial	41.612,85
<b>Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)</b>	<b>1.185.966,35</b>
21% IVA	249.052,93
<b>Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)</b>	<b>1.435.019,28</b>

Para la evaluación financiera se considera el presupuesto general con IVA, aunque más adelante el promotor tenga la posibilidad de deducirlo.

Para la evaluación económica se va a considerar que la vida útil de la plantación, las construcciones y las instalaciones será de 15 años. Sin embargo, para la maquinaria se considera una vida útil de 10 años.

## 3. Ingresos

### 3.1. Cobros ordinarios

#### 3.1.1. Venta de 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.

Tabla 2. Importe de venta de la cosecha

Año	Producción (almendra cáscara)	Precio (almendra con cáscara)	Importe total (34,2 ha)
1	0 kg/ha	1,25 €/kg	0 €
2	1.800 kg/ha	1,25 €/kg	76.950 €
3	3.600 kg/ha	1,25 €/kg	153.900 €
4	6.000 kg/ha	1,25 €/kg	256.500 €
5 y sucesivos	8.000 kg/ha	1,25 €/kg	342.000 €

### 3.1.2. Ayudas PAC

La cuantía anual total de las ayudas PAC que percibirá la explotación está formada por los tres conceptos siguientes:

- **Pago básico.** Se corresponde con el 60% del pago que percibe actualmente el arrendatario, que asciende a 120 €/ha.
- **Pago verde.** Los cultivos permanentes, como el almendro, cumplen automáticamente con la condicionalidad de greening. Se prevé que la ayuda percibida por este concepto sea de 50 €/ha.
- **Ayudas acopladas.** El cultivo del almendro tiene una ayuda acoplada de 120€/ha.

El importe total de la ayuda es el siguiente:

$$\text{Ayudas PAC} = (120 + 50 + 120) \text{ € / ha} \cdot 34,2 \text{ ha} = 9.900 \text{ €/año}$$

### 3.2. 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:

$$Vf = Vo - \left( \frac{N * (Vo - Vf)}{n} \right)$$

Siendo:

- Vf: valor final del inmovilizado en el año n de la plantación.
- Vo: valor inicial del inmovilizado.
- Vr: valor residual del inmovilizado, que se considera como un 15 % del valor inicial o de adquisición.
- N: número de años transcurridos desde la última reposición.
- n: vida útil del inmovilizado, en años.

En la Tabla 3 se muestra el desglose de los cobros extraordinarios de la plantación en proyecto.

**Tabla 3. Cobros extraordinarios**

Inmovilizado	Vo	Año de compra	n	Año de reposición	Vr	Vf media vida: $N = n/2$ (a)
Tractor agrícola 66 kW	55.000,00	1	10	10	8250	31.625
Remolque basculante 6 t	7.500,00	1	10	10	1125	4.312,50
Cultivador de 11 brazos	2.200,00	1	10	10	330	1.265
Pulverizador hidroneumático arrastrado	4.600,00	1	10	10	690	2.645
Pulverizador hidráulico suspendido	3.300,00	1	10	10	495	1.897,50
Podadora mecánica	5.500,00	1	10	10	825	3.162,50
Trituradora-desbrozadora	4.000,00	1	10	10	600	2.300
Compresor de poda suspendido y tijeras neumáticas	1.500,00	1	10	10	225	862,5
Caseta de riego	9.117,18	1	15		0	4.558,59
Sistema de riego	234.979,72	1	15		0	117.489,86

## 4. Pagos

### 4.1. Pagos ordinarios

En las Tablas 4 y siguientes se muestran los pagos ordinarios que se originan cada año. Únicamente se considera la mano de obra en el primer año para la colocación de marras. Los años 7, 11 y 15 se analizan aparte debido a la consideración de mano de obra para la poda manual. El resto de los años no se considera mano de obra porque bastará con la del promotor.

Tabla 4. Pagos ordinarios del año 1

Clase	Concepto	Consumo anual	Precio unitario	Total
Energía y lubricantes	Carburantes	400	0,7 €/l	280,00 €
	Lubricantes	20	2,3 €/l	46,00 €
	Potencia contratada	40	26 €/kW*año	1.040,00 €
	Consumo eléctrico	5500	0,13 €/kW*año	715 €
Fitosanitarios		1	3924	3.924,00 €
Fertilizantes	N-32	0	0,17	0,00 €
	P-52	0	1,29	0,00 €
	K-32	0	1,46	0,00 €
	Peón	100	12 €/h	1.200,00 €
Seguros e impuestos	Seguros	1	140 €/año	140,00 €
	IBI	34,2	40 €/ha*año	1.368,00 €
Conservación y mantenimiento		34,2	300 €/ha*año	10.260,00 €
Operaciones extras		1	0	0,00 €
<b>Total</b>				<b>18.973,30 €</b>

Tabla 5. Pagos ordinarios del año 2

Clase	Concepto	Consumo anual	Precio unitario	Total
Energía y lubricantes	Carburantes	4982	0,7 €/l	3.488,00 €
	Lubricantes	249,1	2,3 €/l	573,00 €
	Potencia contratada	40	26 €/kW*año	1.040,00 €
	Consumo eléctrico	11000	0,13 €/kW*año	1.430,00 €
Fitosanitarios		1	3.924,00 €	3.924,00 €
Fertilizantes	N-32	0	0,17 €	0,00 €
	P-52	0	1,29 €	0,00 €
	K-32	0	1,46 €	0,00 €
	Peón	0	12 €/h	0,00 €
Seguros e impuestos	Seguros	1	140 €/año	140,00 €
	IBI	34,2	40 €/ha*año	1.368,00 €
Conservación y mantenimiento		34,2	300 €/ha*año	10.260,00 €
	Operaciones extras	1	0,00 €	0,00 €
<b>Total</b>				<b>22.223,00 €</b>

Tabla 6. Pagos ordinarios del año 3

Clase	Concepto	Consumo anual	Precio unitario	Total
Energía y lubricantes	Carburantes	4982	0,7 €/l	3.488,00 €
	Lubricantes	249,1	2,3 €/l	573,00 €
	Potencia contratada	40	26 €/kW*año	1.040,00 €
	Consumo eléctrico	16500	0,13 €/kW*año	2.145,00 €
Fitosanitarios		1	3.924,00 €	3.924,00 €
Fertilizantes	N-32	10526	0,17 €	1.789,42 €
	P-52	968	1,29 €	1.248,72 €
	K-32	2435	1,46 €	3.555,10 €
	Peón	0	12 €/h	0,00 €
Seguros e impuestos	Seguros	1	140 €/año	140,00 €
	IBI	34,2	40 €/ha*año	1.368,00 €
Conservación y mantenimiento		34,2	300 €/ha*año	10.260,00 €
	Recolección	34,2	280,00 €	9.576,00 €
<b>Total</b>				<b>36.107,24 €</b>

Tabla 7. Pagos ordinarios del año 4

Clase	Concepto	Consumo anual	Precio unitario	Total
Energía y lubricantes	Carburantes	4982	0,7 €/l	3.488,00 €
	Lubricantes	249,1	2,3 €/l	573,00 €
	Potencia contratada	40	26 €/kW*año	1.040,00 €
	Consumo eléctrico	19800	0,13 €/kW*año	2.574,00 €
Fitosanitarios		1	3.924,00 €	3.924,00 €
Fertilizantes	N-32	13360	0,17 €	2.271,20 €
	P-52	2631	1,29 €	3.393,99 €
	K-32	14261	1,46 €	20.821,06 €
	Peón	0	12 €/h	0,00 €
Seguros e impuestos	Seguros	1	140 €/año	140,00 €
	IBI	34,2	40 €/ha*año	1.368,00 €
Conservación y mantenimiento		34,2	300 €/ha*año	10.260,00 €
	Recolección	34,2	280,00 €	9.576,00 €
<b>Total</b>				<b>59.429,25 €</b>

Tabla 8. Pagos ordinarios del año 5 y sucesivos (sin incluir el 7-11-15)

Clase	Concepto	Consumo anual	Precio unitario	Total
Energía y lubricantes	Carburantes	4982	0,7 €/l	3.488,00 €
	Lubricantes	249,1	2,3 €/l	573,00 €
	Potencia contratada	40	26 €/kW*año	1.040,00 €
	Consumo eléctrico	18400	0,13 €/kW*año	2.392,00 €
Fitosanitarios		1	3.924,00 €	3.924,00 €
Fertilizantes	N-32	15383	0,17 €	2.615,11 €
	P-52	3111	1,29 €	4.013,19 €
	K-32	16561	1,46 €	24.179,06 €
	Peón	0	12 €/h	0,00 €
Seguros e impuestos	Seguros	1	140 €/año	140,00 €
	IBI	34,2	40 €/ha*año	1.368,00 €
Conservación y mantenimiento		34,2	300 €/ha*año	10.260,00 €
	Recolección	34,2	280,00 €	9.576,00 €
<b>Total</b>				<b>63.568,36 €</b>

Tabla 9. Pagos ordinarios del año 7, 11 y 15

Clase	Concepto	Consumo anual	Precio unitario	Total
Energía y lubricantes	Carburantes	4982	0,7 €/l	3.488,00 €
	Lubricantes	249,1	2,3 €/l	573,00 €
	Potencia contratada	40	26 €/kW*año	1.040,00 €
	Consumo eléctrico	18400	0,13 €/kW*año	2.392,00 €
Fitosanitarios		1	3.924,00 €	3.924,00 €
Fertilizantes	N-32	15383	0,17 €	2.615,11 €
	P-52	3111	1,29 €	4.013,19 €
	K-32	16561	1,46 €	24.179,06 €
	Peón	4583	12 €/h	54.996 €
Seguros e impuestos	Seguros	1	140 €/año	140,00 €
	IBI	34,2	40 €/ha*año	1.368,00 €
Conservación y mantenimiento		34,2	300 €/ha*año	10.260,00 €
	Recolección	34,2	280,00 €	9.576,00 €
<b>Total</b>				<b>118.564,36 €</b>

A continuación, en la Tabla 9, se muestra el resumen de los tratamientos fitosanitarios realizados cada año en la explotación. El coste total anual de tratamientos fitosanitarios asciende a 8.175,52 €

**Tabla 10. Resumen de tratamientos fitosanitarios anuales**

<b>Materia activa</b>	<b>Dosis</b>	<b>Cantidad total</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Importe (€)</b>
SPIRODICLOFEN 24% P/V	0,6 l/ha	34,2	180	3.693,6
METIL TIAFONATO 50% P/V	1 l/ha	34,2	15	513
LAMBDA CIHALOTRIN P/V	1,5% 1,3 l/ha	44,5	18,6	827,7
TEBUCONAZOL P/P	25% 0,5 kg/ha	17,1	15	256,5
IMIDACLOPRID P/V	20% 0,5 l/ha	17,1	18,2	311,22
DELTAMETRIN P/V	10% 0,9 l/ha	30,8	40,7	1.253,56
MANCOZEB 75 %	2 kg/ha	68,4	4,8	328,32
OXICLORURO COBRE	DE 0,4 kg/ha	13,7	7,33	100,42
GLIFOSATO 36% P/V	8 l/ha	274	3,25	890,5
<b>Total</b>				<b>8.175,52</b>

## 4.2. 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 este caso, debido a la baja frecuencia de la poda manual, también se va a considerar como pago extraordinario.

**Tabla 11. Pagos extraordinarios**

<b>Año</b>	<b>Concepto</b>	<b>Importe</b>
<b>0</b>	Inversión inicial	1.435.019,28
<b>10</b>	Maquinaria agrícola	85.000,00

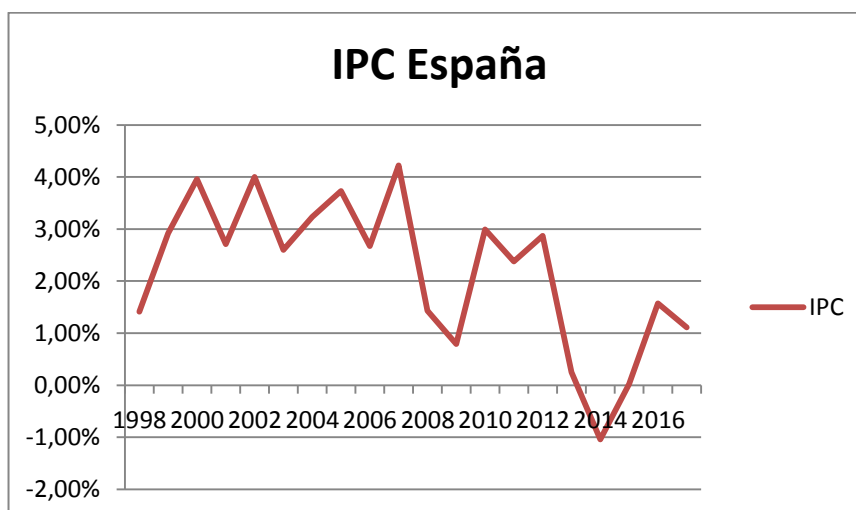


## 5. Financiación

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.

La tasa de inflación se calcula a partir del IPC. En la Ilustración 1 se muestra la variación del IPC en España en los últimos 20 años, así como la variación del IPC medio anual en estos años. La variación del IPC anual media de estos últimos años es del 2,20%.

Gráfico 1. IPC España 1998-2017



La tasa de incremento de cobros que se va a considerar es del 2,50 % y una tasa de incremento de pagos de 1,40 %.

Se va a considerar una tasa mínima de actualización del 2,50 % y un incremento del 0,5 %.

Pese a que el promotor disponga de una serie de ahorros, se va a solicitar un préstamo de 1.000.000,00 € para poder pagar la totalidad de la inversión inicial y evitar que el promotor se quede si efectivo en la cuenta corriente.

### 5.1. Financiación ajena

La financiación del proyecto va a ser totalmente ajena, solicitando un préstamo que cubra el 100 % del capital invertido. Tras consultar varias entidades financieras, el préstamo concedido es de 1.500.000 €, con un tipo de interés del 10,00 %, un plazo de pago de 15 años y un sistema anual de devolución de cuotas constantes.

La Tabla 12 presenta las anualidades del préstamo que debe pagar el promotor en cada uno de los años.

**Tabla 12. Anualidades del préstamo**

Anualidades constantes	
Año 1	197.210,67
Año 2	197.210,67
Año 3	197.210,67
Año 4	197.210,67
Año 5	197.210,67
Año 6	197.210,67
Año 7	197.210,67
Año 8	197.210,67
Año 9	197.210,67
Año 10	197.210,67
Año 11	197.210,67
Año 12	197.210,67
Año 13	197.210,67
Año 14	197.210,67
Año 15	197.210,67

En la Tabla 12 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 ajena.

**Tabla 13. Flujos de caja**

Año	COBROS		PAGOS (Incluida inversión)		FLUJOS		INCREMENTO DE FLUJO
	Ordinarios	Extraordin.	Ordinarios	Extraordin.	Final	Inicial	
0		1.500.000,00		1.435.019,28			
1	10.147,50		27.528,60	197.210,67	-214.591,76		-214.591,76
2	91.246,78		31.255,64	197.210,67	-137.219,52		-137.219,52
3	148.772,44		46.168,80	197.210,67	-94.607,02		-94.607,02
4	294.055,75		71.470,88	197.210,67	25.374,20		25.374,20
5	398.142,55		76.908,55	197.210,67	124.023,33		124.023,33
6	408.096,11		77.985,27	197.210,67	132.900,18		132.900,18
7	418.298,52		134.387,60	197.210,67	86.700,25		86.700,25
8	428.755,98		80.184,14	197.210,67	151.361,17		151.361,17
9	439.474,88		81.306,72	197.210,67	160.957,49		160.957,49
10	450.461,75	16.001,06	82.445,02	294.889,05	89.128,74		89.128,74
11	461.723,29		142.072,83	197.210,67	122.439,80		122.439,80
12	473.266,38		84.769,64	197.210,67	191.286,08		191.286,08
13	485.098,04		85.956,41	197.210,67	201.930,96		201.930,96
14	497.225,49		87.159,80	197.210,67	212.855,02		212.855,02
15	509.656,12		150.197,55	197.210,67	162.247,91		162.247,91

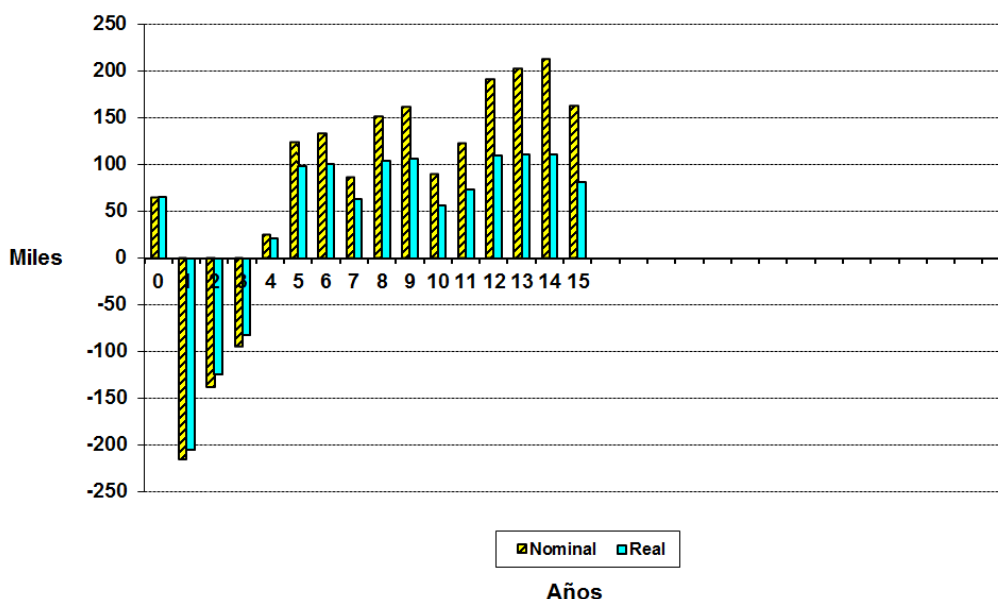
Tabla 14. Indicadores de rentabilidad

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.)
2,50	687.019,69	8	-10,57	10,00	225.177,05	9	-3,47
3,00	641.656,81	8	-9,87	10,50	206.502,17	10	-3,18
3,50	599.002,15	8	-9,22	11,00	188.858,15	10	-2,91
4,00	558.878,90	8	-8,60	11,50	172.183,96	10	-2,65
4,50	521.122,87	8	-8,02	12,00	156.422,57	10	-2,41
5,00	485.581,59	8	-7,47	12,50	141.520,62	11	-2,18
5,50	452.113,30	9	-6,96	13,00	127.428,21	11	-1,96
6,00	420.586,24	9	-6,47	13,50	114.098,59	11	-1,76
6,50	390.877,82	9	-6,02	14,00	101.488,02	11	-1,56
7,00	362.873,94	9	-5,58	14,50	89.555,49	12	-1,38
7,50	336.468,38	9	-5,18	15,00	78.262,58	12	-1,20
8,00	311.562,17	9	-4,79	15,50	67.573,27	12	-1,04
8,50	288.063,09	9	-4,43	16,00	57.453,75	13	-0,88
9,00	265.885,12	9	-4,09	16,50	47.872,33	14	-0,74
9,50	244.948,07	9	-3,77	17,00	38.799,22	14	-0,60

La tasa interna de rendimiento (TIR) es del 16,60 %.

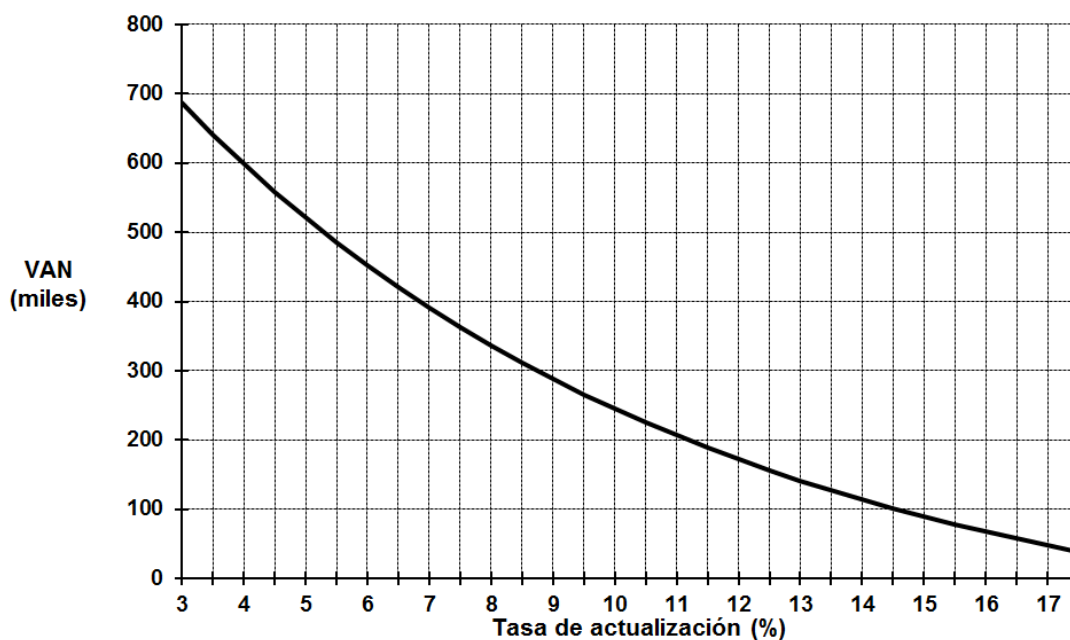
En el Gráfico 1 se muestra la variación de los flujos anuales considerando financiación propia.

Gráfico 2. Variación de los flujos anuales



En el Gráfico 3, que se muestra a continuación, se presenta la relación entre VAN y tasa de actualización.

**Gráfico 3. Relación VAN y tasa de actualización**

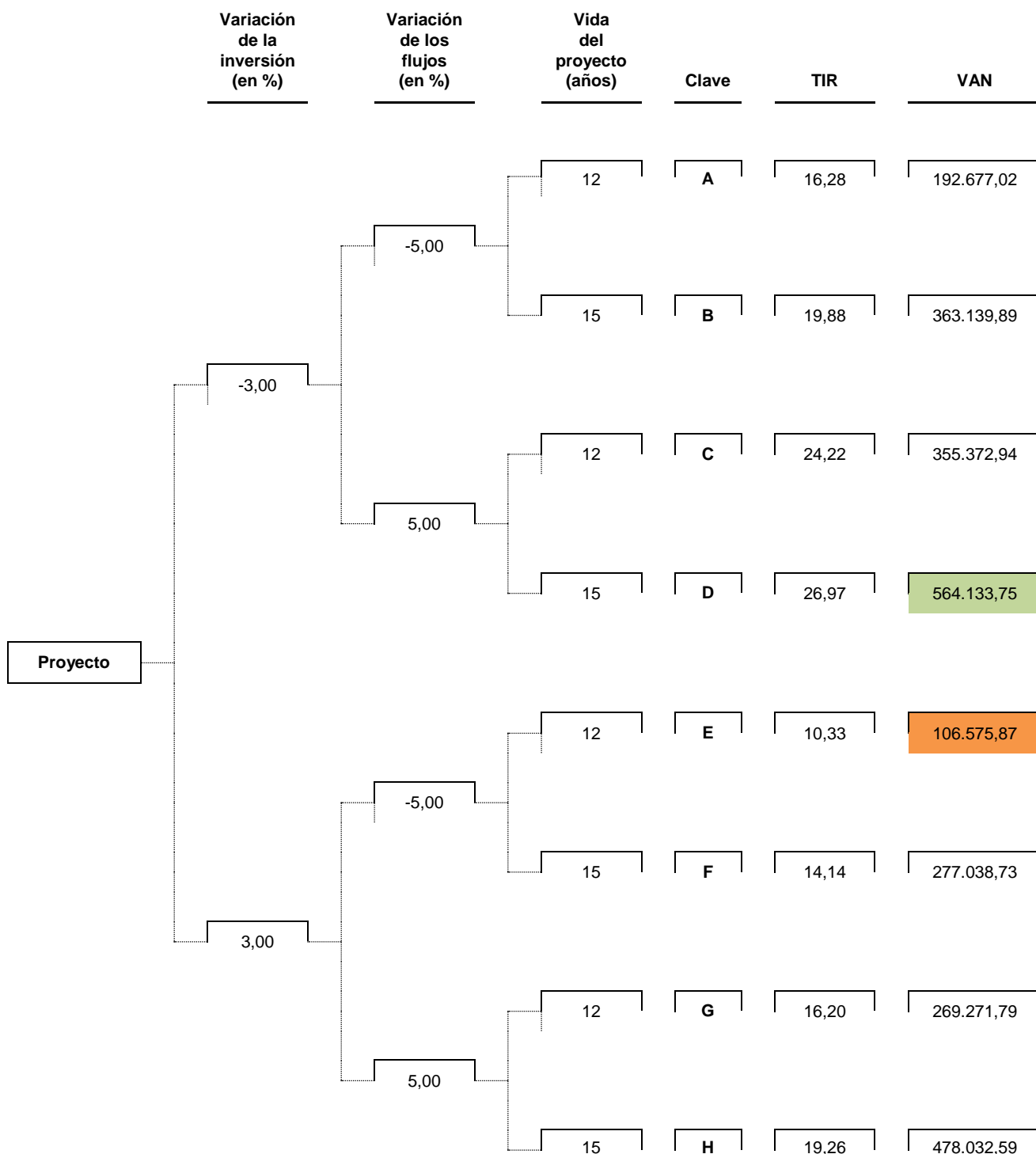


## 6. Análisis de sensibilidad

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  $\pm 3\%$ .
- La variación sobre las cantidades estimadas inicialmente de los flujos de caja será de  $\pm 5\%$ .
- La duración mínima del proyecto será de 12 años

Gráfico 4. Resultados del análisis de sensibilidad



La situación más favorable es la "D", con una TIR del 26,97 % y un VAN de 564.133,75 €. Por otra parte, la situación más desfavorable es la "E", con una TIR del 10,33 % y un VAN de 106.575,87 €.

## **7. Conclusiones**

Pese a que se trate de un proyecto totalmente financiado, el VAN y la TIR son bastante elevados, La TIR, es considerablemente superior a la tasa de actualización considerada. 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 incluso en la situación más desfavorable -aumento de los gastos un 3 %, disminución de los ingresos un 5 % y vida útil de 12 años – el proyecto seguiría siendo viable.

## **ANEJO XII: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

## ÍNDICE

1. Memoria .....	4
1.1. Identificación de las obras .....	4
1.2. Objeto de estudio .....	4
1.3. Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra.....	6
1.4. Análisis general de riesgos .....	6
1.4.1. Riesgos profesionales .....	6
1.4.1.1. En movimiento de tierras.....	6
1.4.1.2. En bases, rellenos, terraplenes,.....	7
1.4.1.3. En hormigones .....	7
1.4.1.4. En soldaduras .....	7
1.4.1.5. Riesgos producidos por agentes atmosféricos .....	7
1.5. Prevención de riesgos profesionales .....	8
1.5.2.1. En excavaciones, transportes, vertido extensión y compactado de tierras 8	
1.5.2.2. En maquinaria.....	9
1.5.2.3. En riesgos eléctricos .....	10
1.5.2.4. En soldaduras .....	10
1.5.2.5. En tuberías.....	10
1.5.2.6. Incendios .....	10
1.5.4.1. Botiquines .....	10
1.5.4.2. Asistencia a accidentados.....	10
1.5.4.3. Reconocimiento médico.....	11
1.6. Prevención de riesgos laborales .....	11
1.7. Prevención de riesgos de daños a terceros .....	19
1.8. Prevención de riesgos en maquinaria, instalaciones provisionales y medios auxiliares.....	19
1.8.1.1. Grúas autopropulsadas.....	19
1.8.1.2. Sierra circular eléctrica.....	20
1.8.1.3. Grupo de soldadura .....	20
1.8.1.4. Convertidores y vibradores eléctricos.....	21
1.8.1.5. Vibradores neumáticos .....	21
1.8.1.6. Compresor de aire .....	21
1.8.1.7. Martillo picador.....	22
1.8.1.8. Hormigonera eléctrica .....	22



1.8.1.9.	Pala cargadora y retroexcavadora .....	22
1.8.1.10.	Camiones basculantes.....	23
1.8.1.11.	Herramientas manuales .....	23
1.8.3.1.	Andamios.....	27
1.8.3.2.	Encofrados.....	28
1.9.	Disposiciones generales de seguridad y salud .....	29
2.1.	Disposiciones legales de aplicación.....	30
2.2.	Condiciones técnicas de los medios de protección .....	31
2.3.	Coordinador en materia de Seguridad y Salud .....	32
2.4.	Plan de Seguridad y Salud en el trabajo .....	32
2.5.	Obligaciones de contratistas y subcontratistas .....	33
2.6.	Obligación de los trabajadores autónomos .....	34
2.7.	Libro de licencias.....	35
2.8.	Paralización de los trabajos .....	35
2.9.	Derechos de los trabajadores .....	35
2.10.	Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud.....	35
3.	Mediciones para presupuesto .....	36

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Cuadro de precios de Seguridad y Salud .....	37
----------	--	----

## 1. Memoria

### 1.1. Identificación de las obras

El presente Estudio de Seguridad y Salud se realiza para el “Proyecto de plantación de 34,2 ha de almendro en superintensivo y con riego deficitario en el término municipal de Granja de Moreruela (Zamora)”. A continuación se muestran los datos básicos de proyecto:

- Autor del proyecto: José Rodríguez Fernández
- Emplazamiento: Polígono 1, parcela 82. Granja de Moreruela (Zamora)
- Promotor: José Rodríguez Fernández
- Presupuesto total del proyecto: 849.330,20 €
- Plazo de ejecución de las obras: 375 días

### 1.2. Objeto de estudio

El Estudio de Seguridad y Salud establece las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

El Estudio de Seguridad y Salud sirve para dar unas directrices básicas a la empresa constructora 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:

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450759,08 €.
- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

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 obligatoria 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.

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.
- 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 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
  - o Interferencias con líneas de media tensión.
  - o Derivados de maquinaria, conducciones, etc. que utilicen o produzcan energía eléctrica en la obra.
- Riesgos de incendios
  - o En almacenes, vehículos, encofrados de obra,..

### 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

- 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.
- Instalación de pasarelas de circulación de personas sobre las zanjas a hormigonar.
- 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.
- La maniobra de vertido, será dirigida por un oficial, que vigilará para que no se realicen maniobras inseguras.
- 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.
- Los huecos existentes en el suelo permanecerán protegidos.
- 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.
- Se prohíbe concentrar las cargas de materiales sobre vanos.
- Señales de obligatoriedad de uso de casco, botas, guantes y, en su caso, gafas y cinturones.
- En las zonas donde fuera preciso, se colocará señal de mascarilla o señal de protector auditivo o de gafas de seguridad, según proceda.
- Señal de caída de objetos, caída a distinto nivel o maquinaria pesada en movimiento, donde sea preciso.
- 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.

- 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.
- 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.
- Donde exista riesgo eléctrico, se colocará señal del mismo.
- Se fijarán señales de localización de botiquín y de extintores.
- 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.
- 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 mm<sup>2</sup> 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.
- 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.
- 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, deberá ser especialista.
- El montaje, uso y mantenimiento de la maquinaria se realizará como indique el fabricante.
- Todas las máquinas con alimentación a base de energía eléctrica estarán dotadas de toma de tierra y de disyuntores diferenciales.
- Las operaciones de ajuste, mantenimiento y arreglo de maquinaria las realizarán personas especializadas.
- Las máquinas de funcionamiento irregular serán retiradas inmediatamente para su reparación.
- Se prohíbe la retirada, manipulación o anulación de los elementos de protección de la maquinaria.
- No se permitirá trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria.
- Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas.

- Existirán señalización para las maniobras de máquinas.
- Debe vigilarse la posible irregularidad de funcionamiento de las máquinas.

#### 1.5.2.3. En riesgos eléctricos

- Pórtico de limitación de altura compuesto por perfiles metálicos.
- Interruptores diferenciales.
- Zonas 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 emplazamientos 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 señalizará, de acuerdo con la normativa vigente, el enlace con las carreteras y caminos, tomándose las adecuadas medidas de seguridad que cada caso requiera.

Se señalizarán 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.

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

salido 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 señalado y cuyo contenido mínimo será el siguiente:

- Agua oxigenada
- Alcohol de 96º
- Tintura de yodo
- Mercurocromo
- Amoniaco
- Gasa estéril
- Algodón hidrófilo
- Vendas
- Esparadrapo
- Antiespasmódicos
- Analgésicos
- Tónicos cardiacos de urgencias
- Torniquete
- Bolsas de goma para agua o hielo
- Guantes esterilizados
- Jeringuilla
- Hervidor
- Agujas para inyectables
- 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:

- o Golpes de la carga
- o Rotura del cable estorbo
- o Falta de visibilidad
- o Caída de la carga
- o Caída o vuelco de la grúa
- o Atropellos
- Medios de protección
  - o 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.

- o 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
- Intoxicaciones
- Descargas eléctricas
- Lesiones en la vista
- Caídas desde alturas
- 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
  - Ruidos
  - Rotura de mangueras
- Medios de protección
  - Protecciones personales
    - Será obligatorio el uso de casco
  - 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
  - Ruidos
  - Vibraciones y percusión
  - Proyección de partículas
  - 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
  - Golpes y atropellos
  - Electrocutaciones y descargas eléctricas
  - 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
  - Vuelcos
  - Colisiones
  - 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 onnipolar 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 onnipolar 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 ó 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 conexcionada 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 del 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 Laborales.
- Real Decreto Legislativo 1/1995, de 24 de marzo, Estatuto de los Trabajadores.

En Palencia, junio de 2018

Fdo.: José Rodríguez Fernández

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 repuesto al momento.

Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante, también será 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 tabloncillos hembriados, 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 tabloncillos hembriados, 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:

1. Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y en particular:

- El mantenimiento de la obra en buen estado 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.

2. Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

3. Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Real Decreto.

4. 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.

5. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en 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:

1. Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:

- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- 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.

2. Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anejo IV del Real Decreto.

3. Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.

4. Cumplir las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

5. Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/97.

6. Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1997.

7. 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. Las mediciones se realizaron con el programa PRESTO 8.8., con la actualización de los precios al año 2012.

Palencia, junio de 2018

Fdo.: José Rodríguez Fernández

Grado en Ingeniería Agrícola del Medio Rural

**Tabla 1. Cuadro de precios de Seguridad y Salud**

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

Plantación de almendros

<b>CÓDIGO</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>UDS</b>	<b>LON</b>	<b>ANC</b>	<b>ALT</b>	<b>PARCIALES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>IMPORTE</b>
<b>CAPÍTULO 01. SEGURIDAD Y SALUD</b>									
<b>SUBCAPÍTULO 01.01. Protecciones individuales</b>									
<b>Ud Pantalla Seguridad Soldadura</b>									
01.01.01	Pantalla Seguridad Soldadura	3				3,00	3,00	3,27	9,81
<b>Ud Mascarilla antipolvo</b>									
01.01.02	Mascarilla antipolvo	12				12,00	12,00	0,83	9,96
<b>Ud Filtro recambio mascarilla</b>									
01.01.03	Filtro mascarilla	36				36,00	36,00	1,40	50,40
<b>Ud Protectores auditivos</b>									
01.01.04	Protectores auditivos	12				12,00	12,00	4,78	57,36
<b>Ud Faja sobreesfuerzos</b>									
01.01.05	Faja sobreesfuerzos	3				3,00	3,00	7,05	21,15
<b>Ud Mono de trabajo</b>									
01.01.06	Mono de trabajo	12				12,00	12,00	25,46	305,52
<b>Ud Impermeable</b>									
01.01.07	Impermeable de trabajo	12				12,00	12,00	8,52	102,24
<b>Ud Mandil soldador</b>									
01.01.08	Mandil de soldador	3				3,00	3,00	3,75	11,25
<b>Ud Guantes piel</b>									
01.01.09	Guantes de trabajo	12				12,00	12,00	1,55	18,60
<b>Ud Casco de seguridad</b>									
01.01.10	Casco de seguridad	12				12,00	12,00	6,21	74,52
<b>Ud Guantes de soldador</b>									
01.01.11	Guantes de soldador	3				3,00	3,00		

Alumno: José Rodríguez Fernández

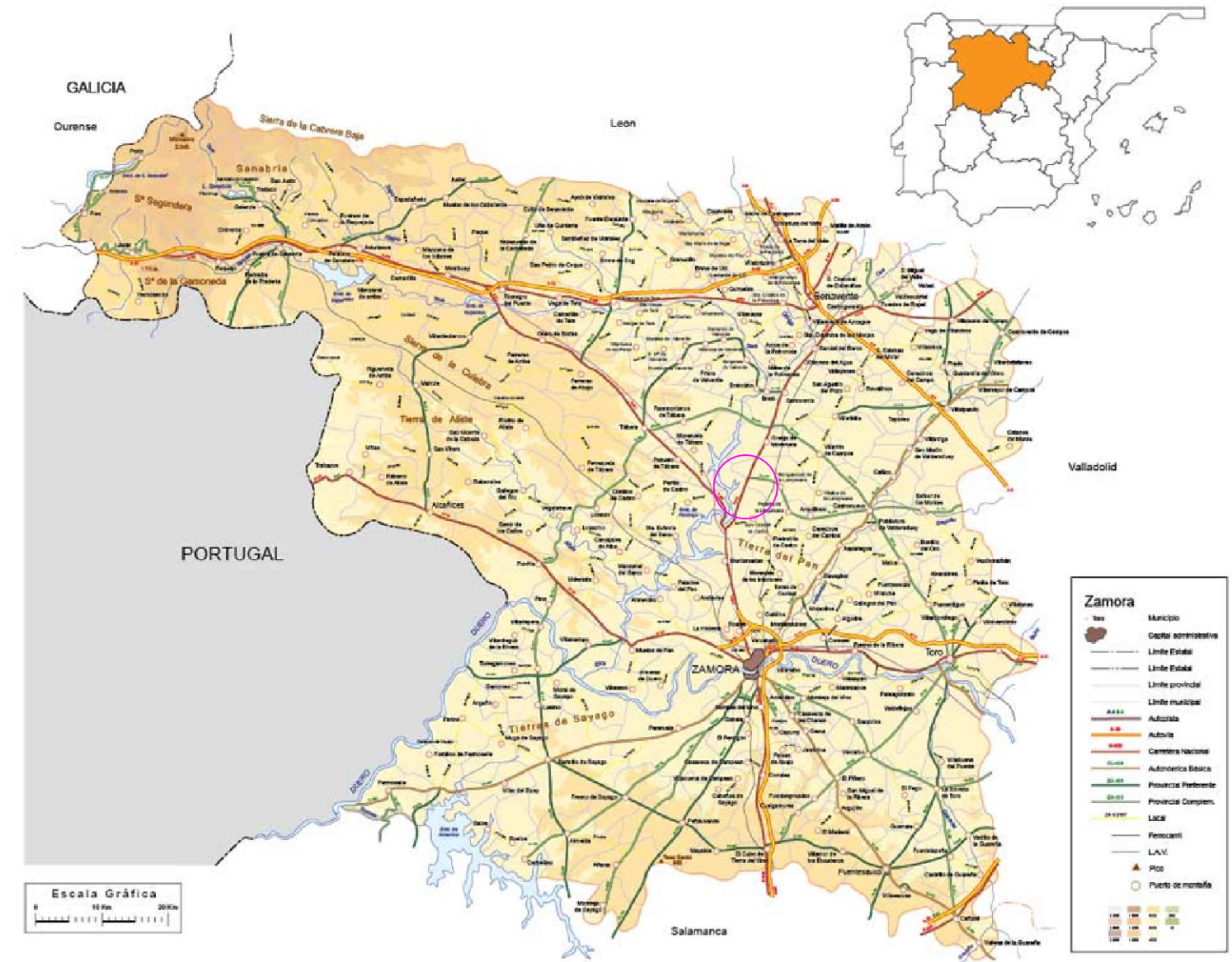
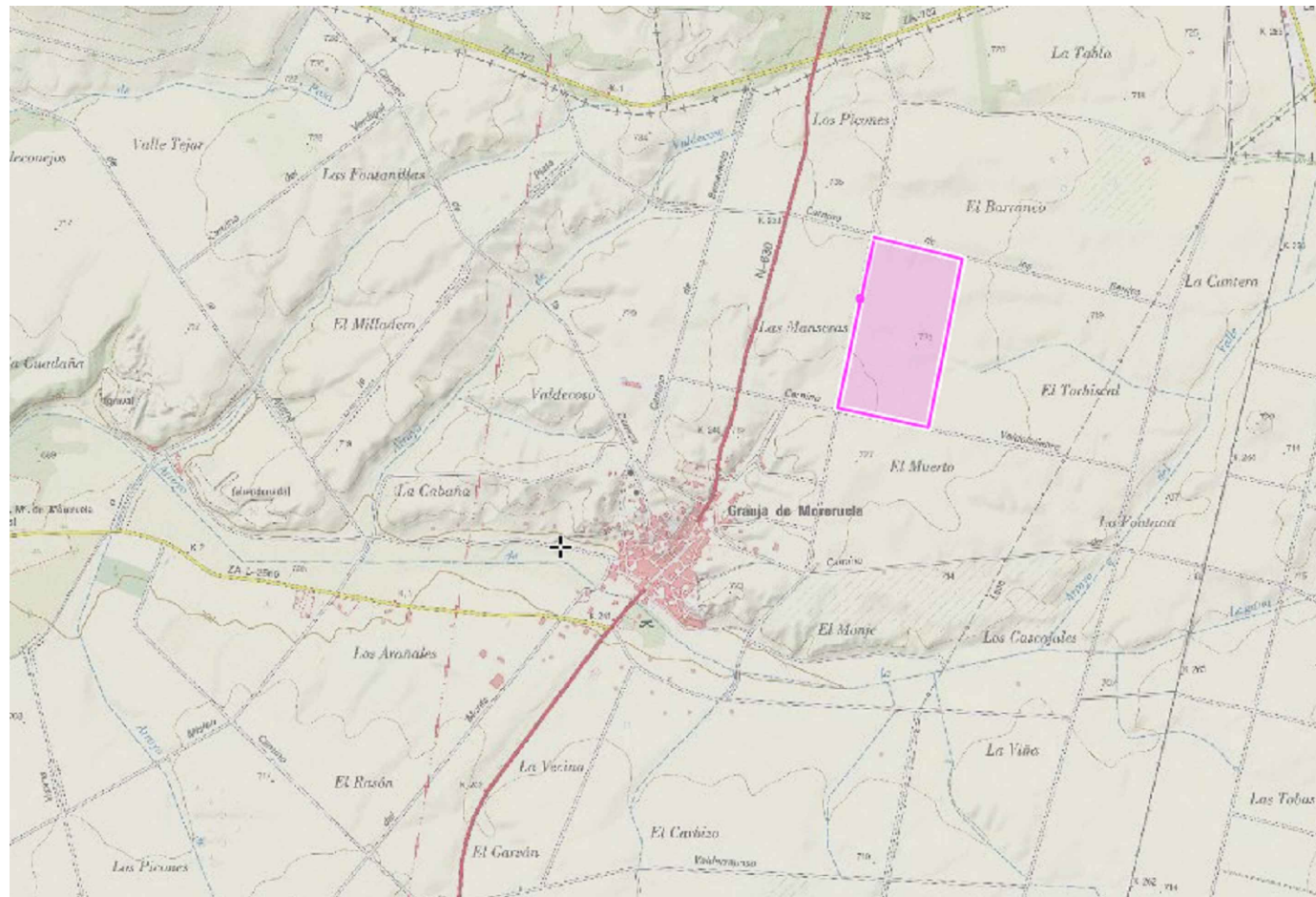
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS


Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

						3,00	2,74	8,22
01.01.12	<b>Ud Guantes nitrilo 100%</b>							
	Guantes nitrilo 100%	12		12,00		12,00	2,85	34,20
01.01.13	<b>Ud Gafas contra impactos</b>							
	Gafas contra impactos	12		12,00		12,00	3,25	39,00
01.01.14	<b>UD Tapones antirruído</b>							
	Tapones antirruído	12		12,00		12,00	0,57	6,84
01.01.15	<b>Ud Botas de seguridad</b>							
	Botas de seguridad	12		12,00		12,00	29,51	354,12
01.01.16	<b>Ud Botas de agua</b>							
	Botas de agua	12		12,00		12,00	6,99	83,88
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.01. Protecciones individuales</b>								<b>1187,07</b>
<b>SUBCAPÍTULO 01.02. Protecciones colectivas</b>								
01.02.01	<b>m<sup>2</sup> Red protección huecos</b>							
	Cubrición hueco horizontal 2,00x2,00 m con mallazo electrosoldado de 15x15 cm D=5 mm	2	5,00	2,00	20,00	20,00	40,54	810,80
01.02.02	<b>m Barandilla de puntales y tubos</b>							
	Barandilla de puntales y tubos	8	10,00		80,00	80,00	7,25	580,00
01.02.03	<b>Ud Señal cuadrada con soporte</b>							
	Señal cuadrada con soporte	2		2,00		2,00	16,95	33,90
01.02.04	<b>m Cinta de balizamiento</b>							
	Cinta de balizamiento	400		400,00		400,00	0,86	344,00
01.02.05	<b>Ud Cartel uso obligatorio del casco</b>							
	Cartel uso obligatorio del casco	2		2,00		2,00	3,66	7,32
01.02.06	<b>Ud Valla contención de peatones</b>							


	Valla contención de peatones	2	2,00			
				2,00	6,85	13,70
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.02. Protecciones colectivas</b>					<b>1789,72</b>
	<b>SUBCAPÍTULO 01.03. Extinción de incendios</b>					
01.03.01	<b>Ud Extintor uso en construcción</b>					
	Extintor uso en construcción	3	3,00			
				3,00	39,90	119,70
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.03. Extinción de incendios</b>					<b>119,70</b>
	<b>SUBCAPÍTULO 01.04. Instalaciones del personal</b>					
01.04.01	<b>Ud Alquiler caseta vestuarios</b>	1	1,00			
	Mes de alquiler de caseta prefabricada para uso de vestuario y almacén de obra de 6,00 x 2,50 x 2,50 m			1,00	250,84	250,84
01.04.02	<b>Ud Alquiler caseta aseos</b>	1	1,00			
	Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseo del personal 3,00 x 2,50 x 2,50 m			1,00	225,72	225,72
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.04. Instalaciones del personal</b>					<b>476,56</b>
	<b>SUBCAPÍTULO 01.05. Servicios de prevención</b>					
01.05.01	<b>Ud Botiquín de urgencias</b>					
	Botiquín de urgencias	1	1,00			
				1,00	26,95	26,95
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.05. Servicios de prevención</b>					<b>26,95</b>
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01 SEGURIDAD Y SALUD</b>					<b>3600,00</b>
	<b>TOTAL</b>					<b>3600,00</b>

## **DOCUMENTO 2. PLANOS**





**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)**



Proyecto de plantación de 34,2 ha de almendro en superintensivo y con riego deficitario en el término municipal de Granja de Moreruela (Zamora)

José Rodríguez Fernández PROMOTOR	Varias ESCALA	1 Nº PLANO
--------------------------------------	------------------	---------------

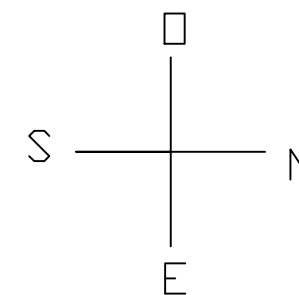
Situación y emplazamiento TÍTULO DEL PLANO	ALUMNO/A:  FECHA:
Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural TITULACIÓN	FIRMA

795

Lat: 41°48'57.44" N  
Lon: 5°43'45.01" W

Sondeo Lat: 41°49'9.93" N  
Lon: 5°43'41.23" W

Lat: 41°49'23" N  
Lon: 5°43'38.06" W



430

Lat: 41°49'20.06" N  
Lon: 5°43'26.60" W

Lat: 41°48'55.02" N  
Lon: 5°43'26.86" W



**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)**



Proyecto de plantación de 34,2 ha de almendro en  
superintensivo y con riego deficitario en el término  
municipal de Granja de Moreruela (Zamora)

TÍTULO DEL PROYECTO

José Rodríguez Fernández

PROMOTOR

1/2500

ESCALA

2

Nº PLANO

Replanteo de la situación actual

TÍTULO DEL PLANO

ALUMNO/A:

Grado en Ingeniería Agrícola y del  
Medio Rural

TITULACIÓN

FECHA:

FIRMA







Variedad Penta

Camino transversal 3 Variedad Vialfás

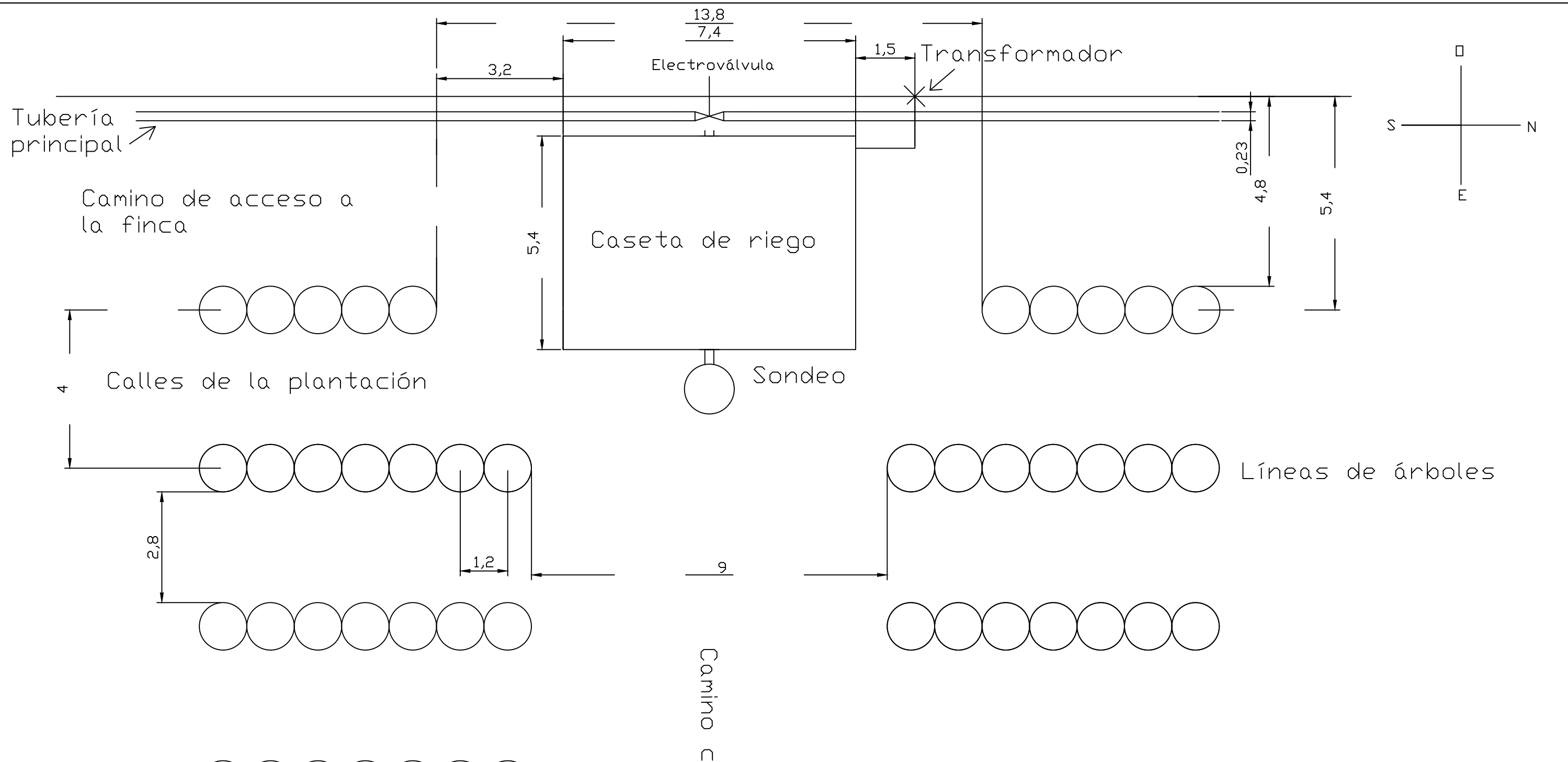
Camino central 9 Variedad Penta

Variedad Vialfás

	<b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b>		
	Proyecto de plantación de 34,2 ha de almendro en superintensivo y con riego deficitario en el término municipal de Granja de Moreruela (Zamora)		
TÍTULO DEL PROYECTO _____			

José Rodríguez Fernández _____ PROMOTOR _____	1/2500 _____ ESCALA _____	3 _____ Nº PLANO _____
--	------------------------------	---------------------------

Distribución general de la plantación _____ TÍTULO DEL PLANO _____	ALUMNO/A: _____  FECHA: _____ FIRMA _____
Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural _____ TITULACIÓN _____	



**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)**



Proyecto de plantación de 34,2 ha de almendro en superintensivo y con riego deficitario en el término municipal de Granja de Moreruela (Zamora)

TÍTULO DEL PROYECTO \_\_\_\_\_

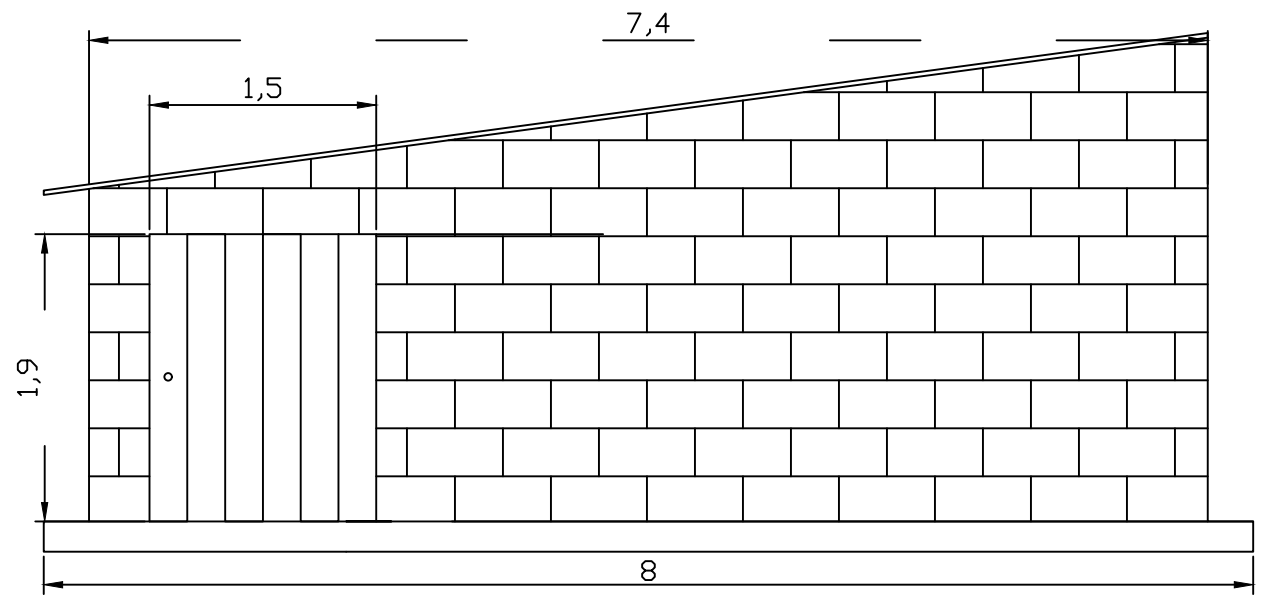
PROMOTOR <u>José Rodríguez Fernández</u>	ESCALA <u>1/100</u>	Nº PLANO <u>4</u>
--	---------------------	-------------------

Detalle 1. Caseta de riego, sondeo y calles de la plantación  
 TÍTULO DEL PLANO \_\_\_\_\_

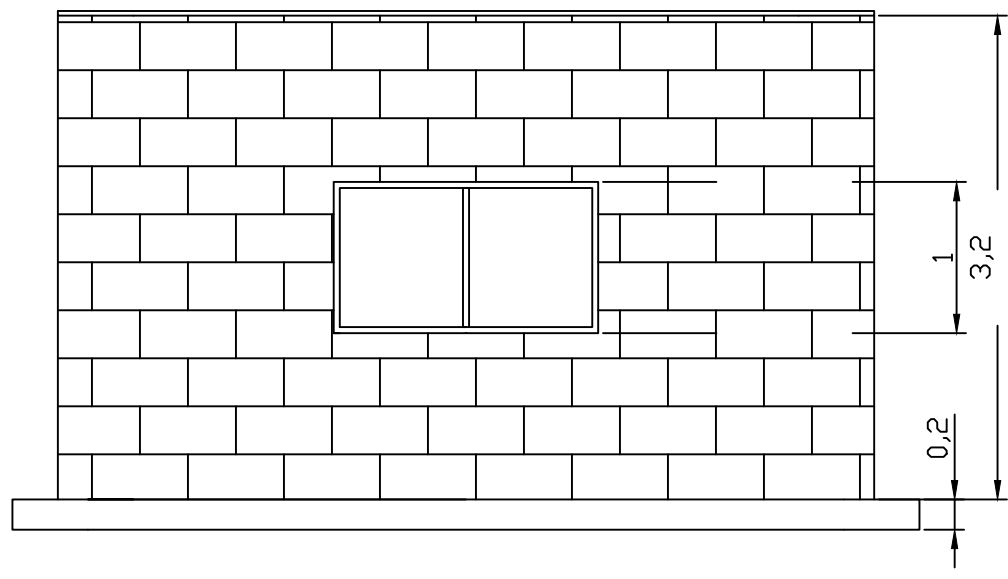
ALUMNO/A: \_\_\_\_\_

Grado en ingeniería Agrícola y del Medio Rural  
 TITULACIÓN \_\_\_\_\_

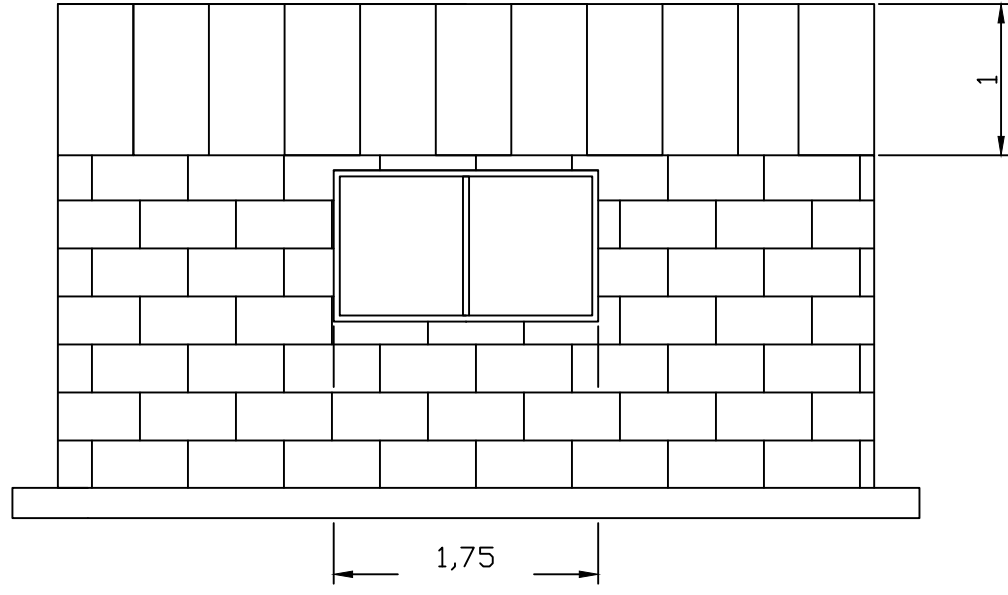
FECHA: \_\_\_\_\_ FIRMA \_\_\_\_\_



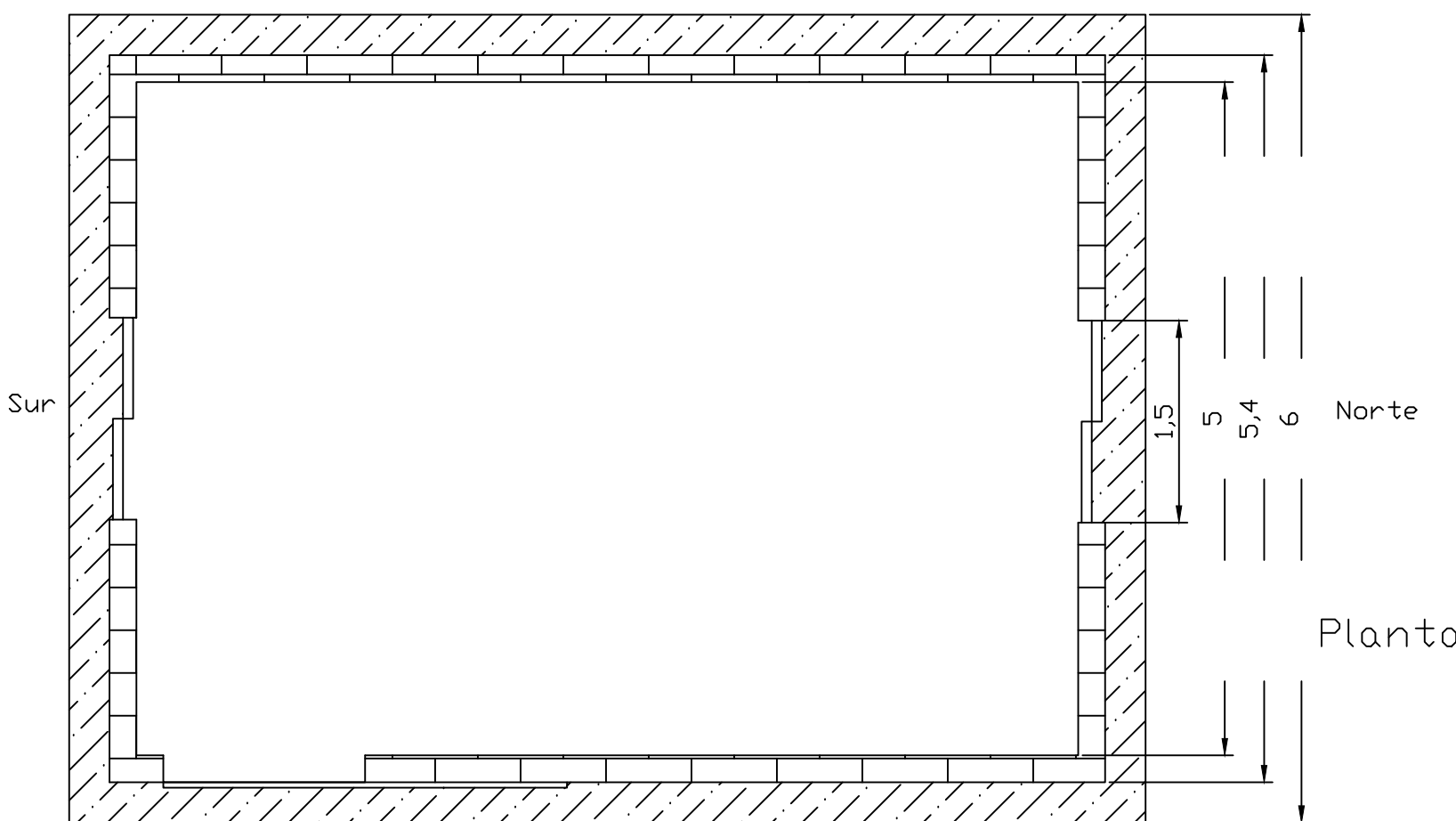
Alzado Este  
Alzado Oeste





Alzado Norte

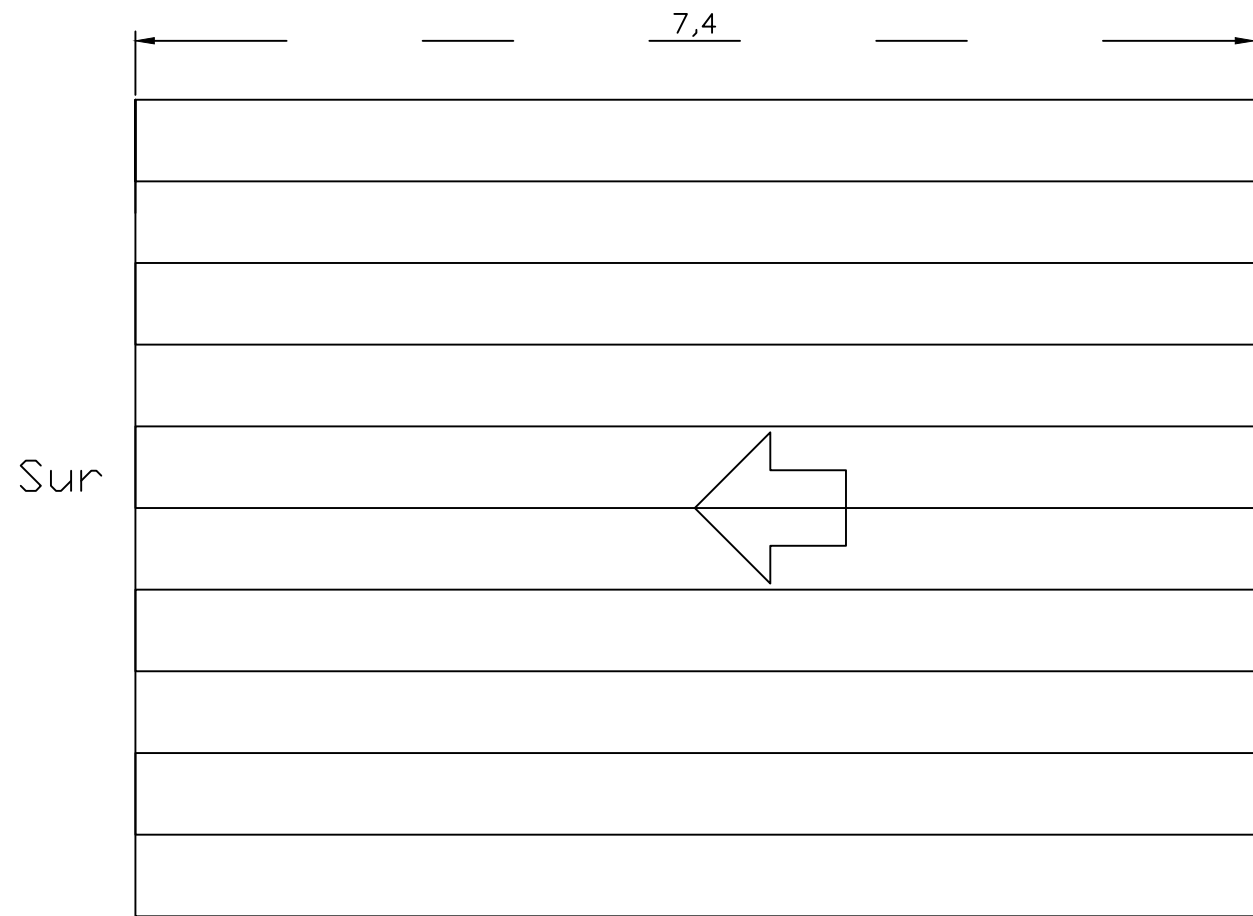


Alzado Sur

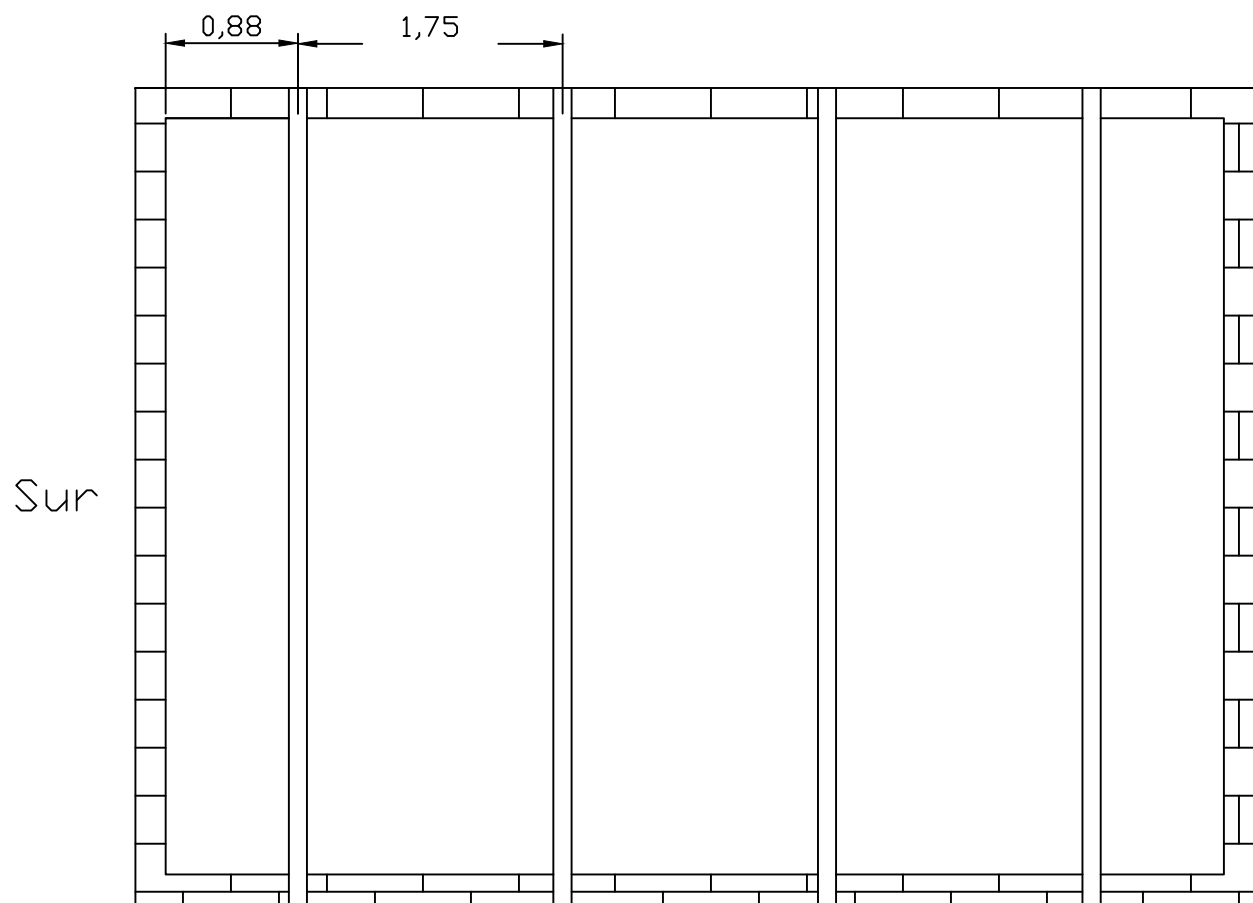


Planta

	<b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b>		
	Proyecto de plantación de 34,2 ha de almendro en superintensivo y con riego deficitario en el término municipal de Granja de Moreruela (Zamora)		
TÍTULO DEL PROYECTO _____			
José Rodríguez Fernández PROMOTOR _____	1/50 ESCALA _____	5 Nº PLANO _____	
Caseta de riego TÍTULO DEL PLANO _____		ALUMNO/A: _____	
Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural TITULACIÓN _____		FECHA: _____	
		FIRMA _____	



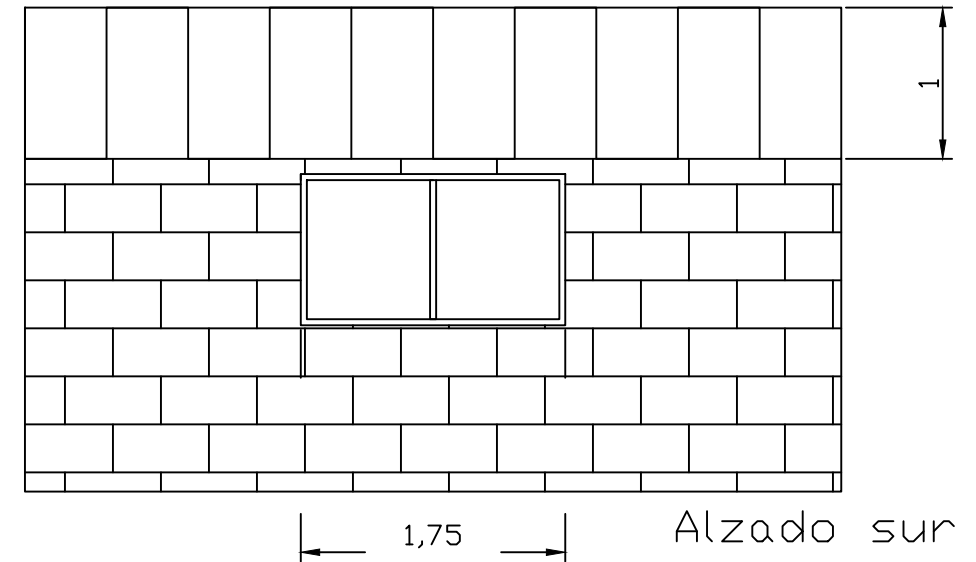
Cubierta



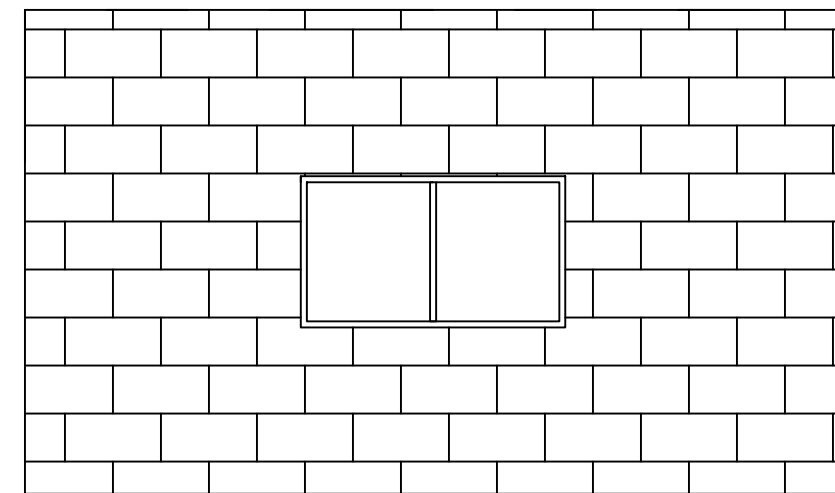
Estructura

Norte

Norte



Alzado sur



Alzado norte



**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)**



Proyecto de plantación de 34,2 ha de almendro en superintensivo y con riego deficitario en el término municipal de Granja de Moreruela (Zamora)

TÍTULO DEL PROYECTO \_\_\_\_\_

José Rodríguez Fernández

PROMOTOR \_\_\_\_\_

1/50

ESCALA \_\_\_\_\_

6

Nº PLANO \_\_\_\_\_

Estructura de la cubierta de la caseta de riego

TÍTULO DEL PLANO \_\_\_\_\_

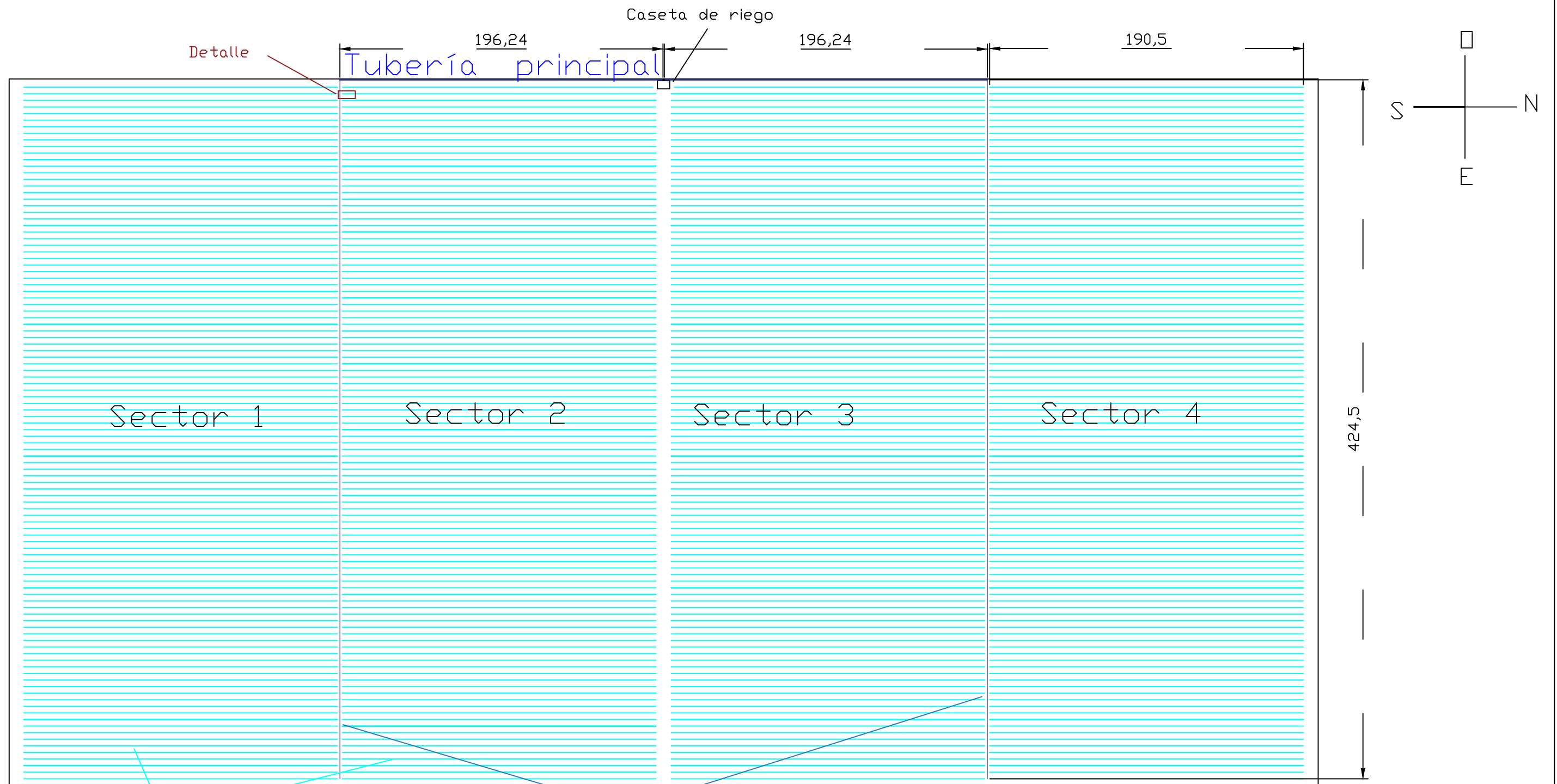
ALUMNO/A:

Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

TITULACIÓN \_\_\_\_\_

FECHA:

FIRMA \_\_\_\_\_

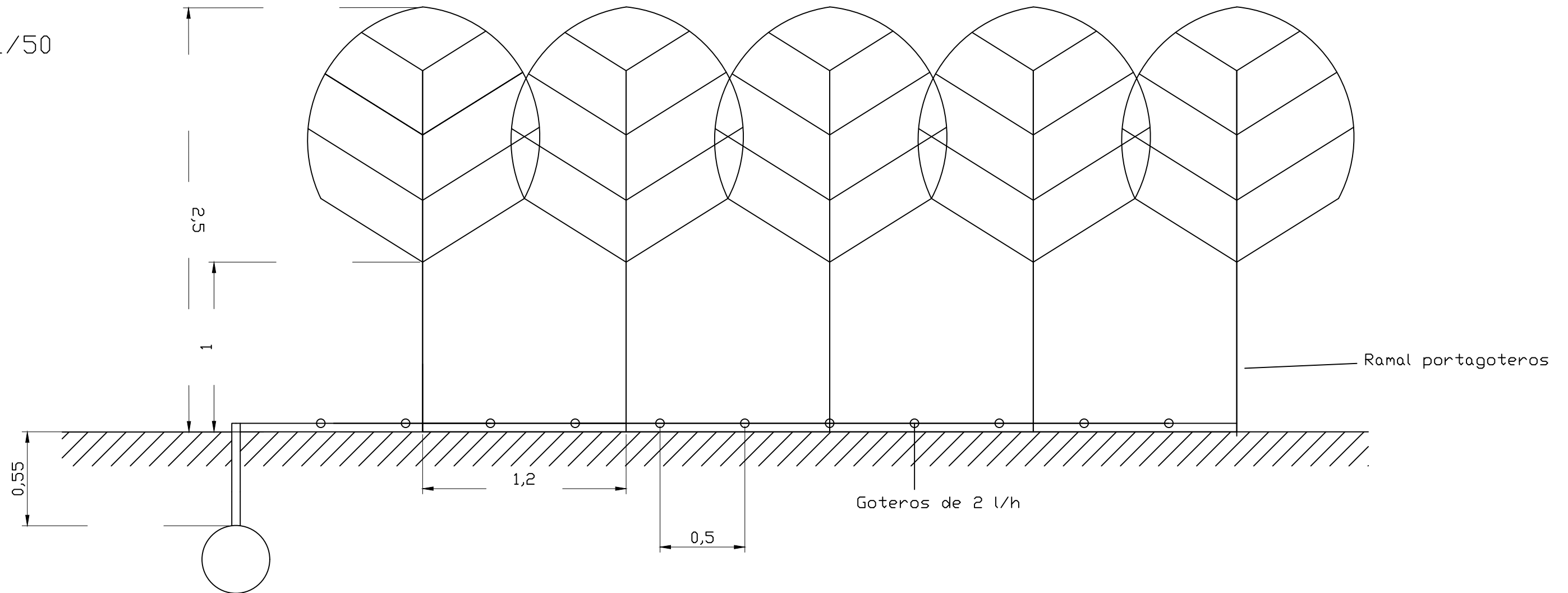


Ramales portagateros Tuberías secundarias

	<b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b>		
	Proyecto de plantación de 34,2 ha de almendro en superintensivo y con riego deficitario en el término municipal de Granja de Moreruela (Zamora)		
TÍTULO DEL PROYECTO _____			
José Rodríguez Fernández _____ PROMOTOR _____	1/2500 _____ ESCALA _____	7 _____ Nº PLANO _____	
Distribución del sistema de riego _____ TÍTULO DEL PLANO _____		ALUMNO/A: _____  FECHA: _____	
Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural _____ TITULACIÓN _____		_____ FIRMA _____	

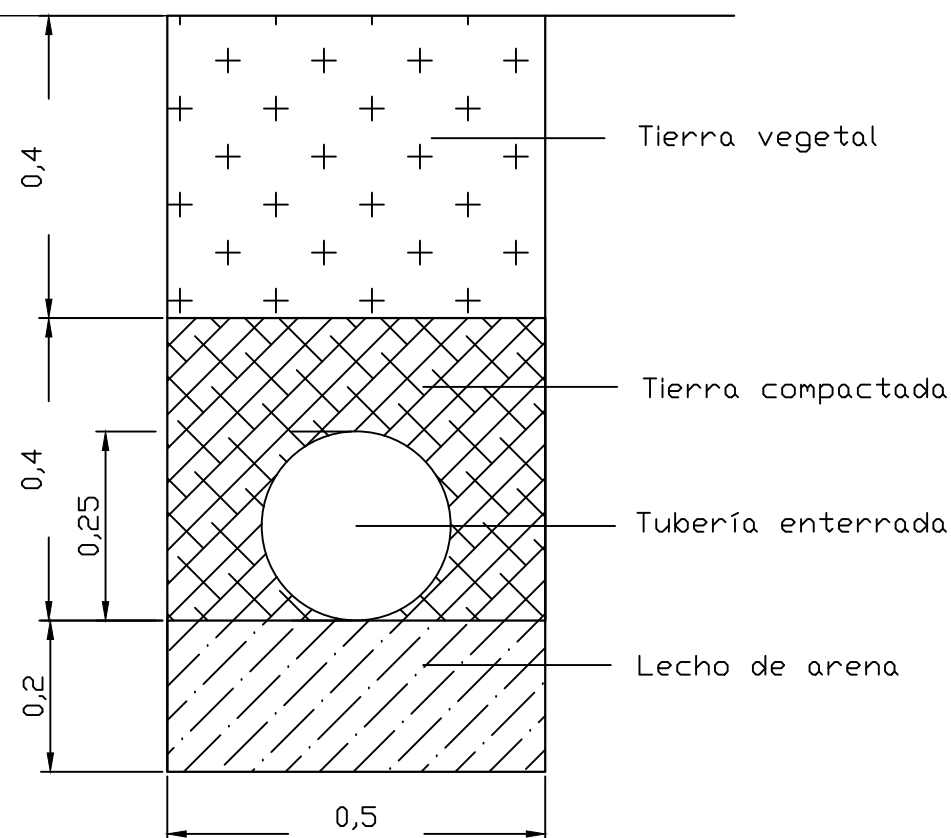
# Alzado de líneas de la plantación con el ramal portagoteros



E 1/50

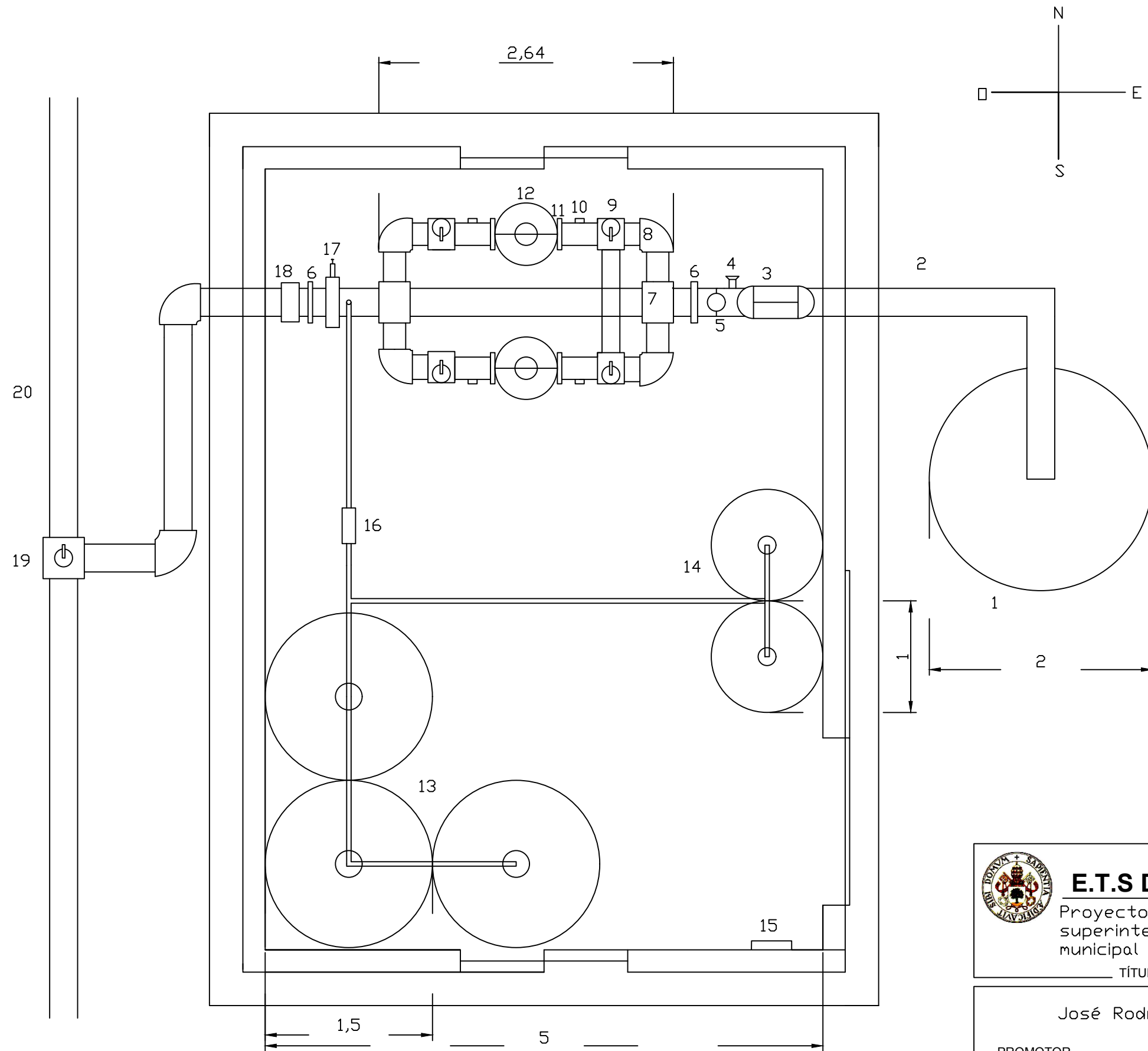


## Detalle de tubería enterrada

E 1/20



	<b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b>		
	Proyecto de plantación de 34,2 ha de almendro en superintensivo y con riego deficitario en el término municipal de Granja de Moreruela (Zamora)		
TÍTULO DEL PROYECTO _____			
José Rodríguez Fernández PROMOTOR _____		1/2500 ESCALA _____	8 Nº PLANO _____
Detalles del sistema de riego TÍTULO DEL PLANO _____		ALUMNO/A: _____	
Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural TITULACIÓN _____		FECHA: _____ FIRMA _____	



Cabezal de riego			
1	Sondeo	2	Tubería Ø225 mm
3	Bomba	4	Ventosa
5	Válvula retención	6	Válvula compuerta
7	TE PVC Ø225 mm	8	Codo 90°
9	Válvula mariposa	10	Toma de manómetro
11	Conexión con filtro	12	Filtro de arena
13	Depósitos 1000 l	14	Depósitos 500 l
15	Programador	16	Inyector fertilizante
17	Filtro de mallas	18	Contador Waltman
19	Llave de paso	20	Tubería Ø225 mm



**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)**

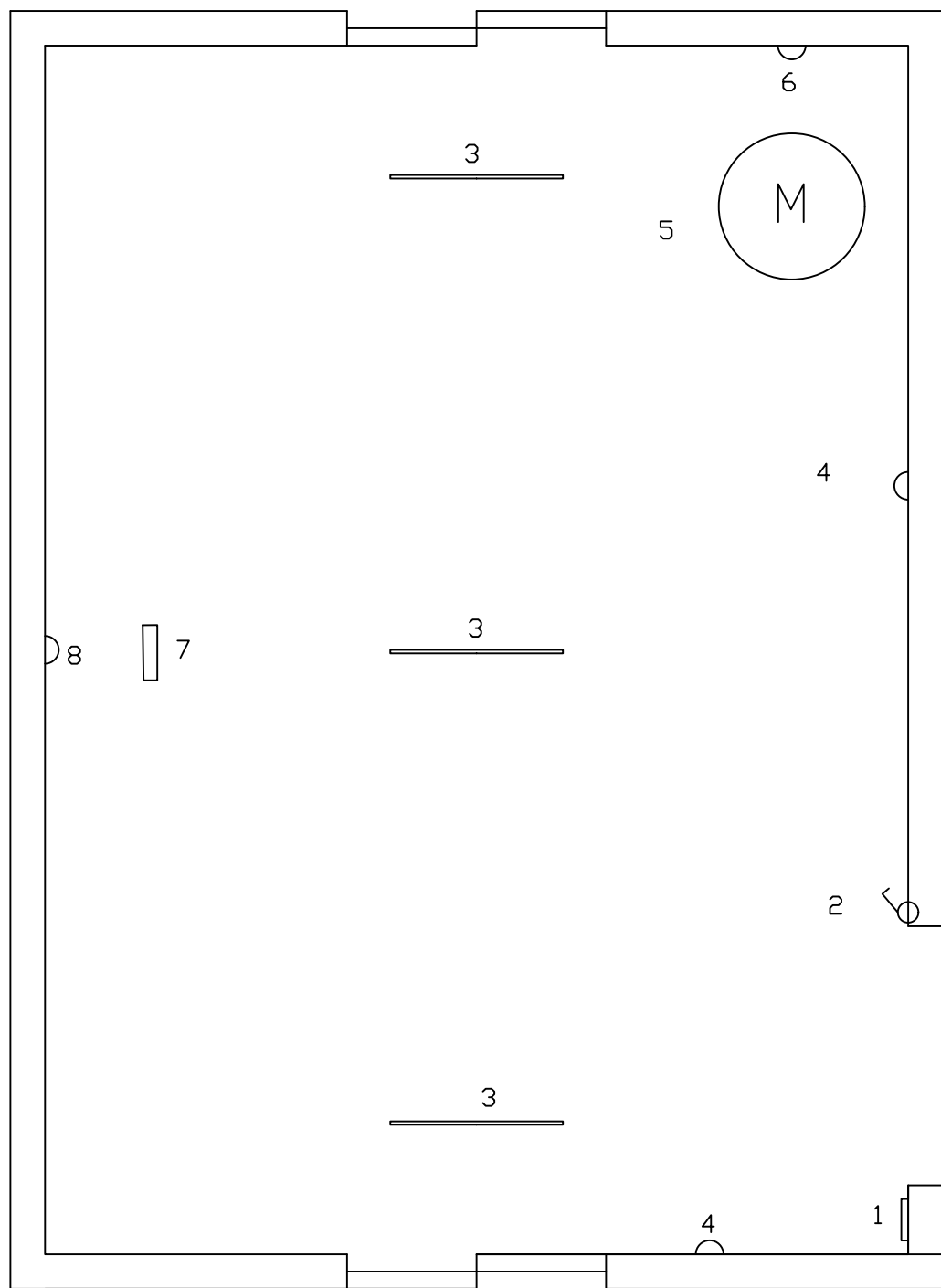


Proyecto de plantación de 34,2 ha de almendro en superintensivo y con riego deficitario en el término municipal de Granja de Moreruela (Zamora)

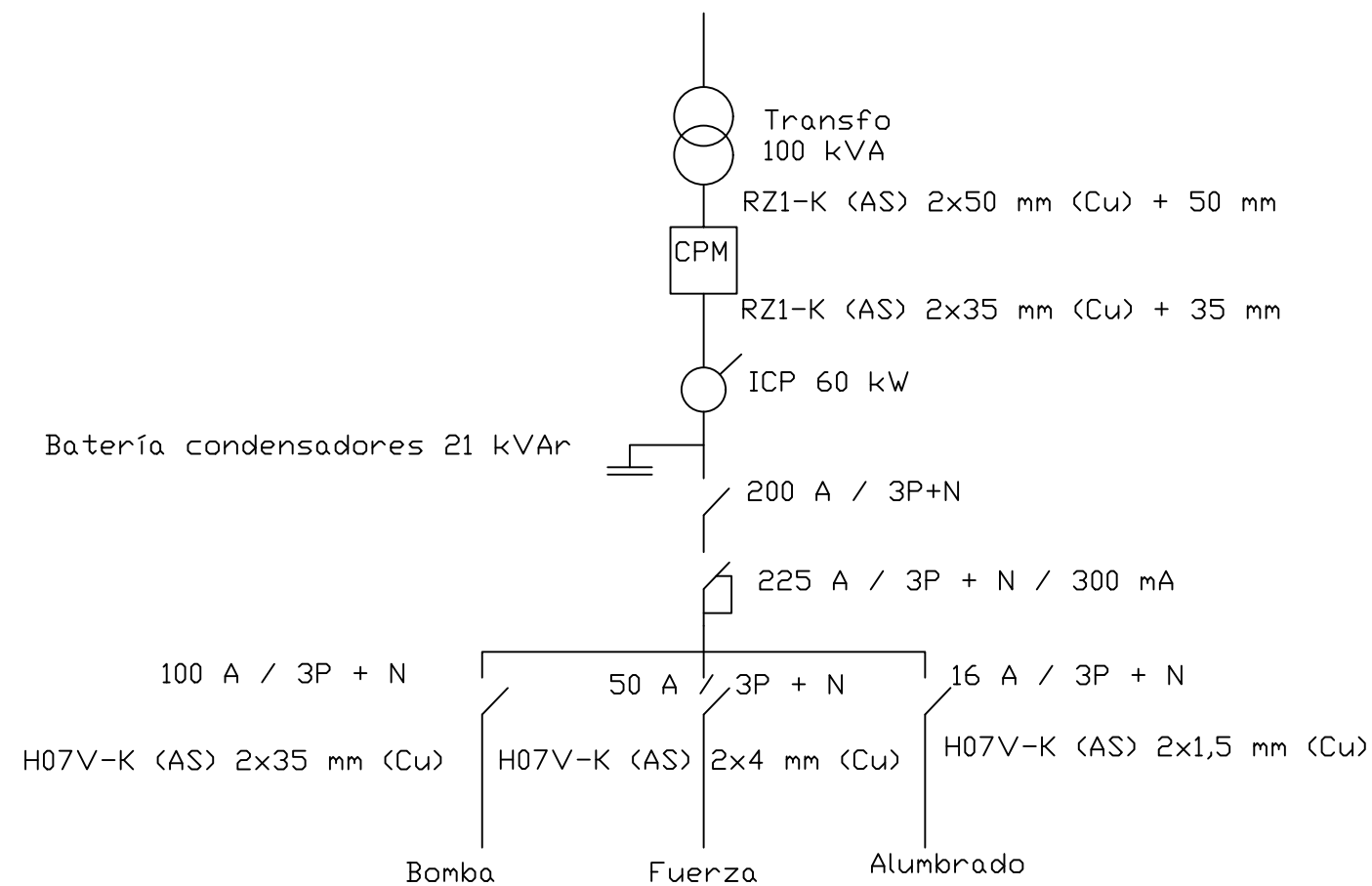
TÍTULO DEL PROYECTO \_\_\_\_\_

José Rodríguez Fernández	1/20	9
PROMOTOR _____	ESCALA _____	Nº PLANO _____

Cabezal de riego	ALUMNO/A:
TÍTULO DEL PLANO _____	FECHA:
Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural	FIRMA _____
TITULACIÓN _____	



## Esquema unifilar



### Elementos de la instalación

1	Cuadro general de mando y protección	2	Interruptor
3	Luminarias	4	Tomas de fuerza
5	Bomba 32,5 CV	6	Toma fuerza bomba
7	Inyector de fertilizante	8	Toma fuerza inyector fertilizante



### UNIVERSIDAD DE VALLADOLID E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)



Proyecto de plantación de 34,2 ha de almendro en superintensivo y con riego deficitario en el término municipal de Granja de Moreruela (Zamora)

TÍTULO DEL PROYECTO

José Rodríguez Fernández

PROMOTOR

1/20

ESCALA

10

Nº PLANO

Instalación eléctrica

TÍTULO DEL PLANO

ALUMNO/A:

Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural TITULACIÓN

FECHA:

FIRMA



**DOCUMENTO 3: PLIEGO DE  
CONDICIONES**

## ÍNDICE

TÍTULO I: CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES.....	11
PRIMERA PARTE: CONDICIONES GENERALES .....	11
Artículo 1. Naturaleza y objeto del pliego general.....	11
Artículo 2. Documentación del contrato de obra .....	11
Artículo 3. Calidad de los materiales .....	12
Artículo 4. Pruebas y ensayos de materiales.....	12
Artículo 5. Materiales no consignados en proyecto.....	12
Artículo 6. Condiciones generales de ejecución .....	13
SEGUNDA PARTE: DE CARÁCTER AGRARIO.....	13
CAPÍTULO I: LABORES GENERALES DE CULTIVO.....	13
Artículo 1. Diseño de plantación .....	13
Artículo 2. Labores previas.....	13
Artículo 3. Plantación .....	13
Artículo 4. Procedencia y tipo de plantones.....	13
Artículo 5. Plazo de plantación .....	13
Artículo 6. Reposición de marras.....	14
CAPÍTULO II: TÉCNICAS DE CULTIVO .....	14
Artículo 7. Calendario de las labores .....	14
CAPÍTULO III: FORMACIÓN Y PODA .....	14
Artículo 8. Normas a seguir .....	14
Artículo 9. Mano de obra .....	14

Artículo 10. Mantenimiento.....	14
Artículo 11. Restos de poda .....	14
CAPÍTULO IV: RIEGO .....	15
Artículo 12. Calendario y dosis de riego .....	15
Artículo 13. Revisiones.....	15
Artículo 14. Reparaciones .....	15
Artículo 15. Mantenimiento.....	15
CAPÍTULO V: FERTILIZANTES Y FERTIRRIGACIÓN .....	15
Artículo 16. Normativa.....	15
Artículo 17. Riqueza de los fertilizantes.....	15
Artículo 18. Envasado y etiquetado .....	15
Artículo 19. Facturas .....	16
Artículo 20. Fraude.....	16
Artículo 21. Peticiones.....	16
Artículo 22. Manejo .....	16
Artículo 23. Almacenamiento.....	16
Artículo 24. Empleo.....	16
CAPÍTULO VI: MANTENIMIENTO DEL SUELO .....	16
Artículo 25. Normas a seguir .....	16
Artículo 26. Mano de obra .....	17
Artículo 27. Forma y dosis de aplicación .....	17
Artículo 28. Labor de segadora .....	17
CAPÍTULO VII: PRODUCTOS FITOSANITARIOS .....	17
Artículo 29. Manejo .....	17

Artículo 30. Limpieza.....	17
Artículo 31. Almacenamiento.....	17
Artículo 32. Normativa.....	17
Artículo 33. Fraude.....	18
Artículo 34. Seguridad.....	18
Artículo 35. Mezcla.....	18
Artículo 36. Aplicación.....	18
Artículo 37. Envasado y etiquetado.....	18
Artículo 38. Facturas.....	18
CAPÍTULO VIII: RECOLECCIÓN.....	19
Artículo 39. Normas a seguir.....	19
Artículo 40. Mano de obra.....	19
Artículo 41. Plazo de tiempo.....	19
Artículo 42. Material.....	19
CAPÍTULO IX: MAQUINARIA Y EQUIPOS.....	19
Artículo 43. Características.....	19
Artículo 44. Utilización.....	19
Artículo 45. Manejo y mantenimiento.....	20
Artículo 46. Almacenamiento.....	20
Artículo 47. Averías.....	20
Artículo 48. Seguridad personal.....	20
Artículo 49. Reglamentación.....	20
CAPÍTULO X: OBLIGACIONES DEL CAPATAZ Y EMPLEADOS.....	20
Artículo 50. Obligaciones del capataz.....	20

Artículo 51. Obligaciones del empleado .....	21
CAPÍTULO XI: COMERCIALIZACIÓN.....	21
Artículo 52. Manejo .....	21
Artículo 53. Transporte.....	21
TERCERA PARTE: CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN.....	22
CAPÍTULO I: CONDICIONES GENERALES DE LOS MATERIALES Y .....	22
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 .....	22
Artículo 5. Movimiento de tierras .....	22
Artículo 6. Base de zahorra natural .....	31
Artículo 7. Hormigones .....	32
Artículo 8. Morteros .....	49
Artículo 9. Carpintería metálica .....	49
Artículo 10. Pintura.....	53
Artículo 11. Instalación eléctrica baja tensión .....	55
Artículo 12. Precauciones a adoptar.....	60
Artículo 13. Control del hormigón .....	61
CUARTA PARTE: CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA DEL SISTEMA DE RIEGO .....	61
CAPÍTULO I. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LOS EMISORES UTILIZADOS EN EL RIEGO LOCALIZADO.....	61
Artículo 5. Muestras y condiciones generales de los ensayos .....	61

Artículo 6. Ensayos de comprobación de características.....	62
Artículo 7. Ensayos de funcionamiento.....	63
Artículo 8. Datos a facilitar por el fabricante .....	64
CAPÍTULO II. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LAS TUBERÍAS DE POLIETILENO UTILIZADAS EN EL RIEGO LOCALIZADO.....	
Artículo 1. Condiciones generales .....	65
Artículo 3. Materias primas. Características y métodos de ensayo .....	69
Artículo 4. Fabricación.....	70
Artículo 5. Características de los tubos .....	71
Artículo 6. Tubos de polietileno. Métodos de ensayo.....	74
CAPÍTULO III. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LAS TUBERÍAS DE PRESIÓN DE PVC NO PLASTIFICADO UTILIZADAS EN EL RIEGO LOCALIZADO.....	
Artículo 1. Condiciones generales .....	76
Artículo 2. Materiales.....	82
Artículo 3. Fabricación.....	84
Artículo 4. Pruebas y métodos de ensayo .....	85
Artículo 5. Tolerancias.....	91
CAPÍTULO IV. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LOS ELEMENTOS DE LA ESTACION DE BOMBEO Y LA RED DE RIEGO.....	
Artículo 1. Equipos de impulsión .....	92
Artículo 2. Filtro .....	97
Artículo 3. Válvulas.....	99
Artículo 4. Tubería de acero galvanizado .....	101
Artículo 5. Ventosas .....	102
TITULO II: CONDICIONES FACULTATIVAS .....	105

CAPÍTULO I. DELIMITACION GENERAL DE FUNCIONES TÉCNICAS.....	105
Artículo 1. El Ingeniero Director.....	105
Artículo 2. El Graduado en Ingeniería.....	106
Artículo 3. El Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra .....	106
Artículo 4. El Constructor.....	107
Artículo 5. El Promotor - Coordinador de gremios .....	108
CAPÍTULO II: DE LAS OBLIGACIONES Y DERECHOS GENERALES DEL CONSTRUCTOR O CONTRATISTA .....	108
Artículo 6. Verificación de los documentos del proyecto .....	108
Artículo 7. Oficina en la obra .....	108
Artículo 8. Representación del contratista. ....	108
Artículo 9. Presencia del constructor en la obra .....	109
Artículo 10. Trabajos no estipulados expresamente .....	109
Artículo 11. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto .....	109
Artículo 12. Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa ...	109
Artículo 13. Recusación por el contratista del personal nombrado por el Ingeniero.....	110
Artículo 14. Faltas del personal .....	110
Artículo 15. Subcontratas .....	110
CAPÍTULO III. PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A TRABAJOS MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES .....	110
Artículo 16. Caminos y accesos .....	110
Artículo 17. Replanteo .....	110
Artículo 18. Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos.....	111

Artículo 19. Orden de los trabajos .....	111
Artículo 20. Facilidades para otros contratistas .....	111
Artículo 21. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor .....	111
Artículo 22. Prórroga por causa de fuerza mayor .....	112
Artículo 23. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra .....	112
Artículo 26. Trabajos defectuosos .....	112
Artículo 27. Vicios ocultos .....	113
Artículo 28. De los materiales y de los aparatos. Su procedencia .....	113
Artículo 29. Presentación de muestras .....	113
Artículo 30. Materiales no utilizables .....	114
Artículo 31. Materiales y aparatos defectuosos .....	114
Artículo 32. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos .....	114
Artículo 33. Limpieza de las obras.....	114
Artículo 34. Obras sin prescripciones .....	115
CAPÍTULO IV: DE LAS RECEPCIONES DE EDIFICIOS Y OBRAS ANEJAS .....	115
Artículo 35. De las recepciones provisionales .....	115
Artículo 36. Documentación final de la obra .....	115
Artículo 37. Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra .....	115
Artículo 38. Plazo de garantía .....	116
Artículo 39. Conservación de la obras recibidas provisionalmente .....	116
Artículo 40. De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida .....	116



TITULO III: CONDICIONES ECONÓMICAS .....	116
CAPÍTULO I: PRINCIPIO GENERAL .....	116
Artículo 1.....	116
Artículo 2.....	116
CAPÍTULO II: FIANZAS Y GARANTÍAS.....	117
Artículo 3.....	117
Artículo 4. Fianza provisional .....	117
Artículo 5. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza.....	117
Artículo 6. De su devolución general .....	117
Artículo 7. Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales .....	117
CAPÍTULO III: DE LOS PRECIOS .....	118
Artículo 8. Composición de los precios unitarios .....	118
Artículo 9. Precios de contrata. Importe de contrata .....	119
Artículo 10. Precios contradictorios .....	119
Artículo 11. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios .....	119
Artículo 13. Acopio de materiales.....	120
CAPÍTULO IV: OBRAS POR ADMINISTRACIÓN .....	120
Artículo 14. Administración.....	120
Artículo 15. Obras por Administración directa.....	120
Artículo 16. Obras por Administración delegada o indirecta .....	121
Artículo 18. Abono al Constructor de las cuentas de Administración delegada .....	122
Artículo 19. Normas para la adquisición de materiales y aparatos.....	122
Artículo 20. Del Constructor en el bajo rendimiento de los obreros .....	122

Artículo 21. Responsabilidad del Constructor .....	123
CAPÍTULO V: DE LA VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS .....	123
Artículo 22. Formas varias de abono de las obras.....	123
Artículo 23. Relaciones valoradas y certificaciones .....	124
Artículo 24. Mejoras de obras libremente ejecutadas .....	125
Artículo 25. Abono de trabajos presupuestados con partida alzada .....	125
Artículo 26. Abono de agotamientos, ensayos y otros trabajos especiales no contratados.....	125
Artículo 27. Pagos.....	126
Artículo 28. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía .....	126
CAPÍTULO VI: DE LAS INDEMNIZACIONES MUTUAS.....	126
Artículo 29. Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras .....	126
Artículo 30. Demora de los pagos por parte del propietario .....	127
CAPÍTULO VII: VARIOS.....	127
Artículo 31. Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios.....	127
Artículo 32. Unidades de obra defectuosas pero aceptables .....	127
Artículo 33. Seguro de las obras .....	128
Artículo 34. Conservación de la obra.....	128
Artículo 35. Uso por el Contratista de edificio o bienes del Promotor .....	129
TITULO IV: CONDICIONES LEGALES .....	129
Artículo 1. Preliminar .....	129
Artículo 2. Contratista .....	129
Artículo 3. Sistemas de contratación .....	130
Artículo 4. Adjudicación de las obras.....	130

Artículo 5. Formalización del contrato.....	130
Artículo 6. Responsabilidad del contratista .....	130
Artículo 7. Accidentes de trabajo y daños a terceros .....	131
Artículo 8. Pago de tributos .....	131
Artículo 9. Hallazgos .....	131
Artículo 10. Causas de rescisión del contrato.....	132
Artículo 11. Litigios y reclamaciones el contratista.....	133
Artículo 12. Liquidación en caso de rescisión .....	133
Artículo 13. Dudas y omisiones en la realización del proyecto.....	133
Artículo 14. Tribunales .....	134

## **TÍTULO 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 por finalidad 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 y Ingeniero Técnico, 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.

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 esmeradamente, 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 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.

### 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 y podadora mecánica) 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 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,  $P_2O_5$  para el fósforo y  $K_2O$  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, siempre y cuando la dirección técnica o el fabricante del producto así lo indiquen.

#### 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 3349/1983 de noviembre y órdenes ministeriales del 1 de abril de 1976 y 7 de octubre de 1976. En consecuencia deberán estar inscritos en el registro oficial de productos y material fitosanitario. El capataz de la explotación deberá estar, al menos, en posesión del carné de manipulador de productos fitosanitarios nivel básico.

### 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 productos peligrosos, 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.

### 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.

## 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 del ministerio de agricultura, y 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.

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

Las almendras serán depositadas en remolques, de la forma especificada en el Anejo IV: Ingeniería del proceso.

#### Artículo 53. Transporte

Los remolques cargados con las almendras 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, el cual, puede en suma, 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, escombro, 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 excavará 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 excavará, realizando bermas 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 necesarias para evitar los siguientes fenómenos: inestabilidad de taludes en roca debida a voladuras inadecuadas, 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 m<sup>2</sup> 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  $\pm 10$  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  $\pm 5$  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 m<sup>3</sup> 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 SO<sub>3</sub>), 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 zavorras naturales se podrán emplear siempre que la 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 "Zavorras" del PG-3.

#### *Medición y abono*

Esta unidad se medirá y abonará al precio que para el metro cúbico (m<sup>3</sup>) 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  $25 \text{ N/mm}^2$  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.
  - o Hormigón fabricado en central de obra o preparado.
  - o Hormigón no fabricado en central.
- Materiales constituyentes.
  - o Cemento.

Los cementos empleados podrán ser aquellos que cumplan la vigente Instrucción para la Recepción de Cementos (RC-08), 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.

- o 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.

- o 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 las clases de exposición son M o 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.

o 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.
  - o 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- 08).

Se establece la recepción del cemento conforme a la vigente Instrucción para la Recepción de Cementos (RC-08). 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-97.

#### *Ensayos de control*

Antes de comenzar el hormigonado, o si varían las condiciones de suministro y cuando lo indique la dirección de obra, se realizaran los ensayos de recepción previstos en la Instrucción RC-08 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 CCEHE, 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, efectuados por un organismo de los citados en el artículo de la Instrucción EHE-08.
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.
  - o 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.
  - o 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:

1. 2 cm
2. El diámetro de la mayor.
3. 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 energético: 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.
  - o Comprobación de cotas, niveles y geometría.
  - o Comprobación de tolerancias admisibles.
- Cimbras y andamiajes.
  - o Existencia de cálculo, en los casos necesarios.
  - o Comprobación de planos.
  - o Comprobación de cotas y tolerancias.
  - o Revisión del montaje.
- Armaduras.
  - o Disposición, número y diámetro de barras, según proyecto.
  - o Corte y doblado.
  - o Almacenamiento.
  - o Tolerancias de colocación.
  - o 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  $\geq a 40^{\circ}\text{C}$ , 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 cuál 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.

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

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 estanquidad, 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.
    - o Agua (es el caso de la pintura al temple, pintura a la cal, pintura al silicato, pintura al cemento, pintura plástica, etc.).
    - o 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.

### *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 omnipolar.
- 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 está 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 dedales 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 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  $23 \pm 20$  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:

a) 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.

b) 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

#### a) Emisor de salida simple.

La muestra destinada al ensayo, estará compuesta por un mínimo de 25 emisores.

#### b) 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 ( $P_{m\acute{a}x.}$ ) y, de forma alternativa, tres veces más a la presión mínima ( $P_{m\acute{i}n.}$ ). 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  $P_{m\acute{a}x.}$ . 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 O 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 3,1416, 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/cm<sup>2</sup>). La presión de trabajo a 20°C se corresponde con la presión nominal (Pn).

#### 1.2.14. Esfuerzo tangencial de trabajo ( $\sigma$ )

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 ~ a 20° C y la presión nominal (Pn) 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 ( $e - e$ ) entre el espesor en un punto cualquiera ( $e_i$ ) y el espesor nominal ( $e$ ) será siempre positiva ( $+ x$ ) e igual a:

$$y = 0,1e + 0,2 \text{ mm}$$

Para tubos con un espesor nominal superior a 24 mm se aplicará la fórmula:

$$y = 0,15e + 0,02 \text{ mm}$$

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  $23 \pm 20$  C.

#### **2.6. Ovalación**

La ovalación no se considerará en los tubos cuya relación  $e/D_n$  sea:  $e/D_n < 003$  en PE-32  $e/D_n < 005$  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  $23 \pm 20$  °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/cm<sup>3</sup>.
- Materias volátiles: Max 9,0 % en peso.
- Tamaño medio de partícula: 0,010 - 0,025  $\mu$ 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/m<sup>3</sup> o g/cm<sup>3</sup>. 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/cm<sup>3</sup>.
- Media densidad (MDPE) de 0,931 a 0,940 g/cm<sup>3</sup>.
- Alta densidad (HDPE) más de 0,940 g/cm<sup>3</sup>.

La tolerancia de densidad para los tipos LD y MD será de + 0,003 g/cm<sup>3</sup> y para el tipo HD será de + 0,004 g/cm<sup>3</sup>.

### 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 ± 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/cm<sup>2</sup>)
- 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/cm<sup>2</sup>)

## 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 \* i04

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:

$$V = 0,0167 \cdot \Sigma L_i \cdot D_i \cdot P_i$$

Donde:

- V: cantidad de agua inyectada en L.
- Li: longitud del tramo i en km.
- Di: 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

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

#### 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:

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

$$e = Pn \cdot \frac{Dn}{2\sigma}$$

Donde:

- $\sigma$ : 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/cm<sup>3</sup>
- 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 norma

#### 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/m<sup>2</sup>.

### **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:

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

- 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 adicción (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**

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

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  $230 \pm 20$  °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:  $m \pm 2s$  siendo  $m$  la media y  $s$  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  $230 \pm 20$  °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/cm<sup>2</sup> cada minuto, hasta alcanzar la presión de  $P_u$ . 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:

$$L = 3 \cdot Dn + X$$

Donde:

- L: longitud de la probeta en mm. Tiene un valor mínimo de 250 mm.
- Dn: 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 tolerancias 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  $0,012 D_n$ , 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  $90 \pm 20$  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: rodets radiales; baja: rodets axiales; y, media: rodets 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:

$$NPSHd = \left( \frac{Pa}{\gamma} - hA - hv \right) - k \cdot Q^2$$

Donde:

- o Pa/γ: es aproximadamente 10 metros al nivel del mar.
- o hA: es la distancia entre el rodete y el nivel del agua.
- o hv: es la tensión de vapor del fluido.
- o k·Q<sup>2</sup>: 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 m<sup>3</sup>/s a una altura de 1 metro:

$$ns = N \cdot \frac{\sqrt{Q}}{H^{\frac{3}{4}}}$$

Donde:

- o N: expresado en r/min.
- o Q: expresado en m<sup>3</sup>/s.
- o 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.

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

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 autómata que controla el grupo de bombeo.

- Colectores. Las tuberías, que dentro de la estación de bombeo, sirven de aspiración e impulsión se ejecutarán en materiales de gran resistencia a rotura y envejecimiento: fundición, tuberías de acero con o sin soldadura, etc. El diámetro y espesor estará recogido en alguna de las normas UNE-EN ISO 6708, sobre diámetros, y UNE 19047, sobre tubos galvanizados soldados UNE 19048, sobre tubos galvanizados sin soldadura UNE 19049, sobre tubos de acero inoxidable

### **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:

- Motobomba de eje vertical de 32,6 kW a 2840 rpm.
- 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.
- Caudal de impulsión por bomba de 160 m<sup>3</sup>/h hasta altura manométrica 60,86 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 m<sup>3</sup>/h
- Presión mínima: 2 bar
- Presión máxima: 10 bar
- Área de filtración: 8000 cm<sup>2</sup>
- 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/mm<sup>2</sup>.
- 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  $1,5 \cdot PFA$ . 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:  $1,5 \cdot PFA$  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 ensayan 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  $1,5 \cdot PFA$ .

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 indicados en el proyecto de norma prEN 1266-1:1999, el ratio de estanquidad

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  $1.1 \times PFA$  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 estanqueidad 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, concurran 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 - Coordinador de gremios

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: El Proyecto de Ejecución La Licencia de Obras. El Libro de Ordenes y Asistencia. El Plan de Seguridad e Higiene. El 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 Técnico 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

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratasen a tanto alzado, 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 efectuársele. 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.

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

## 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.

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



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, junio de 2018

Fdo.: José Rodríguez Fernández

Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

## **DOCUMENTO 4. MEDICIONES**

## 1 Acondicionamiento del terreno

Nº	Ud	Descripción	Medición
1.1	M <sup>2</sup>	Desbroce y limpieza del terreno, hasta una profundidad mínima de 25 cm, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.	
			<b>Total m<sup>2</sup> : 40,000</b>
1.2	M <sup>3</sup>	Excavación de sótanos de hasta 2 m de profundidad en suelo de arena suelta, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión.	
			<b>Total m<sup>3</sup> : 10,000</b>



## 2 Estructuras

Nº	Ud	Descripción	Medición
2.1	Kg	Acero S275JR en vigas, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.	<b>Total kg : 91,200</b>
2.2	M²	Hoja exterior en cerramiento de fachada, de 20 cm de espesor de fábrica, de bloque CV de hormigón, liso hidrófugo, color gris, 40x20x20 cm, resistencia normalizada R10 (10 N/mm²), con junta de 1 cm, rehundida, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-7,5, suministrado a granel; revestimiento de los frentes de forjado con plaquetas de hormigón, colocadas con mortero de alta adherencia, formación de dinteles mediante piezas en "U" con armadura y macizado de hormigón.	<b>Total m² : 64,800</b>
2.3	M²	Losa maciza de hormigón armado, horizontal, canto 24 cm, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 21 kg/m²; montaje y desmontaje de sistema de encofrado continuo, con acabado tipo industrial para revestir, formado por superficie encofrante de tableros de madera tratada, reforzados con varillas y perfiles, estructura soporte horizontal de sopandas metálicas y accesorios de montaje y estructura soporte vertical de puntales metálicos; altura libre de planta de hasta 3 m. Sin incluir repercusión de pilares.	<b>Total m² : 40,000</b>
2.4	M²	Cerramiento de fachada con paneles sándwich aislantes, de 35 mm de espesor y 1100 mm de ancho, formados por doble cara metálica de chapa lisa de acero, acabado galvanizado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de densidad media 40 kg/m³, montados en posición vertical, con sistema de fijación oculto.	<b>Total m² : 36,000</b>

### 3 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares

Nº	Ud	Descripción	Medición
3.1	M <sup>2</sup>	Puerta de registro para instalaciones, de una o dos hojas, de aluminio anodizado natural, formada por chapa opaca de 1,5 mm de espesor en las hojas y perfiles extrusionados de 40x20 cm de sección en el cerco, con marca de calidad EWAA-EURAS (QUALANOD).	
			<b>Total m<sup>2</sup> :</b>
			<b>2,850</b>
3.2	Ud	Carpintería de aluminio, anodizado natural, para conformado de ventana, corredera simple, de 175x100 cm, serie básica, formada por dos hojas, y con premarco. Cajón de persiana básico incorporado (monoblock), persiana enrollable de lamas de PVC, con accionamiento manual mediante cinta y recogedor.	
			<b>Total Ud :</b>
			<b>2,000</b>

## 4 Instalaciones

Nº	Ud	Descripción	Medición
4.1	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, poder de corte 6 kA, curva C.	<b>Total Ud : 1,000</b>
4.2	Ud	Red eléctrica de distribución interior en local de uso común para comunidad de propietarios de 35 m <sup>2</sup> de superficie construida, con circuitos interiores con cableado bajo tubo protector de PVC flexible y mecanismos gama básica (tecla o tapa y marco: blanco)	<b>Total Ud : 1,000</b>
4.3	Ud	Toma de tierra con una pica de acero cobreado de 1,5 m de longitud.	<b>Total Ud : 1,000</b>
4.4	M	Línea general de alimentación enterrada formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3x35+2G16 mm <sup>2</sup> , siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, bajo tubo protector de polietileno de doble pared, de 110 mm de diámetro.	<b>Total m : 3,000</b>
4.5	M	Derivación individual trifásica fija en superficie para vivienda, formada por cables unipolares con conductores de cobre, ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G6 mm <sup>2</sup> , siendo su tensión asignada de 450/750 V, bajo tubo protector de PVC rígido, blindado, de 32 mm de diámetro.	<b>Total m : 3,000</b>
4.6	Ud	Caja de medida con transformador de intensidad CMT-300E, de hasta 300 A de intensidad, para 1 contador trifásico, instalada en el interior de hornacina mural, en vivienda unifamiliar o local.	<b>Total Ud : 1,000</b>
4.7	M	Cable eléctrico multiconductor, Afumex Class Expo (AS) "PRYSMIAN", para servicios móviles, tipo H07ZZ-F (AS), tensión nominal 450/750 V, de alta seguridad en caso de incendio (AS), reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductores de cobre recocido, flexible (clase 5), de 3G4 mm <sup>2</sup> de sección, aislamiento de elastómero reticulado, cubierta de poliolefina reticulada, de tipo Afumex, de color gris con banda verde.	<b>Total m : 3,000</b>
4.8	M	Cable eléctrico multiconductor, Afumex Class Expo (AS) "PRYSMIAN", para servicios móviles, tipo H07ZZ-F (AS), tensión nominal 450/750 V, de alta seguridad en caso de incendio (AS), reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductores de cobre recocido, flexible (clase 5), de 3G1,5 mm <sup>2</sup> de sección, aislamiento de elastómero reticulado, cubierta de poliolefina reticulada, de tipo Afumex, de color gris con banda verde.	<b>Total m : 3,000</b>
4.9	Ud	Trasnformador 10 kVa	<b>Total Ud : 1,000</b>

## 5 Urbanización interior de la parcela

Nº	Ud	Descripción	Medición
5.1	M	Colector enterrado en terreno no agresivo, de tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m <sup>2</sup> , de 250 mm de diámetro exterior.	<b>Total m : 400,000</b>
5.2	M	Colector enterrado en terreno no agresivo, de tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m <sup>2</sup> , de 160 mm de diámetro exterior.	<b>Total m : 1.700,000</b>
5.3	M	Tubería de riego por goteo formada por tubo de polietileno, color negro, de 20 mm de diámetro exterior, con goteros integrados, situados cada 50 cm.	<b>Total m : 80.010,000</b>
5.4	Ud	Electroválvula para riego, cuerpo de PVC y polipropileno, conexiones roscadas, de 2" de diámetro, alimentación del solenoide a 24 Vca, con posibilidad de apertura manual y regulador de caudal, con arqueta de plástico provista de tapa.	<b>Total Ud : 1,000</b>
5.5	M	Línea eléctrica monofásica enterrada para alimentación de electroválvulas y automatismos de riego, formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1,5 mm <sup>2</sup> , siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, bajo tubo protector de polietileno de doble pared, de 40 mm de diámetro.	<b>Total m : 5,000</b>
5.6	Ud	Válvula de compuerta de fundición PN 16 de 150 mm. de diámetro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, completamente instalada.	<b>Total Ud : 1,000</b>
5.7	Ud	Programador electrónico para riego automático, para 4 estaciones, con 1 programa y 3 arranques diarios del programa, alimentación por batería de 9 V.	<b>Total Ud : 1,000</b>
5.8	Ud	Contador Woltman de 50 mm 2",conexionado al ramal de salida de los depósitos de fertilizante, incluso instalación de dos válvulas de corte de esfera de 50 mm, grifo de prueba, válvula de retención y demás material auxiliar, montado y funcionando, incluso verificación, y sin incluir la acometida, ni la red interior. (i/ timbrado contador por la Delegación de Industria). s/CTE-HS-4.	<b>Total Ud : 1,000</b>
5.9	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/cm <sup>2</sup> , velocidad de filtración de 30 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> . y caudal de 25 m <sup>3</sup> /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 4 válvulas de mariposa de diámetro 75 mm. con soportes, incluso relleno posterior del filtro monocapa de árido silíceo calibrado, montado y probado.	<b>Total Ud : 1,000</b>

## 5 Urbanización interior de la parcela

Nº	Ud	Descripción	Medición
5.10	Ud	Depósito de 1000l para albergar fertilizantes.	
			<b>Total Ud : 3,000</b>
5.11	Ud	Depósito de 500l para albergar fertilizantes y tratamientos.	
			<b>Total Ud : 2,000</b>
5.12	Ud	Goteros integrados de un caudal de 2 l/h	
			<b>Total Ud : 159.264,000</b>
5.13	Ud	Tubería de aspiración de 225 mm	
			<b>Total Ud : 12,000</b>
5.14	Ud	Tubería primaria de 225 mm	
			<b>Total Ud : 392,500</b>
5.15	Ud	Tubería secundaria	
			<b>Total Ud : 849,000</b>
5.16	1	Bomba riego	
			<b>Total 1 : 1,000</b>
5.17	€/Ha	Estiércol	
			<b>Total €/ha : 34,200</b>
5.18	€/Ha	Alquiler de servicios para estercolado	
			<b>Total €/ha : 34,200</b>
5.19	€/Ha	Desfonde	
			<b>Total €/ha : 34,200</b>

## 5 Urbanización interior de la parcela

Nº	Ud	Descripción	Medición
5.20	€/Ha	Afinamiento del terreno	
			<b>Total €/ha : 68,200</b>
5.21	Ud	Almendo Penta	
			<b>Total Ud : 33.180,000</b>
5.22	Ud	Almendo Vialfás	
			<b>Total Ud : 33.180,000</b>
5.23	Ud	Plantación	
			<b>Total Ud : 34,200</b>
5.24	Ud	Colocación tutores	
			<b>Total Ud : 66.360,000</b>
5.25	€/Ha	Revisión de plantas	
			<b>Total €/ha : 34,200</b>
5.26	Ud	Tractor agrícola 66 kW	
			<b>Total Ud : 1,000</b>
5.27	Ud	Remolque basculante 6 t	
			<b>Total Ud : 1,000</b>
5.28	Ud	Cultivador de 11 brazos	
			<b>Total Ud : 1,000</b>
5.29	Ud	Pulverizador hidroneumático arrastrado	
			<b>Total Ud : 1,000</b>

## 5 Urbanización interior de la parcela

Nº	Ud	Descripción	Medición
5.30	Ud	Pulverizador hidráulico suspendido	
			<b>Total Ud : 1,000</b>
5.31	Ud	Podadora mecánica	
			<b>Total Ud : 1,000</b>
5.32	Ud	Trituradora-desbrozadora	
			<b>Total Ud : 1,000</b>
5.33	Ud	Compresor de poda suspendido y fijeras neumáticas	
			<b>Total Ud : 1,000</b>

## 5 Urbanización interior de la parcela

Nº	Ud Descripción	Medición
----	----------------	----------

---



## 5 Urbanización interior de la parcela

Nº	Ud Descripción	Medición
----	----------------	----------

---

## **DOCUMENTO 5: PRESUPUESTO**

## ÍNDICE PRESUPUESTO

1. Cuadro de precios Nº 1	3
2. Cuadro de precios Nº 2	8
3. Presupuestos parciales	27
4. Presupuesto general y resumen de presupuestos	36

## 1. Cuadro de precios Nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
1	1 Bomba de riego eje vertical, "marca Rovatti, modelo 6V23" de 6", ", con una potencia de 32,5 kW y 66 m3/h de caudal.	40.000,00	CUARENTA MIL EUROS
2	m³ Excavación de sótanos de hasta 2 m de profundidad en suelo de arena suelta, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión.	3,82	TRES EUROS CON OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS
3	m² Desbroce y limpieza del terreno, hasta una profundidad mínima de 25 cm, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.	1,27	UN EURO CON VEINTISIETE CÉNTIMOS
4	€/ha Labor de estercolado por medio de una empresa de servicios, la cual se encarga de cargar y esparcir el estiércol	225,00	DOSCIENTOS VEINTICINCO EUROS
5	€/ha Pase de cultivador en suelo de textura media para afinar el terreno	21,00	VEINTIUN EUROS
6	€/ha Labor de desfonde con arado de vertedera de desfonde monosurco, ejecutándose la labor a una profundidad de 70 cm., con inversión de horizontes, en terrenos medios de pendiente menor al 35 % y pedregosidad baja o nula.	350,00	TRESCIENTOS CINCUENTA EUROS
7	kg Acero S275JR en vigas, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.	2,34	DOS EUROS CON TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS
8	m² Losa maciza de hormigón armado, horizontal, canto 24 cm, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 21 kg/m²; montaje y desmontaje de sistema de encofrado continuo, con acabado tipo industrial para revestir, formado por superficie encofrante de tableros de madera tratada, reforzados con varillas y perfiles, estructura soporte horizontal de sopandas metálicas y accesorios de montaje y estructura soporte vertical de puntales metálicos; altura libre de planta de hasta 3 m. Sin incluir repercusión de pilares.	85,78	OCHENTA Y CINCO EUROS CON SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS
9	€/ha Estercolado de fondo en terreno suelto, con aportación de 80 t/ha de estiércol de ovino bien hecho, extendido con medios mecánicos.	880,00	OCHOCIENTOS OCHENTA EUROS

Alumno: José Rodríguez Fernández

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

<b>1. Cuadro de precios Nº 1</b>			
Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
10	m <sup>2</sup> Hoja exterior en cerramiento de fachada, de 20 cm de espesor de fábrica, de bloque CV de hormigón, liso hidrófugo, color gris, 40x20x20 cm, resistencia normalizada R10 (10 N/mm <sup>2</sup> ), con junta de 1 cm, rehundida, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-7,5, suministrado a granel; revestimiento de los frentes de forjado con plaquetas de hormigón, colocadas con mortero de alta adherencia, formación de dinteles mediante piezas en "U" con armadura y macizado de hormigón.	41,45	CUARENTA Y UN EUROS CON CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS
11	m <sup>2</sup> Cerramiento de fachada con paneles sándwich aislantes, de 35 mm de espesor y 1100 mm de ancho, formados por doble cara metálica de chapa lisa de acero, acabado galvanizado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de densidad media 40 kg/m <sup>3</sup> , montados en posición vertical, con sistema de fijación oculto.	44,10	CUARENTA Y CUATRO EUROS CON DIEZ CÉNTIMOS
12	Ud Caja de medida con transformador de intensidad CMT-300E, de hasta 300 A de intensidad, para 1 contador trifásico, instalada en el interior de hornacina mural, en vivienda unifamiliar o local.	1.111,32	MIL CIENTO ONCE EUROS CON TREINTA Y DOS CÉNTIMOS
13	m Derivación individual trifásica fija en superficie para vivienda, formada por cables unipolares con conductores de cobre, ES07Z1-K (AS) Cca-slb,d1,al 5G6 mm <sup>2</sup> , siendo su tensión asignada de 450/750 V, bajo tubo protector de PVC rígido, blindado, de 32 mm de diámetro.	11,78	ONCE EUROS CON SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS
14	m Cable eléctrico multiconductor, Afumex Class Expo (AS) "PRYSMIAN", para servicios móviles, tipo H07ZZ-F (AS), tensión nominal 450/750 V, de alta seguridad en caso de incendio (AS), reacción al fuego clase Cca-slb,d1,al, con conductores de cobre recocido, flexible (clase 5), de 3G4 mm <sup>2</sup> de sección, aislamiento de elastómero reticulado, cubierta de poliolefina reticulada, de tipo Afumex, de color gris con banda verde.	4,23	CUATRO EUROS CON VEINTITRES CÉNTIMOS
15	m Cable eléctrico multiconductor, Afumex Class Expo (AS) "PRYSMIAN", para servicios móviles, tipo H07ZZ-F (AS), tensión nominal 450/750 V, de alta seguridad en caso de incendio (AS), reacción al fuego clase Cca-slb,d1,al, con conductores de cobre recocido, flexible (clase 5), de 3G1,5 mm <sup>2</sup> de sección, aislamiento de elastómero reticulado, cubierta de poliolefina reticulada, de tipo Afumex, de color gris con banda verde.	2,86	DOS EUROS CON OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS
16	Ud Red eléctrica de distribución interior en local de uso común para comunidad de propietarios de 35 m <sup>2</sup> de superficie construida, con circuitos interiores con cableado bajo tubo protector de PVC flexible y mecanismos gama básica (tecla o tapa y marco: blanco; embellecedor: blanco).	410,06	CUATROCIENTOS DIEZ EUROS CON SEIS CÉNTIMOS

## 1. Cuadro de precios Nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
17	m Línea general de alimentación enterrada formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) Cca-slb,d1,al 3x35+2G16 mm <sup>2</sup> , siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, bajo tubo protector de polietileno de doble pared, de 110 mm de diámetro.	30,71	TREINTA EUROS CON SETENTA Y UN CÉNTIMOS
18	Ud Toma de tierra con una pica de acero cobreado de 1,5 m de longitud.	151,87	CIENTO CINCUENTA Y UN EUROS CON OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS
19	Ud Batería automática de condensadores, para 21 kVAR de potencia reactiva, de 3 escalones con una relación de potencia entre condensadores de 1:2:2, para alimentación trifásica a 400 V de tensión y 50 Hz de frecuencia, con contactores y fusibles.	1.063,51	MIL SESENTA Y TRES EUROS CON CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS
20	Ud Transformador 100 kVa	17.000,00	DIECISIETE MIL EUROS
21	Ud Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, poder de corte 6 kA, curva C.	23,48	VEINTITRES EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS
22	Ud Carpintería de aluminio, anodizado natural, para conformado de ventana, corredera simple, de 175x100 cm, serie básica, formada por dos hojas, y con premarco. Cajón de persiana básico incorporado (monoblock), persiana enrollable de lamas de PVC, con accionamiento manual mediante cinta y recogedor.	349,15	TRESCIENTOS CUARENTA Y NUEVE EUROS CON QUINCE CÉNTIMOS
23	m <sup>2</sup> Puerta de registro para instalaciones, de una o dos hojas, de aluminio anodizado natural, formada por chapa opaca de 1,5 mm de espesor en las hojas y perfiles extrusionados de 40x20 cm de sección en el cerco, con marca de calidad EWAA-EURAS (QUALANOD).	144,46	CIENTO CUARENTA Y CUATRO EUROS CON CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS
24	€/ha Unidad de replanteo por hectarea con equipo topográfico compuesto por topógrafo y ayudante, con estación total, jalones, cuerdas y medios auxiliares	0,00	CERO EUROS
25	m Colector enterrado en terreno no agresivo, de tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m <sup>2</sup> , de 250 mm de diámetro exterior.	30,89	TREINTA EUROS CON OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
26	m Colector enterrado en terreno no agresivo, de tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m <sup>2</sup> , de 160 mm de diámetro exterior.	17,92	DIECISIETE EUROS CON NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS
27	Ud Almendro de variedad Penta injertado sobre Rootpac 20 de un año de injerto. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado..	6,77	SEIS EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS

Alumno: José Rodríguez Fernández

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

<b>1. Cuadro de precios Nº 1</b>			
Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
28	Ud Almendro de variedad Vialfás injertado sobre Rootpac 20 de un año de injerto. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado.	6,77	SEIS EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS
29	Ud Plantación con arado plantador y tractor agrícola de 140 CV, distancia entre plántones de 1,2 m, anchura entre líneas de árboles de 4 m. Nudo de injerto 4 cm por encima del nivel del suelo. i/pp de remolque y tractor auxiliar.	1.000,00	MIL EUROS
30	Ud Colocación de tutores	0,55	CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS
31	€/ha Revisión y recolocación de plantas.	65,00	SESENTA Y CINCO EUROS
32	Ud Depósito de 1000l para albergar fertilizantes.	162,89	CIENTO SESENTA Y DOS EUROS CON OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
33	Ud Depósito de 500l para albergar fertilizantes y tratamientos.	125,00	CIENTO VEINTICINCO EUROS
34	Ud Tubería de aspiración de 225 mm	38,00	TREINTA Y OCHO EUROS
35	Ud Tubería primaria de 225 mm	38,01	TREINTA Y OCHO EUROS CON UN CÉNTIMO
36	Ud Tubería secundaria	32,01	TREINTA Y DOS EUROS CON UN CÉNTIMO
37	Ud Válvula de compuerta de fundición PN 16 de 150 mm. de diámetro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, completamente instalada.	550,00	QUINIENTOS CINCUENTA EUROS
38	m Tubería de riego por goteo formada por tubo de polietileno, color negro, de 20 mm de diámetro exterior, con goteros integrados, situados cada 50 cm.	1,90	UN EURO CON NOVENTA CÉNTIMOS

## 1. Cuadro de precios Nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
39	Ud Contador Woltman de 50 mm 2",conexionado al ramal de salida de los depósitos de fertilizante, incluso instalación de dos válvulas de corte de esfera de 50 mm, grifo de prueba, válvula de retención y demás material auxiliar, montado y funcionando, incluso verificación, y sin incluir la acometida, ni la red interior. (i/ timbrado contador por la Delegación de Industria). s/CTE-HS-4.	584,00	QUINIENTOS OCHENTA Y CUATRO EUROS
40	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 25 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 4 válvulas de mariposa de diámetro 75 mm. con soportes, incluso relleno posterior del filtro monocapa de árido silíceo calibrado, montado y probado.	3.850,00	TRES MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA EUROS
41	Ud Goteros integrados de un caudal de 2 l/h	0,45	CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS
42	Ud Electroválvula para riego, cuerpo de PVC y polipropileno, conexiones roscadas, de 2" de diámetro, alimentación del solenoide a 24 Vca, con posibilidad de apertura manual y regulador de caudal, con arqueta de plástico provista de tapa.	140,72	CIENTO CUARENTA EUROS CON SETENTA Y DOS CÉNTIMOS
43	Ud Tractor agrícola de 66 kW.	55.000,00	CINCUENTA Y CINCO MIL EUROS
44	Ud Remolque basculante de 6 t de MMA	7.500,00	SIETE MIL QUINIENTOS EUROS

Alumno: José Rodríguez Fernández

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural



<b>1. Cuadro de precios Nº 1</b>			
Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
45	Ud Cultivador de 11 brazos, repartidos en dos filas y con rastra trasera.	2.200,00	DOS MIL DOSCIENTOS EUROS
46	Ud Pulverizador hidroneumático arrastrado 2.000 l de capacidad, con sistema de aplicación mediante boquillas de chorro cónico.	4.600,00	CUATRO MIL SEISCIENTOS EUROS
47	Ud Pulverizador hidráulico de 800 l de capacidad y dispuesto de boquillas de chorro en abanico para tratamientos herbicidas.	3.300,00	TRES MIL TRESCIENTOS EUROS
48	Ud Podadora hidráulica de corte por discos con una barra de corte de 1,5 m. El accionamiento de los discos es realizado por una serie de motores hidráulicos a su vez, accionados por la t.d.f. del tractor, permitiéndose establecer el ángulo de corte deseado.	5.500,00	CINCO MIL QUINIENTOS EUROS
49	Ud Trituradora-desbrozadora de martillos, accionada por la t.d.f. y con un ancho de trabajo de 3 m.	4.000,00	CUATRO MIL EUROS
50	Ud Equipo de poda suspendido, con compresor y tijeras neumáticas	1.500,00	MIL QUINIENTOS EUROS
51	Ud Programador electrónico para riego automático, para 4 estaciones, con 1 programa y 3 arranques diarios del programa, alimentación por batería de 9 V.	425,00	CUATROCIENTOS VEINTICINCO EUROS
52	m Línea eléctrica monofásica enterrada para alimentación de electroválvulas y automatismos de riego, formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,al 3G1,5 mm <sup>2</sup> , siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, bajo tubo protector de polietileno de doble pared, de 40 mm de diámetro.	7,94	SIETE EUROS CON NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

## 2. Cuadro de precios Nº 2

Num.	Código	Ud	Descripción	
1	a	1	Bomba de riego eje vertical, "marca Rovatti, modelo 6V23" de 6", "", con una potencia de 32,5 kW y 66 m <sup>3</sup> /h de caudal. Sin descomposición	38.834,95
			3 % Costes indirectos	1.165,05
			Total por 1.....:	40.000,00
			Son CUARENTA MIL EUROS por 1	
2	ADE005	m <sup>3</sup>	Excavación de sótanos de hasta 2 m de profundidad en suelo de arena suelta, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión. Mano de obra	0,39
			Maquinaria	3,25
			Medios auxiliares	0,07
			3 % Costes indirectos	0,11
			Total por m <sup>3</sup> .....:	3,82
			Son TRES EUROS CON OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS por m <sup>3</sup>	
3	ADL005	m <sup>2</sup>	Desbroce y limpieza del terreno, hasta una profundidad mínima de 25 cm, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado. Mano de obra	0,16

## 2. Cuadro de precios Nº 2

Página 10

Num.	Código	Ud	Descripción	
			Maquinaria	1,05
			Medios auxiliares	0,02
			3 % Costes indirectos	0,04
			Total por m <sup>2</sup> .....:	1,27
			Son UN EURO CON VEINTISIETE CÉNTIMOS por m <sup>2</sup>	
4	alquiler	€/ha	Labor de estercolado por medio de una empresa de servicios, la cual se encarga de cargar y esparcir el estiércol	
			Sin descomposición	218,45
			3 % Costes indirectos	6,55
			Total por €/ha.....:	225,00
			Son DOSCIENTOS VEINTICINCO EUROS por €/ha	
5	cultivador	€/ha	Pase de cultivador en suelo de textura media para afinar el terreno	
			Sin descomposición	20,39
			3 % Costes indirectos	0,61
			Total por €/ha.....:	21,00
			Son VEINTIUN EUROS por €/ha	

## 2. Cuadro de precios Nº 2

Num.	Código	Ud	Descripción	
6	desfonde	€/ha	Labor de desfonde con arado de vertedera de desfonde monosurco, ejecutándose la labor a una profundidad de 70 cm., con inversión de horizontes, en terrenos medios de pendiente menor al 35 % y pedregosidad baja o nula. Sin descomposición	339,81
			3 % Costes indirectos	10,19
			Total por €/ha.....:	350,00
			Son TRESCIENTOS CINCUENTA EUROS por €/ha	
7	EAV010b	kg	Acero S275JR en vigas, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas. Mano de obra	0,93
			Maquinaria	0,06
			Materiales	1,24
			Medios auxiliares	0,04
			3 % Costes indirectos	0,07
			Total por kg.....:	2,34
			Son DOS EUROS CON TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS por kg	

## 2. Cuadro de precios Nº 2

Página 12

Num.	Código	Ud	Descripción	
8	EHL010	m <sup>2</sup>	Losa maciza de hormigón armado, horizontal, canto 24 cm, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 21 kg/m <sup>2</sup> ; montaje y desmontaje de sistema de encofrado continuo, con acabado tipo industrial para revestir, formado por superficie encofrante de tableros de madera tratada, reforzados con varillas y perfiles, estructura soporte horizontal de sopandas metálicas y accesorios de montaje y estructura soporte vertical de puntales metálicos; altura libre de planta de hasta 3 m. Sin incluir repercusión de pilares.	
			Mano de obra	42,26
			Materiales	39,39
			Medios auxiliares	1,63
			3 % Costes indirectos	2,50
			Total por m <sup>2</sup> .....:	85,78
			Son OCHENTA Y CINCO EUROS CON SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS por m <sup>2</sup>	
9	estercolado €/ha		Estercolado de fondo en terreno suelto, con aportación de 80 t/ha de estiércol de ovino bien hecho, extendido con medios mecánicos.	
			Sin descomposición	854,37
			3 % Costes indirectos	25,63
			Total por €/ha.....:	880,00
			Son OCHOCIENTOS OCHENTA EUROS por €/ha	

## 2. Cuadro de precios Nº 2

Num.	Código	Ud	Descripción	
10	FFX020	m <sup>2</sup>	Hoja exterior en cerramiento de fachada, de 20 cm de espesor de fábrica, de bloque CV de hormigón, liso hidrófugo, color gris, 40x20x20 cm, resistencia normalizada R10 (10 N/mm <sup>2</sup> ), con junta de 1 cm, rehundida, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-7,5, suministrado a granel; revestimiento de los frentes de forjado con plaquetas de hormigón, colocadas con mortero de alta adherencia, formación de dinteles mediante piezas en "U" con armadura y macizado de hormigón.	
			Mano de obra	25,22
			Maquinaria	0,23
			Materiales	13,62
			Medios auxiliares	1,17
			3 % Costes indirectos	1,21
			Total por m <sup>2</sup> .....:	41,45
			Son CUARENTA Y UN EUROS CON CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS por m <sup>2</sup>	
11	FLM010	m <sup>2</sup>	Cerramiento de fachada con paneles sándwich aislantes, de 35 mm de espesor y 1100 mm de ancho, formados por doble cara metálica de chapa lisa de acero, acabado galvanizado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de densidad media 40 kg/m <sup>3</sup> , montados en posición vertical, con sistema de fijación oculto.	
			Mano de obra	8,47
			Materiales	33,51
			Medios auxiliares	0,84

## 2. Cuadro de precios Nº 2

Num.	Código	Ud	Descripción	
			3 % Costes indirectos	1,28
			Total por m <sup>2</sup> .....:	44,10
			Son CUARENTA Y CUATRO EUROS CON DIEZ CÉNTIMOS por m <sup>2</sup>	
12	IEC010	Ud	Caja de medida con transformador de intensidad CMT-300E, de hasta 300 A de intensidad, para 1 contador trifásico, instalada en el interior de hornacina mural, en vivienda unifamiliar o local.	
			Mano de obra	29,46
			Materiales	1.028,33
			Medios auxiliares	21,16
			3 % Costes indirectos	32,37
			Total por Ud.....:	1.111,32
			Son MIL CIENTO ONCE EUROS CON TREINTA Y DOS CÉNTIMOS por Ud	
13	IED010	m	Derivación individual trifásica fija en superficie para vivienda, formada por cables unipolares con conductores de cobre, ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G6 mm <sup>2</sup> , siendo su tensión asignada de 450/750 V, bajo tubo protector de PVC rígido, blindado, de 32 mm de diámetro.	
			Mano de obra	2,36
			Materiales	8,86
			Medios auxiliares	0,22
			3 % Costes indirectos	0,34

## 2. Cuadro de precios Nº 2

Num.	Código	Ud	Descripción	
				Total por m.....:
				11,78
			Son ONCE EUROS CON SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS por m	
14	IEH015	m	Cable eléctrico multiconductor, Afumex Class Expo (AS) "PRYSMIAN", para servicios móviles, tipo H07ZZ-F (AS), tensión nominal 450/750 V, de alta seguridad en caso de incendio (AS), reacción al fuego clase Cca-slb,d1,a1, con conductores de cobre recocido, flexible (clase 5), de 3G4 mm <sup>2</sup> de sección, aislamiento de elastómero reticulado, cubierta de poliolefina reticulada, de tipo Afumex, de color gris con banda verde.	
			Mano de obra	0,93
			Materiales	3,10
			Medios auxiliares	0,08
			3 % Costes indirectos	0,12
				Total por m.....:
				4,23
			Son CUATRO EUROS CON VEINTITRES CÉNTIMOS por m	
15	IEH015b	m	Cable eléctrico multiconductor, Afumex Class Expo (AS) "PRYSMIAN", para servicios móviles, tipo H07ZZ-F (AS), tensión nominal 450/750 V, de alta seguridad en caso de incendio (AS), reacción al fuego clase Cca-slb,d1,a1, con conductores de cobre recocido, flexible (clase 5), de 3G1,5 mm <sup>2</sup> de sección, aislamiento de elastómero reticulado, cubierta de poliolefina reticulada, de tipo Afumex, de color gris con banda verde.	
			Mano de obra	0,80
			Materiales	1,93



## 2. Cuadro de precios Nº 2

Num.	Código	Ud	Descripción	
			Medios auxiliares	0,05
			3 % Costes indirectos	0,08
			Total por m.....:	2,86
			Son DOS EUROS CON OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS por m	
16	IEI050	Ud	Red eléctrica de distribución interior en local de uso común para comunidad de propietarios de 35 m <sup>2</sup> de superficie construida, con circuitos interiores con cableado bajo tubo protector de PVC flexible y mecanismos gama básica (tecla o tapa y marco: blanco; embellecedor: blanco).	
			Mano de obra	148,48
			Materiales	241,83
			Medios auxiliares	7,81
			3 % Costes indirectos	11,94
			Total por Ud.....:	410,06
			Son CUATROCIENTOS DIEZ EUROS CON SEIS CÉNTIMOS por Ud	
17	IEL010	m	Línea general de alimentación enterrada formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3x35+2G16 mm <sup>2</sup> , siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, bajo tubo protector de polietileno de doble pared, de 110 mm de diámetro.	
			Mano de obra	5,72
			Maquinaria	0,48

## 2. Cuadro de precios Nº 2

Num.	Código	Ud	Descripción	
			Materiales	23,04
			Medios auxiliares	0,58
			3 % Costes indirectos	0,89
			Total por m.....:	30,71
			Son TREINTA EUROS CON SETENTA Y UN CÉNTIMOS por m	
18	IEP021	Ud	Toma de tierra con una pica de acero cobreado de 1,5 m de longitud.	
			Mano de obra	9,48
			Materiales	135,08
			Medios auxiliares	2,89
			3 % Costes indirectos	4,42
			Total por Ud.....:	151,87
			Son CIENTO CINCUENTA Y UN EUROS CON OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS por Ud	
19	IEQ020	Ud	Batería automática de condensadores, para 21 kVAr de potencia reactiva, de 3 escalones con una relación de potencia entre condensadores de 1:2:2, para alimentación trifásica a 400 V de tensión y 50 Hz de frecuencia, con contactores y fusibles.	
			Mano de obra	76,31
			Materiales	935,97

## 2. Cuadro de precios Nº 2

Num.	Código	Ud	Descripción	
			Medios auxiliares	20,25
			3 % Costes indirectos	30,98
			Total por Ud.....:	1.063,51
			Son MIL SESENTA Y TRES EUROS CON CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS por Ud	
20	IER010	Ud	Trasformador 100 kVa	
			Sin descomposición	16.504,85
			3 % Costes indirectos	495,15
			Total por Ud.....:	17.000,00
			Son DIECISIETE MIL EUROS por Ud	
21	IEX050	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, poder de corte 6 kA, curva C.	
			Mano de obra	5,04
			Materiales	17,31
			Medios auxiliares	0,45
			3 % Costes indirectos	0,68
			Total por Ud.....:	23,48
			Son VEINTITRES EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS por Ud	

## 2. Cuadro de precios Nº 2

Num.	Código	Ud	Descripción	
22	LCL060	Ud	Carpintería de aluminio, anodizado natural, para conformado de ventana, corredera simple, de 175x100 cm, serie básica, formada por dos hojas, y con premarco. Cajón de persiana básico incorporado (monoblock), persiana enrollable de lamas de PVC, con accionamiento manual mediante cinta y recogedor.	
			Mano de obra	32,30
			Materiales	300,03
			Medios auxiliares	6,65
			3 % Costes indirectos	10,17
			Total por Ud.....:	349,15
			Son TRESCIENTOS CUARENTA Y NUEVE EUROS CON QUINCE CÉNTIMOS por Ud	
23	LRL010	m <sup>2</sup>	Puerta de registro para instalaciones, de una o dos hojas, de aluminio anodizado natural, formada por chapa opaca de 1,5 mm de espesor en las hojas y perfiles extrusionados de 40x20 cm de sección en el cerco, con marca de calidad EWAA-EURAS (QUALANOD).	
			Mano de obra	7,27
			Materiales	130,23
			Medios auxiliares	2,75
			3 % Costes indirectos	4,21
			Total por m <sup>2</sup> .....:	144,46
			Son CIENTO CUARENTA Y CUATRO EUROS CON CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS por m <sup>2</sup>	

## 2. Cuadro de precios Nº 2

Página 20

Num.	Código	Ud	Descripción	
24	replanteo	€/ha	Unidad de replanteo por hectarea con equipo topográfico compuesto por topógrafo y ayudante, con estación total, jalones, cuerdas y medios auxiliares	
			Total por €/ha.....:	0,00
			Son CERO EUROS por €/ha	
25	UAC010	m	Colector enterrado en terreno no agresivo, de tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m <sup>2</sup> , de 250 mm de diámetro exterior.	
			Mano de obra	5,52
			Maquinaria	3,13
			Materiales	20,75
			Medios auxiliares	0,59
			3 % Costes indirectos	0,90
			Total por m.....:	30,89
			Son TREINTA EUROS CON OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS por m	
26	UAC010b	m	Colector enterrado en terreno no agresivo, de tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m <sup>2</sup> , de 160 mm de diámetro exterior.	
			Mano de obra	4,39
			Maquinaria	2,37
			Materiales	10,30

## 2. Cuadro de precios Nº 2

Num.	Código	Ud	Descripción	
			Medios auxiliares	0,34
			3 % Costes indirectos	0,52
			Total por m.....:	17,92
			Son DIECISIETE EUROS CON NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS por m	
27	UJP010	Ud	Almendo de variedad Penta injertado sobre Rootpac 20 de un año de injerto. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado..	
			Sin descomposición	6,57
			3 % Costes indirectos	0,20
			Total por Ud.....:	6,77
			Son SEIS EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS por Ud	
28	UJP010b	Ud	Almendo de variedad Vialfás injertado sobre Rootpac 20 de un año de injerto. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado.	
			Sin descomposición	6,57
			3 % Costes indirectos	0,20
			Total por Ud.....:	6,77
			Son SEIS EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS por Ud	

## 2. Cuadro de precios Nº 2

Num.	Código	Ud	Descripción	
29	UJP010c	Ud	Plantación con arado plantador y tractor agrícola de 140 CV, distancia entre plántones de 1,2 m, anchura entre líneas de árboles de 4 m. Nudo de injerto 4 cm por encima del nivel del suelo. i/pp de remolque y tractor auxiliar. Sin descomposición	970,87
			3 % Costes indirectos	29,13
			Total por Ud.....:	1.000,00
			Son MIL EUROS por Ud	
30	UJP010d	Ud	Colocación de tutores Sin descomposición	0,53
			3 % Costes indirectos	0,02
			Total por Ud.....:	0,55
			Son CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS por Ud	
31	UJP010e	€/ha	Revisión y recolocación de plantas. Sin descomposición	63,11
			3 % Costes indirectos	1,89
			Total por €/ha.....:	65,00
			Son SESENTA Y CINCO EUROS por €/ha	

## 2. Cuadro de precios Nº 2

Num.	Código	Ud	Descripción	
32	URA010	Ud	Depósito de 1000l para albergar fertilizantes.	
			Mano de obra	88,67
			Materiales	63,40
			Medios auxiliares	6,08
			3 % Costes indirectos	4,74
			Total por Ud.....:	162,89
			Son CIENTO SESENTA Y DOS EUROS CON OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS por Ud	
33	URA010b	Ud	Depósito de 500l para albergar fertilizantes y tratamientos.	
			Mano de obra	53,29
			Materiales	63,40
			Medios auxiliares	4,67
			3 % Costes indirectos	3,64
			Total por Ud.....:	125,00
			Son CIENTO VEINTICINCO EUROS por Ud	
34	URA010c	Ud	Tubería de aspiración de 225 mm	
			Mano de obra	6,30



## 2. Cuadro de precios Nº 2

Num.	Código	Ud	Descripción	
			Materiales	29,17
			Medios auxiliares	1,42
			3 % Costes indirectos	1,11
			Total por Ud.....:	38,00
			Son TREINTA Y OCHO EUROS por Ud	
35	URA010d	Ud	Tubería primaria de 225 mm	
			Mano de obra	6,31
			Materiales	29,17
			Medios auxiliares	1,42
			3 % Costes indirectos	1,11
			Total por Ud.....:	38,01
			Son TREINTA Y OCHO EUROS CON UN CÉNTIMO por Ud	
36	URA010e	Ud	Tubería secundaria	
			Mano de obra	0,71
			Materiales	29,17
			Medios auxiliares	1,20

## 2. Cuadro de precios Nº 2

Num.	Código	Ud	Descripción	
			3 % Costes indirectos	0,93
			Total por Ud.....:	32,01
			Son TREINTA Y DOS EUROS CON UN CÉNTIMO por Ud	
37	URC010	Ud	Válvula de compuerta de fundición PN 16 de 150 mm. de diámetro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, completamente instalada.	
			Mano de obra	218,40
			Materiales	295,04
			Medios auxiliares	20,54
			3 % Costes indirectos	16,02
			Total por Ud.....:	550,00
			Son QUINIENTOS CINCUENTA EUROS por Ud	
38	URD020	m	Tubería de riego por goteo formada por tubo de polietileno, color negro, de 20 mm de diámetro exterior, con goteros integrados, situados cada 50 cm.	
			Mano de obra	1,12
			Materiales	0,68
			Medios auxiliares	0,04

## 2. Cuadro de precios Nº 2

Num.	Código	Ud	Descripción	
			3 % Costes indirectos	0,06
			Total por m.....:	1,90
			Son UN EURO CON NOVENTA CÉNTIMOS por m	
39	URE010	Ud	Contador Woltman de 50 mm 2",conexionado al ramal de salida de los depósitos de fertilizante, incluso instalación de dos válvulas de corte de esfera de 50 mm, grifo de prueba, válvula de retención y demás material auxiliar, montado y funcionando, incluso verificación, y sin incluir la acometida, ni la red interior. (i/ timbrado contador por la Delegación de Industria). s/CTE-HS-4.	
			Mano de obra	55,86
			Materiales	500,01
			Medios auxiliares	11,12
			3 % Costes indirectos	17,01
			Total por Ud.....:	584,00
			Son QUINIENTOS OCHENTA Y CUATRO EUROS por Ud	

## 2. Cuadro de precios Nº 2

Num.	Código	Ud	Descripción	
40	URE025	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/cm <sup>2</sup> , velocidad de filtración de 30 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> . y caudal de 25 m <sup>3</sup> /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 4 válvulas de mariposa de diámetro 75 mm. con soportes, incluso relleno posterior del filtro monocapa de árido silíceo calibrado, montado y probado.	
			Mano de obra	922,40
			Materiales	2.742,17
			Medios auxiliares	73,29
			3 % Costes indirectos	112,14
			Total por Ud.....:	3.850,00
			Son TRES MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA EUROS por Ud	
41	URE025b	Ud	Goteros integrados de un caudal de 2 l/h	
			Sin descomposición	0,44

## 2. Cuadro de precios Nº 2

Num.	Código	Ud	Descripción	
			3 % Costes indirectos	0,01
			Total por Ud.....:	0,45
			Son CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS por Ud	
42	URM010	Ud	Electroválvula para riego, cuerpo de PVC y polipropileno, conexiones roscadas, de 2" de diámetro, alimentación del solenoide a 24 Vca, con posibilidad de apertura manual y regulador de caudal, con arqueta de plástico provista de tapa.	
			Mano de obra	9,80
			Materiales	124,14
			Medios auxiliares	2,68
			3 % Costes indirectos	4,10
			Total por Ud.....:	140,72
			Son CIENTO CUARENTA EUROS CON SETENTA Y DOS CÉNTIMOS por Ud	
43	URM030	Ud	Tractor agrícola de 66 kW.	
			Sin descomposición	53.398,06
			3 % Costes indirectos	1.601,94
			Total por Ud.....:	55.000,00
			Son CINCUENTA Y CINCO MIL EUROS por Ud	

## 2. Cuadro de precios Nº 2

Num.	Código	Ud	Descripción	
44	URM030b	Ud	Remolque basculante de 6 t de MMA	
			Sin descomposición	7.281,55
			3 % Costes indirectos	218,45
			Total por Ud.....:	7.500,00
			Son SIETE MIL QUINIENTOS EUROS por Ud	
45	URM030c	Ud	Cultivador de 11 brazos, repartidos en dos filas y con rastra trasera.	
			Sin descomposición	2.135,92
			3 % Costes indirectos	64,08
			Total por Ud.....:	2.200,00
			Son DOS MIL DOSCIENTOS EUROS por Ud	
46	URM030d	Ud	Pulverizador hidroneumático arrastrado 2.000 l de capacidad, con sistema de aplicación mediante boquillas de chorro cónico.	
			Sin descomposición	4.466,02
			3 % Costes indirectos	133,98
			Total por Ud.....:	4.600,00
			Son CUATRO MIL SEISCIENTOS EUROS por Ud	
47	URM030e	Ud	Pulverizador hidráulico de 800 l de capacidad y dispuesto de boquillas de chorro en abanico para tratamientos herbicidas.	

## 2. Cuadro de precios Nº 2

Num.	Código	Ud	Descripción	
			Sin descomposición	3.203,88
			3 % Costes indirectos	96,12
			Total por Ud.....:	3.300,00
			Son TRES MIL TRESCIENTOS EUROS por Ud	
48	URM030f	Ud	Podadora hidráulica de corte por discos con una barra de corte de 1,5 m. El accionamiento de los discos es realizado por una serie de motores hidráulicos a su vez, accionados por la t.d.f. del tractor, permitiéndose establecer el ángulo de corte deseado.	
			Sin descomposición	5.339,81
			3 % Costes indirectos	160,19
			Total por Ud.....:	5.500,00
			Son CINCO MIL QUINIENTOS EUROS por Ud	
49	URM030g	Ud	Trituradora-desbrozadora de martillos, accionada por la t.d.f. y con un ancho de trabajo de 3 m.	
			Sin descomposición	3.883,50
			3 % Costes indirectos	116,50
			Total por Ud.....:	4.000,00
			Son CUATRO MIL EUROS por Ud	
50	URM030h	Ud	Equipo de poda suspendido, con compresor y tijeras neumáticas	

## 2. Cuadro de precios Nº 2

Num.	Código	Ud	Descripción	
			Sin descomposición	1.456,31
			3 % Costes indirectos	43,69
			Total por Ud.....:	1.500,00
			Son MIL QUINIENTOS EUROS por Ud	
51	URM030i	Ud	Programador electrónico para riego automático, para 4 estaciones, con 1 programa y 3 arranques diarios del programa, alimentación por batería de 9 V.	
			Mano de obra	90,26
			Materiales	314,27
			Medios auxiliares	8,09
			3 % Costes indirectos	12,38
			Total por Ud.....:	425,00
			Son CUATROCIENTOS VEINTICINCO EUROS por Ud	
52	URM040	m	Línea eléctrica monofásica enterrada para alimentación de electroválvulas y automatismos de riego, formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1,5 mm <sup>2</sup> , siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, bajo tubo protector de polietileno de doble pared, de 40 mm de diámetro.	
			Mano de obra	3,30
			Maquinaria	0,41



## 2. Cuadro de precios Nº 2

Página 32

Num.	Código	Ud	Descripción	
			Materiales	3,85
			Medios auxiliares	0,15
			3 % Costes indirectos	0,23
			Total por m.....:	7,94
			Son SIETE EUROS CON NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS por m	
			D.	

Num.	Código	Ud	Descripción
------	--------	----	-------------

### 3. Presupuestos parciales

#### Presupuesto parcial nº 1 Acondicionamiento del terreno

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
1.1	M <sup>2</sup>	Desbroce y limpieza del terreno, hasta una profundidad mínima de 25 cm, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.				
			Total m <sup>2</sup> :	40,000	1,27	<b>50,80</b>
1.2	M <sup>3</sup>	Excavación de sótanos de hasta 2 m de profundidad en suelo de arena suelta, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión.				
			Total m <sup>3</sup> :	10,000	3,82	<b>38,20</b>
<b>Total Presupuesto parcial nº 3 Acondicionamiento del terreno :</b>					<b>89,00</b>	

2.1	<b>Kg</b>	Acero S275JR en vigas, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.			
			Total kg :	91,200	2,34
					<b>213,41</b>
2.2	<b>M²</b>	Hoja exterior en cerramiento de fachada, de 20 cm de espesor de fábrica, de bloque CV de hormigón, liso hidrófugo, color gris, 40x20x20 cm, resistencia normalizada R10 (10 N/mm²), con junta de 1 cm, rehundida, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-7,5, suministrado a granel; revestimiento de los frentes de forjado con plaquetas de hormigón, colocadas con mortero de alta adherencia, formación de dinteles mediante piezas en "U" con armadura y macizado de hormigón.			
			Total m² :	64,800	41,45
					<b>2.685,96</b>
2.3	<b>M²</b>	Losa maciza de hormigón armado, horizontal, canto 24 cm, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 21 kg/m²; montaje y desmontaje de sistema de encofrado continuo, con acabado tipo industrial para revestir, formado por superficie encofrante de tableros de madera tratada, reforzados con varillas y perfiles, estructura soporte horizontal de sopandas metálicas y accesorios de montaje y estructura soporte vertical de puntales metálicos; altura libre de planta de hasta 3 m. Sin incluir repercusión de pilares.			
			Total m² :	40,000	85,78
					<b>3.431,20</b>
2.4	<b>M²</b>	Cerramiento de fachada con paneles sándwich aislantes, de 35 mm de espesor y 1100 mm de ancho, formados por doble cara metálica de chapa lisa de acero, acabado galvanizado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de densidad media 40 kg/m³, montados en posición vertical, con sistema de fijación oculto.			
			Total m² :	36,000	44,10
					<b>1.587,60</b>
<b>Total Presupuesto parcial nº 5 Estructuras :</b>					<b>7.918,17</b>

## Presupuesto parcial nº 3 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
3.1	M <sup>2</sup>	Puerta de registro para instalaciones, de una o dos hojas, de aluminio anodizado natural, formada por chapa opaca de 1,5 mm de espesor en las hojas y perfiles extrusionados de 40x20 cm de sección en el cerco, con marca de calidad EWAA-EURAS (QUALANOD).			
			Total m <sup>2</sup> :	2,850	144,46
					<b>411,71</b>
3.2	Ud	Carpintería de aluminio, anodizado natural, para conformado de ventana, corredera simple, de 175x100 cm, serie básica, formada por dos hojas, y con premarco. Cajón de persiana básico incorporado (monoblock), persiana enrollable de lamas de PVC, con accionamiento manual mediante cinta y recogedor.			
			Total Ud :	2,000	349,15
					<b>698,30</b>
<b>Total Presupuesto parcial nº 7 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares :</b>					<b>1.110,01</b>

Presupuesto parcial nº 4 Instalaciones

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
4.1	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, poder de corte 6 kA, curva C.			
			Total Ud :	1,000	23,48
					<b>23,48</b>
4.2	Ud	Red eléctrica de distribución interior en local de uso común para comunidad de propietarios de 35 m <sup>2</sup> de superficie construida, con circuitos interiores con cableado bajo tubo protector de PVC flexible y mecanismos gama básica (tecla o tapa y marco: blanco)			
			Total Ud :	1,000	410,06
					<b>410,06</b>
4.3	Ud	Toma de tierra con una pica de acero cobreado de 1,5 m de longitud.			
			Total Ud :	1,000	151,87
					<b>151,87</b>
4.4	M	Línea general de alimentación enterrada formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3x35+2G16 mm <sup>2</sup> , siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, bajo tubo protector de polietileno de doble pared, de 110 mm de diámetro.			
			Total m :	3,000	30,71
					<b>92,13</b>
4.5	M	Derivación individual trifásica fija en superficie para vivienda, formada por cables unipolares con conductores de cobre, ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G6 mm <sup>2</sup> , siendo su tensión asignada de 450/750 V, bajo tubo protector de PVC rígido, blindado, de 32 mm de diámetro.			
			Total m :	3,000	11,78
					<b>35,34</b>
4.6	Ud	Caja de medida con transformador de intensidad CMT-300E, de hasta 300 A de intensidad, para 1 contador trifásico, instalada en el interior de hornacina mural, en vivienda unifamiliar o local.			
			Total Ud :	1,000	1.111,32
					<b>1.111,32</b>
4.7	M	Cable eléctrico multiconductor, Afumex Class Expo (AS) "PRYSMIAN", para servicios móviles, tipo H07ZZ-F (AS), tensión nominal 450/750 V, de alta seguridad en caso de incendio (AS), reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductores de cobre recocido, flexible (clase 5), de 3G4 mm <sup>2</sup> de sección, aislamiento de elastómero reticulado, cubierta de poliolefina reticulada, de tipo Afumex, de color gris con banda verde.			
			Total m :	3,000	4,23
					<b>12,69</b>
4.8	M	Cable eléctrico multiconductor, Afumex Class Expo (AS) "PRYSMIAN", para servicios móviles, tipo H07ZZ-F (AS), tensión nominal 450/750 V, de alta seguridad en caso de incendio (AS), reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductores de cobre recocido, flexible (clase 5), de 3G1,5 mm <sup>2</sup> de sección, aislamiento de elastómero reticulado, cubierta de poliolefina reticulada, de tipo Afumex, de color gris con banda verde.			
			Total m :	3,000	2,86
					<b>8,58</b>

Presupuesto parcial nº 4 Instalaciones

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
4.9	Ud	Trasformador 10 kVa			
			Total Ud :	1,000	17.000,00
			<b>Total Presupuesto parcial nº 9 Instalaciones :</b>		<b>18.845,47</b>

Presupuesto parcial nº 5 Urbanización interior de la parcela

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
5.1	M	Colector enterrado en terreno no agresivo, de tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m <sup>2</sup> , de 250 mm de diámetro exterior.				
			Total m :	400,000	30,89	<b>12.356,00</b>
5.2	M	Colector enterrado en terreno no agresivo, de tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m <sup>2</sup> , de 160 mm de diámetro exterior.				
			Total m :	1.700,000	17,92	<b>30.464,00</b>
5.3	M	Tubería de riego por goteo formada por tubo de polietileno, color negro, de 20 mm de diámetro exterior, con goteros integrados, situados cada 50 cm.				
			Total m :	80.010,000	1,90	<b>152.019,00</b>
5.4	Ud	Electroválvula para riego, cuerpo de PVC y polipropileno, conexiones roscadas, de 2" de diámetro, alimentación del solenoide a 24 Vca, con posibilidad de apertura manual y regulador de caudal, con arqueta de plástico provista de tapa.				
			Total Ud :	1,000	140,72	<b>140,72</b>
5.5	M	Línea eléctrica monofásica enterrada para alimentación de electroválvulas y automatismos de riego, formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1,5 mm <sup>2</sup> , siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, bajo tubo protector de polietileno de doble pared, de 40 mm de diámetro.				
			Total m :	5,000	7,94	<b>39,70</b>
5.6	Ud	Válvula de compuerta de fundición PN 16 de 150 mm. de diámetro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, completamente instalada.				
			Total Ud :	1,000	550,00	<b>550,00</b>
5.7	Ud	Programador electrónico para riego automático, para 4 estaciones, con 1 programa y 3 arranques diarios del programa, alimentación por batería de 9 V.				
			Total Ud :	1,000	425,00	<b>425,00</b>
5.8	Ud	Contador Woltman de 50 mm 2",conexión al ramal de salida de los depósitos de fertilizante, incluso instalación de dos válvulas de corte de esfera de 50 mm, grifo de prueba, válvula de retención y demás material auxiliar, montado y funcionando, incluso verificación, y sin incluir la acometida, ni la red interior. (i/ timbrado contador por la Delegación de Industria). s/CTE-HS-4.				
			Total Ud :	1,000	584,00	<b>584,00</b>

Presupuesto parcial nº 5 Urbanización interior de la parcela

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
5.9	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 25 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 4 válvulas de mariposa de diámetro 75 mm. con soportes, incluso relleno posterior del filtro monocapa de árido síliceo calibrado, montado y probado.				
			Total Ud :	1,000	3.850,00	<b>3.850,00</b>
5.10	Ud	Depósito de 1000l para albergar fertilizantes.				
			Total Ud :	3,000	162,89	<b>488,67</b>
5.11	Ud	Depósito de 500l para albergar fertilizantes y tratamientos.				
			Total Ud :	2,000	125,00	<b>250,00</b>
5.12	Ud	Goteros integrados de un caudal de 2 l/h				
			Total Ud :	159.264,000	0,45	<b>71.668,80</b>
5.13	Ud	Tubería de aspiración de 225 mm				
			Total Ud :	12,000	38,00	<b>456,00</b>
5.14	Ud	Tubería primaria de 225 mm				
			Total Ud :	392,500	38,01	<b>14.918,93</b>
5.15	Ud	Tubería secundaria				
			Total Ud :	849,000	32,01	<b>27.176,49</b>
5.16	1	Bomba riego				
			Total 1 :	1,000	40.000,00	<b>40.000,00</b>
5.17	€/Ha	Estiércol				



Presupuesto parcial nº 5 Urbanización interior de la parcela

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
			Total €/ha :	34,200	880,00	<b>30.096,00</b>
5.18	€/Ha	Alquiler de servicios para estercolado	Total €/ha :	34,200	225,00	<b>7.695,00</b>
5.19	€/Ha	Desfonde	Total €/ha :	34,200	350,00	<b>11.970,00</b>
5.20	€/Ha	Afinamiento del terreno	Total €/ha :	68,200	21,00	<b>1.432,20</b>
5.21	Ud	Almendro Penta	Total Ud :	33.180,000	6,77	<b>224.628,60</b>
5.22	Ud	Almendro Vialfás	Total Ud :	33.180,000	6,77	<b>224.628,60</b>
5.23	Ud	Plantación	Total Ud :	34,200	1.000,00	<b>34.200,00</b>
5.24	Ud	Colocación tutores	Total Ud :	66.360,000	0,55	<b>36.498,00</b>
5.25	€/Ha	Revisión de plantas	Total €/ha :	34,200	65,00	<b>2.223,00</b>
5.26	Ud	Tractor agrícola 66 kW	Total Ud :	1,000	55.000,00	<b>55.000,00</b>

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

Presupuesto parcial nº 5 Urbanización interior de la parcela

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
5.27	Ud	Remolque basculante 6 t			
			Total Ud :	1,000	7.500,00
					<b>7.500,00</b>
5.28	Ud	Cultivador de 11 brazos			
			Total Ud :	1,000	2.200,00
					<b>2.200,00</b>
5.29	Ud	Pulverizador hidroneumático arrastrado			
			Total Ud :	1,000	4.600,00
					<b>4.600,00</b>
5.30	Ud	Pulverizador hidráulico suspendido			
			Total Ud :	1,000	3.300,00
					<b>3.300,00</b>
5.31	Ud	Podadora mecánica			
			Total Ud :	1,000	5.500,00
					<b>5.500,00</b>
5.32	Ud	Trituradora-desbrozadora			
			Total Ud :	1,000	4.000,00
					<b>4.000,00</b>
5.33	Ud	Compresor de poda suspendido y tijeras neumáticas			
			Total Ud :	1,000	1.500,00
					<b>1.500,00</b>
<b>Total Presupuesto parcial nº 14 Urbanización interior de la parcela :</b>					<b>1.012.358,71</b>

## Producido por una versión educativa de CYPE

Capítulo Importe (€)

---

### 4. Presupuesto general y resumen de presupuestos

Capítulo	Importe (€)
1 Acondicionamiento del terreno	89,00
2 Estructuras	7.918,17
3 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares	1.110,01
4 Instalaciones	18.845,47
5 Urbanización interior de la parcela	1.012.358,71
<b>Presupuesto de ejecución material (PEM)</b>	<b>1.040.321,36</b>
10% de gastos generales	104.032,14
4% de beneficio industrial	41.612,85
<b>Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)</b>	<b>1.185.966,35</b>
21% IVA	249.052,93
<b>Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)</b>	<b>1.435.019,28</b>

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de UN MILLÓN CUATROCIENTOS TREINTA Y CINCO MIL DIECINUEVE CON VEINTIOCHO CÉNTIMOS.

