



---

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

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

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

**Proyecto de plantación de manzano en  
regadío en el término municipal de  
Becerril de Campos (Palencia)**

Alumno: Pablo Villán Abad

Tutor: Jesús Celada Caminero  
Cotutor: Juan José Mazón Nieto de Cossío

Marzo de 2019

## Índice general

### Documento 1. 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

### Documento 2. Planos

### Documento 3. Pliego de condiciones

### Documento 4. Mediciones

### Documento 5. Presupuesto

# DOCUMENTO 1: MEMORIA

## ÍNDICE MEMORIA

1. Objeto del proyecto.....	1
1.1. Naturaleza del proyecto.....	1
1.2. Emplazamiento.....	1
1.3. Extensión .....	1
1.4. Agentes.....	1
2. Antecedentes.....	1
2.1. Motivación .....	1
2.2. Estudios previos .....	1
3. Bases del proyecto .....	2
3.1. Directrices .....	2
3.1.1. Finalidad .....	2
3.1.2. Condiciones del promotor .....	2
3.2. Condicionantes del proyecto .....	2
3.2.1. Condicionantes internos.....	2
3.2.1.1. Clima .....	2
3.2.1.2. Suelo .....	3
3.2.1.3. Agua de riego .....	3
3.2.2. Condicionantes legales.....	3
3.2.3. Condicionantes externos.....	3
3.2.3.1. Comercialización .....	3
3.2.3.2. Materias primas.....	4
3.3. Situación actual.....	4
4. Estudio de alternativas.....	4
4.1. Identificación de las alternativas.....	4
4.2. Descripción de la alternativa a desarrollar .....	5
5. Ingeniería del proyecto .....	5
5.1. Ingeniería del proceso productivo.....	5
5.1.1. Preparación del terreno.....	5
5.1.2. Plantación .....	6
5.1.3. Sistema de formación y poda.....	6
5.1.4. Riego y fertilización .....	7

---

5.1.5. Mantenimiento del suelo .....	7
5.1.6. Defensa fitosanitaria y defensa antiheladas .....	7
5.1.7. Aclareo .....	8
5.1.8. Recolección .....	8
5.2. Ingeniería de las obras .....	8
5.2.1. Instalación de riego .....	8
5.2.1.1. Emisores .....	8
5.2.1.2. Red de distribución .....	8
5.2.1.3. Cabezal de riego .....	9
5.2.1.4. Grupo de bombeo .....	10
5.2.1.5. Instalación de bombeo .....	10
5.2.1.6. Dispositivos de control .....	10
5.2.2. Caseta de riego .....	11
5.2.3. Instalación eléctrica .....	11
5.2.3.1. Acometida .....	11
5.2.3.2. Instalación de enlace .....	12
5.2.3.3. Instalación interior .....	12
5.2.4. Espaldera .....	12
5.2.4.1. Postes terminales y cables tensores .....	12
5.2.4.2. Postes intermedios y alambres .....	13
5.2.5. Torres antihelada .....	13
5.2.6. Infraestructuras .....	13
6. Programación de la ejecución y puesta en marcha del proyecto .....	13
7. Normas para la explotación del proyecto .....	14
7.1. Productos fitosanitarios .....	14
7.2. Productos fertilizantes .....	14
7.3. Maquinaria y equipos .....	14
8. Evaluación ambiental .....	15
9. Estudio económico .....	15
10. Resumen del presupuesto .....	17

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características de las tuberías de riego .....	9
Tabla 2. Resumen del presupuesto .....	17

## **1. Objeto del proyecto**

### **1.1. Naturaleza del proyecto**

El proyecto tiene como objetivo establecer una plantación de 18,83 ha en producción integrada de manzanos en regadío en el término municipal de Becerril de Campos (Palencia).

Actualmente, la parcela se encuentra en régimen de arrendamiento a un agricultor de la zona. El promotor del proyecto quiere aumentar la rentabilidad de la parcela, por ello se realiza el presente proyecto.

### **1.2. Emplazamiento**

La plantación objeto de proyecto se sitúa en el término municipal de Becerril de Campos, provincia de Palencia. Catastralmente se encuentra en el polígono 12, parcela 30012 y 80012, junto al Canal de Castilla.

La parcela presenta un contorno regular, con forma de paralelogramo, y un terreno llano. A la explotación se accede a través un camino colindante con la linde sur de la parcela.

### **1.3. Extensión**

La finca tiene una extensión total de 18,83 ha, de las cuales 17,80 ha estarán dedicadas al cultivo del manzano. El resto de la parcela estará dedicada a caminos de servicio, accesos y ubicación de la caseta de riego.

### **1.4. Agentes**

El promotor del proyecto es Alejandro Villán Abad. El proyectista es Pablo Villán Abad, alumno del Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural en la Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias de Palencia, perteneciente a la Universidad de Valladolid.

## **2. Antecedentes**

### **2.1. Motivación**

El presente proyecto se elabora por los siguientes motivos:

- Presentar el Trabajo Fin de Grado (TFG) y obtener la titulación de Graduado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural.
- Estudiar la viabilidad y rentabilidad de una plantación frutal de manzano en la provincia de Palencia.

### **2.2. Estudios previos**

Previamente a la realización del proyecto, se han elaborado los siguientes estudios para reducir riesgos y garantizar la viabilidad del presente proyecto:

- Estudio climatológico de la zona.

- Estudio edafológico de la finca.
- Análisis de agua de riego del Canal de Castilla.
- Estudio de mercado.

Los estudios realizados se incluyen ver en el Anejo I. Condicionantes.

### **3. Bases del proyecto**

#### **3.1. Directrices**

##### **3.1.1. Finalidad**

El objetivo principal del proyecto es aumentar la rentabilidad de la finca mediante el establecimiento de una plantación de manzanos. Este objetivo se debe cumplir atendiendo a criterios técnicos, económicos y medioambientales.

##### **3.1.2. Condiciones del promotor**

El promotor desea establecer un cultivo frutal de manzana en producción integrada que tenga un buen manejo y elevada rentabilidad económica. En cuanto al buen manejo, interesa reducir en la medida de lo posible la contratación de mano de obra eventual. Esto se logrará mecanizando la mayor parte de las operaciones de cultivo.

#### **3.2. Condicionantes del proyecto**

##### **3.2.1. Condicionantes internos**

###### **3.2.1.1. Clima**

Respecto al periodo invernal, las temperaturas mínimas absolutas no suponen un condicionante para el manzano, ya que ésta es de  $-12,3^{\circ}\text{C}$ , muy superior a la temperatura crítica del cultivo de  $-34^{\circ}\text{C}$ . En cuanto al requerimiento de frío para la salida del reposo invernal, las 1.434,1 horas-frío de la zona satisfacen perfectamente las necesidades del cultivo.

En el periodo primaveral, el principal inconveniente va a ser el solapamiento de las heladas primaverales con la floración de los manzanos. El periodo libre de heladas, según el criterio de Papadakis, es del 27 de abril al 21 de noviembre. Parte de la floración se encuentra dentro del periodo de heladas. Además, las temperaturas mínimas absolutas del periodo son inferiores a las temperaturas críticas de los diferentes estados fenológicos. Por ello se van a instalar torres antihelada para mitigar los posibles daños de las heladas primaverales.

Las temperaturas máximas estivales se encuentran en el intervalo óptimo para el desarrollo de los ciclos vegetativo y reproductivo del árbol. Además, el contraste de temperaturas diurnas y nocturnas permite obtener una buena coloración en las variedades bicolors y un elevado contenido en azúcares.

En cuanto a las temperaturas otoñales, es conveniente tener en cuenta las heladas invernales anticipadas, ya que pueden llegar a solaparse con el final de la recolección. Así mismo, en la plantación objeto de estudio, no se va a tener en cuenta dado que en contadas ocasiones pueda ocurrir.

La temperatura media anual es de 11,1°C, mientras que la temperatura media de las mínimas es de 5,4°C y de las máximas de 23,5°C.

La precipitación media de la zona es escasa (380 mm) y con una distribución bastante irregular. Por ello, es necesaria la instalación de un sistema de riego para poder satisfacer las necesidades hídricas del cultivo a lo largo de todo su ciclo.

El resto de los factores climáticos, como el granizo, la insolación o el viento, no van a suponer ningún problema en la plantación.

#### 3.2.1.2. Suelo

Se trata de un suelo medianamente profundo, con una textura franco-arenosa, estructura migajosa y cuenta con una buena permeabilidad. Estas características físicas resultan adecuadas para el cultivo del manzano.

En cuanto a las características químicas (pH = 7,38 - neutro), el suelo no presenta inconvenientes de salinidad ni de alcalinidad. Además, el bajo contenido en carbonatos (14,01%) y caliza activa (4,48%) no va a generar problemas de clorosis férrica en la plantación.

Respecto al contenido de materia orgánica (1,60%), resulta insuficiente. Para solventar esta deficiencia se va a realizar una enmienda orgánica con estiércol antes de la plantación.

#### 3.2.1.3. Agua de riego

El agua de riego, proveniente del Canal de Castilla, no va a presentar ningún tipo de problema a la hora de su empleo en las distintas actividades del proceso productivo de la plantación. La toma de agua es una instalación con la que ya cuenta la parcela.

En cuanto a las características químicas, el agua de riego presenta un pH normal (8,3) así como un bajo contenido en sales solubles (0,183 g/l).

No obstante, aunque el agua de riego tiene una dureza muy baja (19,11°F), con el fin de evitar la posible obturación de éstos, se recomienda realizar una revisión y limpieza periódica de los emisores.

### 3.2.2. Condicionantes legales

El promotor es el propietario legal de las parcelas donde se va a ubicar la plantación en proyecto y declara que sobre ella no existen cargas, servidumbres de paso o arrendamientos.

Dichas parcelas, según la Normativa Urbanística Municipal, se clasifican como terreno rústico con protección agrícola. En consecuencia, no existe ningún condicionante jurídico que impida la realización del proyecto.

### 3.2.3. Condicionantes externos

#### 3.2.3.1. Comercialización

La comercialización de la producción de manzanas va a ser en origen, es decir, el promotor va a vender la cosecha a un mayorista de la zona.

Respecto a la tendencia del mercado, el consumo de manzana en fresco está al orden del día, las explotaciones mantienen una buena tendencia al alza y la superficie destinada al cultivo de manzana cada vez es menor, reduciendo así la competencia en el mercado.

Además, la ubicación donde se llevará a cabo la plantación dispone de características interesantes para el futuro producto, como es la altitud. Esta dotará a la manzana de alta calidad, dureza y correcta coloración, características de buena aceptación en el mercado.

### 3.2.3.2. Materias primas

El área donde se sitúa la plantación en proyecto, existen numerosas empresas locales dedicadas a la comercialización de fertilizantes y fitosanitarios. No se espera que se produzcan problemas para el acopio de las materias primas necesarias en el proceso productivo.

Así mismo, en las proximidades de la plantación hay disponibles diversos talleres dedicados a la venta y reparación de maquinaria agrícola y suministros en general.

## 3.3. Situación actual

Actualmente la parcela se encuentra en régimen de arrendamiento, por un montante de 364 €/ha al año. Además, está establecido que los derechos de pago básico de la Política Agraria Común (PAC) que corresponde a la parcela le corresponden al arrendatario.

El arrendatario destina la parcela al cultivo de cereales de invierno y leguminosas, en régimen de regadío. El contrato de arrendamiento finaliza en agosto de 2019. A partir de este momento el propietario y promotor del presente proyecto decide establecer una plantación de manzano.

En las parcelas no hay edificaciones ni infraestructuras, solo un hidrante de riego en el camino Este del perímetro de la parcela.

## 4. Estudio de alternativas

El promotor del proyecto desea transformar la parcela en una plantación de manzanos familiar. Debido a los condicionantes del medio y aquellos impuestos por el propio promotor, es necesario analizar y evaluar todas las alternativas posibles.

### 4.1. Identificación de las alternativas

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

- Especie
- Variedad
- Portainjerto
- Forma de explotación
- Diseño de la plantación
- Técnicas de cultivo

La elección de la alternativa más adecuada se realiza mediante el método de análisis multicriterio, que queda completamente detallado en el Anejo 3. Estudio de Alternativas.

## 4.2. Descripción de la alternativa a desarrollar

Se va a realizar una plantación de manzanos en producción integrada. Las variedades principales de la plantación van a ser Golden Parsi y Golden Crielaard (del grupo varietal Golden) injertadas sobre M-9 Pajam-2 Cepiland. La variedad polinizadora va a ser Brookfield Gala (del grupo varietal Gala) injertada sobre M-9 Pajam-1. Se colocarán 2 líneas de la variedad polinizadora por cada 6 líneas de las variedades principales.

Se va a emplear una disposición rectangular o en líneas con un marco de plantación de 1,2 x 4,0 metros. La densidad de plantación será de 2.080 árboles por hectárea. La orientación de las líneas va a ser aproximadamente N-S, inclinado ligeramente para seguir el contorno limítrofe de la parcela. El sistema de formación de los árboles es en eje central, instalando un sistema de apoyo en espaldera.

El riego se llevará a cabo mediante un sistema de riego localizado por goteros, incorporando al mismo un sistema de fertirrigación. En cuanto al mantenimiento del suelo se va a emplear un sistema mixto de vegetación espontánea en las calles y aplicación de herbicidas en las líneas. Como método de defensa contra heladas se van a instalar torres antiheladas.

Respecto a la recolección, se va a realizar manualmente mediante el empleo de carros de recolección, con cintas transportadoras y plataformas a diferentes alturas.

## 5. Ingeniería del proyecto

### 5.1. Ingeniería del proceso productivo

A continuación, se describe el proceso productivo del proyecto, definiendo las actividades, maquinaria a emplear, mano de obra y de más elementos y materias que se necesitan para desarrollar el proceso productivo.

#### 5.1.1. Preparación del terreno

La preparación del suelo de la parcela será mecánica e integral. La **enmienda orgánica** se va a realizar con estiércol de vacuno. La operación se va a realizar a finales de octubre, empleando un tractor de 180 CV y un remolque esparcidor. En total se van a distribuir 57,03 toneladas de estiércol por hectárea. Para llevar a cabo esta labor, se va a contratar a una empresa de servicios agrícolas.

La última semana de octubre se va a llevar a cabo la labor de **desfonde**. Esta operación se contratará a una empresa externa, que va a utilizar un tractor de 180 CV y un arado de desfonde.

Después, se van a realizar dos **pases de cultivador**, una a principios del mes de noviembre y otra en enero, con el objetivo de dejar el terreno listo y facilitar las labores de replanteo y marqueo. Será el encargado de la plantación el responsable de realizar esta labor, empleando el tractor de 80 CV propio de la explotación junto con el cultivador.

A finales de enero se va a realizar el **marqueo**. Se van a señalar con jalones las líneas de árboles trazando una alineación base paralela al lado Oeste de la parcela. En esta operación se van a emplear tres operarios, uno de ellos el encargado de la plantación.

### 5.1.2. Plantación

La **plantación** se va a realizar a raíz desnuda. En ella se van a utilizar plantones de un año de injerto. El número de plantones necesarios, incluyendo un 1% de reposición, es de 36.674 unidades. Los plantones quedan repartidos en las siguientes variedades:

- Golden Parsi sobre M-9 Pajam-2 Cepiland: 13.829 unidades
- Golden Crielaard sobre M-9 Pajam-2 Cepiland: 13.502 unidades
- Brookfield Gala sobre M-9 Pajam-1: 9.343 unidades

La **recepción de los plantones** va a ser a mediados de febrero. La operación la van a llevar a cabo tres peones, entre ellos el encargado de la plantación.

Inmediatamente después, a mediados de febrero, se va a realizar la **plantación** utilizando para ello una máquina plantadora. Ésta operación va a ser semimecánica, contratando a una empresa de servicios agrícolas el equipo de plantación.

Una vez realizada la plantación, se instalará el sistema de riego (ver 5.2.1. Instalación de riego) y se realizará el **riego de plantación**. También, dos peones se van a encargar de **revisar las plantas, reponer** las que no hayan prendido correctamente y realizar la **poda de plantación**, en la que se emplearán tijeras de poda manuales, eliminando aquellos órganos vegetativos que estén dañados.

A comienzos de marzo, dos peones se van a realizar la colocación de los **protectores de troncos**. Para facilitar su trabajo, utilizarán el tractor de la explotación y un remolque.

La **reposición de marras** va a tener lugar a finales de mayo. En ella, tres peones y el encargado de la plantación, empleando un tractor de 80 CV, un remolque, dos palas y dos azadas, realizarán la operación.

Establecida la plantación, en cada ciclo de cultivo serán 8 los puntos a considerar: la poda, el riego, el mantenimiento del suelo, la fertilización, la defensa fitosanitaria, la recolección, el aclareo y la defensa antiheladas.

Los dos primeros años de la plantación únicamente se va a practicar la **poda de formación**. A partir del tercer año (entrada en producción) y hasta que finaliza el desarrollo del árbol se realizarán a la vez la poda de formación y la poda fructificación.

### 5.1.3. Sistema de formación y poda

El **sistema de formación** es el eje central. En primavera se pinzan los brotes que compiten con la guía, mientras que en invierno la poda pretende favorecer la iluminación de la zona baja y de las ramas de fructificación. La poda de formación se va a realizar con tijeras de poda manuales.

La **poda de fructificación** se va a realizar durante la parada vegetativa del árbol. Hay que tener en cuenta que el manzano fructifica sobre madera de 2 y 3 años. Por ello, la intensidad de poda va a ser intermedia. Esta poda se realizará con tijeras mecánicas de tipo neumático, accionadas por un compresor acoplado al carro de recolección. Esta labor la realizará una cuadrilla de 4 peones.

Los residuos de la poda se van a **triturar** y **esparcir** por las calles de la explotación. En esta operación, realizada por un operario, se va a emplear el tractor de la explotación y una trituradora de restos de poda.

#### 5.1.4. Riego y fertilización

En cuanto al **riego**, será necesario durante los meses de abril a octubre. Para ello, se va a emplear el sistema de riego por goteo con un funcionamiento completamente automatizado.

El riego estará dividido en tres turnos de riego, regando un mismo turno todos los días. El mes que presenta mayores necesidades hídricas es julio, con dosis de 17,98 mm/árbol. El calendario de riego se presenta en el Anejo 4. Ingeniería del Proceso. A su vez, este sistema de riego se va a complementar con el sistema de fertirrigación.

Respecto a la **fertilización**, los árboles van a tener cubiertas sus necesidades nutritivas durante los dos primeros años con los elementos presentes en el suelo. A partir del tercer año va a ser necesario implantar un calendario de fertirrigación. (ver Anejo 4. Ingeniería del Proceso). En este calendario, se van a aportar ácidos húmicos y fúlvicos. Los macro y microelementos se van a aportar a través del agua de riego.

#### 5.1.5. Mantenimiento del suelo

El **mantenimiento del suelo** consiste en la aplicación de un método mixto. En las líneas de los árboles se va a aplicar herbicidas para controlar la vegetación espontánea, mientras que en las calles se va a establecer una cubierta vegetal controlada mediante siega mecánica.

En los meses de marzo, mayo y septiembre se va a realizar la aplicación de herbicida con maquinaria propia de la explotación (tractor de 80 CV con pulverizador hidráulico). Y en los meses de abril, junio y septiembre se va a realizar la siega, también con maquinaria propia (tractor de 80 CV con segadora).

#### 5.1.6. Defensa fitosanitaria y defensa antiheladas

En lo que se refiere a **defensa fitosanitaria**, el encargado de la plantación va a realizar un seguimiento de la dinámica de las plagas y enfermedades del manzano. Siempre, los métodos de control natural, cultural y biológico serán prioritarios a la lucha química. Ésta solo se empleará con productos autorizados en los casos en que esté justificado y respetando los plazos de seguridad.

Para la aplicación de los tratamientos fitosanitarios se va a utilizar maquinaria propia de la explotación, un tractor de 80 CV y un pulverizador hidroneumático arrastrado.

El calendario de tratamientos de la plantación en proyecto, los compuestos elegidos y las dosis, quedan especificados en el Anejo 4. Ingeniería del Proceso.

Las **torres antiheladas** van a disponer de un sistema de monitoreo de la temperatura ambiente que permite su puesta en marcha y parada automáticamente.

#### 5.1.7. Aclareo

El **aclareo** se va a realizar empleando productos químicos. Se van a efectuar dos aplicaciones con Metramitrona en abril a partir del sexto año. La primera de ellas con un diámetro de fruto de 8-10 mm, y la segunda con 12-14 mm. No obstante, a comienzos del mes de junio conviene hacer un repaso manual. Los tratamientos los va a realizar el encargado de la plantación con el tractor propio de 80 CV y el pulverizador hidroneumático.

#### 5.1.8. Recolección

A partir del tercer año comienza la **recolección**. Ésta se va a realizar de forma manual y escalonada. A mediados de agosto se va a comenzar con la variedad Gala, a principios de septiembre con la variedad Golden Parsi, y, por último, a mediados de septiembre con la variedad Golden Crielaard.

La cosecha de cada variedad debe finalizar, aproximadamente, en 15 días. Las necesidades de mano de obra durante el periodo de recolección en cada etapa de vida de la plantación se muestran en el Anejo 4. Ingeniería del Proceso.

Toda la fruta que esté situada a una altura inferior a dos metros se va a recolectar desde el suelo. La fruta situada por encima de los dos metros se va a recoger desde el carro de cintas transportadoras, que también se va a utilizar en la poda. La fruta recogida se va a agrupar en pallots, se cargarán con el tractor de 80 CV con un elevador de horquillas frontal en remolques hasta la central hortofrutícola.

Para coordinar todas estas operaciones, se ha elaborado un cuadro de definición y satisfacción de las necesidades en cada uno de los años de la vida de la plantación (ver tablas 49 a 55 del Anejo 4. Ingeniería del Proceso). El tiempo requerido para realizar cada labor va a depender de la maquinaria seleccionada y el número de operarios.

### 5.2. Ingeniería de las obras

#### 5.2.1. Instalación de riego

En la explotación en proyecto va a haber tres unidades de riego, que a su vez cada una de ella consta de dos subunidades.

La instalación de riego por goteo consta de las siguientes partes:

##### 5.2.1.1. Emisores

Los emisores seleccionados tienen un caudal nominal de 2 L/h y son autocompensantes. Se van a colocar dos emisores por árbol, separados a una distancia de 60 cm.

##### 5.2.1.2. Red de distribución

En la explotación en proyecto va a haber tres unidades de riego, que a su vez cada una de ella consta de dos subunidades.

La red de distribución de la plantación en proyecto estará formada por los siguientes tipos de tuberías:

Tubería primaria

La tubería principal transporta el agua desde el final del cabezal de riego hasta cada una de las terciarias. Se emplearán tuberías de PVC de 60 m.c.a. enterradas a una profundidad de 1,00 m sobre lecho de grava.

Tubería terciaria

Las tuberías terciarias son las encargadas de transportar el agua desde la tubería principal hasta los ramales portagoteros. Se emplearán tuberías de PVC y presión de trabajo de 60 m.c.a., que irán enterradas a una profundidad de 1,00 m sobre lecho de grava.

Tubería lateral o portagoteros

Es la tubería que lleva conectada los emisores. Se emplearán ramales portagoteros de PVC y presión de trabajo de 41,32 m.c.a. Estas tuberías se van a colocar apoyadas en el primer alambre de la espaldera.

En la Tabla 1. se presentan las características de las tuberías de la plantación en proyecto.

Tabla 1. Características de las tuberías de riego

Tubería	Material	Ø exterior (mm)	Ø interior (mm)	Presión nominal (m.c.a.)	Longitud necesaria (m)
Ramal portagoteros	PEBD	20,00	17,40	41,32	45.670,2
Terciarias	PVC	90,00	84,60	60,00	885,34
Primaria	PVC	125,00	117,60	60,00	326,14

5.2.1.3. Cabezal de riego

El cabezal de riego de la instalación en proyecto se va a situar al principio de la tubería primaria y consta de los siguientes elementos:

Filtros de arena

En el cabezal de riego se van a colocar dos filtros de arena en paralelo de 56 cm de diámetro, un espesor de la capa de arena de 45 cm y un caudal de 52,44 m<sup>3</sup>/h.

La limpieza de los filtros se va a realizar por retrolavado cuando la diferencia de presión entre la entrada y la salida del filtro sea de 4 mca.

La tubería que conecta los dos filtros de arena será de PVC, diámetro nominal 110 mm y presión nominal 0,63 MPa.

### Equipo de fertirrigación

Los abonos líquidos necesarios para fertilizar los manzanos se van a verter en cuatro depósitos de 1000 L de capacidad de polietileno de alta densidad.

El abono será inyectado en la red de distribución con una bomba dosificadora electromagnética de membrana, con una tasa de inyección de 1,8 a 20 L/h. Esta bomba será accionada por un motor de baja potencia, 2 CV, alimentado por una corriente monofásica de 230 V.

La tubería que conecta el tanque fertilizante con la bomba dosificadora y las tuberías de impulsión será de PE-32, diámetro nominal 12 mm y presión nominal 0,5.

### Filtros de malla

En el cabezal de riego se va a colocar un filtro de malla con bridas de 4", caudal nominal de 80 m<sup>3</sup>/h y una superficie filtrante de 0,144 m<sup>2</sup>. El tamaño de los orificios de la malla de acero va a ser de 65 mesh.

La limpieza del filtro se va a realizar cuando la pérdida de carga sea de 5 mca. La operación de limpieza se realiza de forma manual sacando el filtro y lavándolo con agua a presión.

### Contador

Para medir el caudal instantáneo y total se va a colocar una válvula hidráulica con medidor Woltmann "contador".

El contador va a ser de 4" con un caudal nominal de 60 m<sup>3</sup>/h.

### Programador

El programador consta de cuatro estaciones. Una salida para la parada y puesta en marcha del grupo de bombeo, dos salidas para la apertura y cierre de electroválvulas de riego y una salida para la fertirrigación.

#### 5.2.1.4. Grupo de bombeo

Se va a instalar una bomba eléctrica horizontal de 20 CV (15 kW), con una altura de elevación máxima de 57 m.c.a., y un caudal nominal de 54 m<sup>3</sup>/h. Será alimentada por una corriente trifásica de 400 V.

#### 5.2.1.5. Instalación de bombeo

Está formada por la tubería de impulsión y de aspiración. Ambas tuberías van a ser de PVC, de diámetro nominal 110 mm y presión nominal de 0,63 MPa.

#### 5.2.1.6. Dispositivos de control

En la instalación de riego en proyecto se van a colocar los siguientes dispositivos de control:

- Ventosa de orificio grande a la entrada de las tuberías primarias
- Purgador al final de los laterales, en los filtros de arena, filtros de malla y en el equipo de fertirrigación

- Desagüe o válvula de mariposa al final de la tubería primaria
- Reductor de presión a la entrada de la tubería primaria
- Electroválvula a la entrada de las tuberías terciarias
- Manómetro
- Válvula de compuerta a la entrada y salida del cabezal de riego

### 5.2.2. Caseta de riego

La caseta de riego va a albergar y proteger el cabezal de riego, el equipo de fertirrigación y el grupo de bombeo.

La construcción se va a realizar junto al hidrante en el punto central del camino *Este* de la parcela. La superficie útil va a ser de 28 m<sup>2</sup> (7 x 4 m), la altura lateral superior de 3,30 m, la inferior de 2,20 m y la cubierta a una agua con inclinación de 27°.

La cimentación va a consistir en zapatas de HA-25/P/20/l con 100 kg/m<sup>3</sup> de acero B-500-S. La base de la caseta va a ser una solera de HA 20/B/20/l, con unas dimensiones de 8,00 x 5,00 x 0,30 m. Esta se va a construir sobre un encachado de piedra caliza de 20 cm de grosor.

Los cerramientos van a estar formados por muros de carga de bloque de hormigón de 40 x 20 x 20 cm caravista de color crema y acabado rugoso.

La cubierta va a constar de panel sándwich aislante de acero de 40 mm de espesor, formado por doble cara metálica de chapa estándar de acero, acabado prelacado color rojo / granate, y alma aislante de espuma de poliuretano de densidad media 40 kg/m<sup>3</sup>. El panel irá colocado sobre correas de perfil ZF-120x3 a distancia de un metro entre ellas. El panel tendrá un vuelo de 20 cm en todas sus fachadas.

La puerta de acceso, con unas dimensiones de 2,00 x 2,00 m, va a ser de doble hoja y de aluminio anodizado. También, se van a instalar dos ventanas de aluminio anodizado de 2,00 x 1,00 m de doble hoja.

### 5.2.3. Instalación eléctrica

La instalación de luz de la caseta de riego objeto de proyecto requiere una potencia total de 24,86 kW.

Los componentes de la instalación eléctrica en proyecto son los siguientes:

#### 5.2.3.1. Acometida

La acometida parte de la red de distribución perteneciente a la red pública y alimenta al Cuadro General de Protección.

El tipo de cable trifásico que se va a emplear en la instalación de la acometida es RZ 0,6/1 kV 2x50 Al.

El cable irá en tubos de plástico rojo de 160 mm de diámetro. Las dimensiones de la zanja donde irá alojado el tubo serán de 0,80 m de profundidad y 0,20 m de anchura. El tubo se dispondrá sobre un lecho de arena de 5 cm de espesor y será enterrado con la tierra extraída. Se colocarán 2 arquetas, una cada 20 m.

### 5.2.3.2. Instalación de enlace

La instalación de enlace une la red de distribución de energía eléctrica con la instalación interior. En la instalación de enlace se distinguen las siguientes partes:

- CGP+M: Cuadro General de Protección (CGP) + Contador (M)
- Derivación individual: La derivación individual es la parte de la instalación eléctrica que parte del equipo de medida y suministra energía al usuario.
- ICP + MP: Interruptor de Control de Potencia (ICP) y Dispositivos Generales de Mando y Protección (MP)

Los MP serán los siguientes:

- 1 interruptor automático general (IAG) de corte omnipolar con elementos de protección contra sobre cargas y cortocircuitos.
- 1 interruptor diferencial general (ID) para la protección contra contactos indirectos.
- 4 dispositivos de corte omnipolar destinados a la protección contra sobre cargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la caseta

### 5.2.3.3. Instalación interior

En la instalación interior va a haber 4 derivaciones o circuitos independientes:

- C1: Circuito destinado a alimentar los puntos de iluminación interior y exterior.
- C2: Circuito para las tomas de corriente.
- C3: Línea de fuerza para el motor de riego.
- C4: Línea para el control de las electroválvulas y el inyector de fertilizantes.

Para los circuitos 1, 2 y 4 se va a emplear el cable monofásico H07 VV-K 2G 2,5, mientras que para el tercer circuito se utilizará el RV-K 0,6/1kV 2x4.

Los conductores van a estar aislados en bandejas de chapa de acero galvanizado con unas dimensiones de 15x50 mm.

Para la instalación de puesta a tierra se va a colocar una pica de acero cobrizado de 14 mm de diámetro y 2 m de largo. La línea de enlace con tierra estará formada por un cable de sección 35 mm<sup>2</sup>.

## 5.2.4. Espaldera

Se va a instalar una espaldera en la plantación para servir de apoyo y guía a los manzanos en su formación, sustentar al árbol en plena producción y mantener las tuberías alejadas del suelo para facilitar el laboreo y evitar la rotura y obturación de los emisores.

### 5.2.4.1. Postes terminales y cables tensores

Los postes terminales estarán colocados al principio y al final de cada fila de árboles. Van a estar anclados en el terreno con una profundidad 60 cm y con una inclinación de 70° respecto a la horizontal.

Estos postes van a ser perfiles huecos de acero B-275-JR de  $\phi 30 \times 2$  y 3,5 m de longitud.

El momento tensor producido por los alambres va a ser contrarrestado por 2 cables tensores de diámetro 7 mm, colocados en el poste terminal a 1,50 y 2,30 m sobre el suelo y anclados en un dado de hormigón de dimensiones 0,4x0,5x0,5 m.

#### 5.2.4.2. Postes intermedios y alambres

Los postes intermedios son perfiles huecos de acero B-275-JR de  $\phi 30 \times 2$  y 3,3 m de longitud. Van a ir clavados en el suelo verticalmente unos 75 cm. La separación entre postes va a ser de 15,6 m.

Los postes intermedios van a llevar los anclajes para la sujeción de los alambres a 3 alturas 0,70, 1,50 y 2,30 m.

Los alambres serán de acero galvanizado y 3 mm de diámetro. Los extremos del alambre se sujetarán a los postes mediante tensores tipo carraca.

#### 5.2.5. Torres antihelada

En la plantación se van a instalar cuatro torres antiheladas. Para cada torre de ventilación se va a pavimentar una superficie de 22 m<sup>2</sup> (5,50 x 4,00) m. Alrededor de la solera se van a dejar 2,5 m libres para no entorpecer las labores del cultivo.

La cimentación sobre la que se va a colocar la torre ventiladora va a consistir en una zapatas de 1,8x1,8x1,8 m. En la parte inferior de éstas se empleará HL-150/B/20, mientras que el resto de la zapata se rellenará con HA-25/P/40/IIa y ferralla armada 9  $\phi 6$  c/20 B-500S.

El motor se va a colocar sobre una base de 5,5 x 4,0 m y 15 cm de espesor. La solera será de HA-20/B/20/I y ME 200x200 S  $\phi 6-6$  3.000x2.200 B-500S.

#### 5.2.6. Infraestructuras

En la plantación en proyecto se va a establecer un camino perimetral y una línea de paso perpendicular a las líneas de los árboles con el objetivo de facilitar la circulación y la maniobrabilidad de la maquinaria y aperos a la entrada y salida de cada una de las calles de árboles.

El camino perimetral va a tener una anchura mínima de 6 m (lados oeste, norte y este de la parcela) y máxima de 11,50 m (lado sur).

La calle de servicio que va a dividir la plantación a la mitad será de 5,8 m de anchura.

Los caminos van a estar formados por una capa de zahorra compactada de 15 cm de espesor sobre la que se extiende otra capa de madacam de 10 cm.

## 6. Programación de la 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.

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 vacuno) 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. Los operarios 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. Estudio económico

La cuantía de la inversión necesaria para la puesta en marcha del proyecto es de 645.554,01€ (IVA incluido).

La financiación del proyecto va a ser mixta. Se va a contar con capital propio y un préstamo, debido a que el promotor del proyecto no dispone del capital total necesario. El préstamo concedido es de 200.000€ con un tipo de interés del 4,85% y un sistema de devolución de cuotas constantes con dos años de carencia.

Los cobros ordinarios que derivan de la venta de manzana, aplicando un precio intermedio de los precios percibidos en los últimos años, es de 0,351 €/kg para la variedad Gala y de 0,334 para la variedad Golden.

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 6.138,58 €/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 6,12 %, el VAN es de 1.304.267,58 €, el tiempo de recuperación es de 9 años y Q es de 4,50. Además, la TIR es de 18,56 %.

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 3 % y una vida útil de 25 años, el proyecto sigue siendo rentable.

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

## 10. Resumen del presupuesto

A continuación, en la Tabla 2, se presenta el resumen del presupuesto, que se puede observar en el Documento 5. Presupuesto.

Tabla 2. Resumen del presupuesto

Capítulo		Importe (€)
1 Caseta de Riego		16.765,34
2 Establecimiento de la plantación		168.797,18
3 Maquinaria		69.689,80
4 Sistema de riego		94.479,57
5 Torres antihelada		65.182,67
6 Seguridad y Salud		1.894,60
<b>Presupuesto de Ejecución Material (PEM) .....</b>		<b>416.809,16</b>
16% de gastos generales		65.703,20
6% de beneficio industrial		24.638,39
<b>Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG+ BI)</b>		<b>500.986,89</b>
21% IVA		105.207,25
<b>Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)</b>		<b>606.194,14</b>
<hr/>		
Honorarios		Importe (€)
Proyecto	2% s/PEM	8.336,18
21% IVA		1.750,60
<b>Total Honorarios del Proyecto</b>		<b>10.086,78</b>
Dirección de obra	2% s/PEM	8.336,18
21% IVA		1.750,60
<b>Total Honorarios Dirección</b>		<b>10.086,78</b>
Estudio de seguridad y salud	1% s/PEM	4.168,09
21% IVA		875,30
Coordinación de seguridad y salud	1% s/PEM	4.168,09
21% IVA		875,30
<b>Total Honorarios del Estudio de Seguridad y Salud y Estudio Geotécnico</b>		<b>10.086,78</b>
<b>Total Presupuesto General</b>		<b>645.554,01</b>

Asciende el presupuesto general con IVA a la expresada cantidad de SEISCIENTOS CUARENTA Y CINCO MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y CUATRO EUROS Y UN CÉNTIMO.

Palencia, febrero de 2019  
 Fdo.: Pablo Villán Abad  
 Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

# **ANEJO I: CONDICIONANTES**

## ÍNDICE ANEJO I

1. Estudio climatológico .....	1
1.1. Elección del observatorio y su localización .....	1
1.2. Elementos climáticos térmicos .....	2
1.2.1. Cuadro resumen de temperatura .....	2
1.2.2. Representaciones gráficas de las temperaturas.....	3
1.2.3. Régimen de heladas .....	4
1.3. Pluviometría e higrometría .....	6
1.3.1. Estudio de la dispersión: Método de quintiles .....	6
1.3.2. Cuadro resumen de las precipitaciones y su representación gráfica.....	7
1.3.3. Evolución de las precipitaciones medias anuales y quintiles.....	8
1.3.4. Histograma de precipitaciones .....	9
1.3.5. Precipitaciones máximas en 24 horas.....	10
1.3.6. Higrometría .....	10
1.4. Radiación .....	11
1.5. Otros elementos climáticos.....	12
1.5.1. Vientos.....	12
1.5.2. Tormenta, granizo y nieve.....	13
1.6. Representaciones mixtas .....	14
1.6.1. Climodiagrama ombrotérmico de Gaussen .....	14
1.6.2. Climodiagrama de termohietas .....	15
1.7. Cálculo de horas-frío .....	16
1.8. Evapotranspiración.....	17
1.9. Continentalidad .....	21
1.9.1. Índice de continentalidad de Gorczynski .....	21
1.9.2. Índice de oceanidad Kerner .....	22
1.10. Índices climáticos .....	23
1.10.1. Índice de pluviosidad de Lang.....	23
1.10.2. Índice de aridez de De Martonne .....	23
1.10.3. Índice de Emberger.....	24
1.10.4. Índice de Vernet.....	26
1.11. Clasificación climática de Köppen .....	27

---

1.12. Conclusiones.....	29
1.12.1. Temperaturas.....	29
1.12.2. Pluviometría.....	31
1.12.3. Otros factores climáticos.....	31
2. Estudio edafológico.....	32
2.1. Toma de muestras.....	32
2.2. Resultado del análisis.....	32
2.3. Interpretación de los resultados.....	33
2.3.1. Características físicas.....	33
2.3.2. Características químicas.....	35
2.4. Conclusiones.....	39
3. Estudio del agua de riego.....	40
3.1. Toma de muestras.....	40
3.2. Resultado de los análisis.....	40
3.3. Interpretación de los resultados.....	40
3.3.1. Salinidad.....	40
3.3.2. pH.....	41
3.3.3. Sodicidad.....	41
3.3.4. Carbonato sódico residual (Eaton).....	44
3.3.5. Dureza.....	44
3.3.6. Norma Riverside de clasificación del agua de riego.....	45
3.4. Conclusiones.....	46
4. Estudio de mercado.....	47
4.1. Situación del cultivo y producción del manzano a nivel mundial.....	47
4.2. Situación del cultivo y producción del manzano en la Unión Europea.....	49
4.3. Situación del cultivo y producción del manzano en España.....	50
4.4. Situación del cultivo y producción del manzano en Castilla y León.....	54
4.5. Conclusión.....	55
5. Reglamento de Producción Integrada en Castilla y León.....	56

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos identificativos de la parcela objeto de proyecto .....	1
Tabla 2. Datos del observatorio empleado para el estudio de temperaturas y vientos ..	1
Tabla 3. Datos del observatorio empleado para el estudio de precipitaciones .....	2
Tabla 4. Datos del observatorio empleado para el estudio de la radiación.....	2
Tabla 5. Significado de las temperaturas y los términos empleados .....	2
Tabla 6. Cuadro resumen de temperaturas mensuales (°C) .....	3
Tabla 7. Cuadro resumen de temperaturas estacionales y anuales (°C).....	3
Tabla 8. Régimen de heladas según el método de estimación directa .....	4
Tabla 9. Temperaturas medias de mínimas absolutas, temperaturas mínimas absolutas y número medio de heladas mensuales .....	4
Tabla 10. Periodos de heladas definidos por el Criterio de Emberger .....	5
Tabla 11. Periodos de heladas definidos por el Criterio de Papadakis .....	5
Tabla 12. Asignación de probabilidades del método de los quintiles .....	6
Tabla 13. Precipitaciones mensuales, anuales, mediana y quintiles en mm .....	6
Tabla 14. Clasificación de los años en función de su precipitación anual total .....	7
Tabla 15. Cuadro resumen de precipitaciones totales y mensuales en mm .....	8
Tabla 16. Distribución de las frecuencias de precipitaciones .....	9
Tabla 17. Cuadro resumen de precipitaciones máximas en 24 horas (mm/24h) .....	10
Tabla 18. Humedad media, máxima y mínima mensual y anual .....	11
Tabla 19. Parámetros a y b utilizados para calcular la radiación al nivel del suelo .....	11
Tabla 20. Radiación mensual correspondiente al observatorio de Palencia .....	12
Tabla 21. Dirección, frecuencia y velocidad del viento .....	12
Tabla 22. Número de días con tormenta, granizo o nieve .....	13
Tabla 23. Datos de temperatura media y precipitaciones mensuales media .....	14
Tabla 24. Número de horas-frío (HF) según el método de Mota para cada año de la serie (1993-2017) del observatorio de Autila del Pino .....	17
Tabla 25. Datos necesarios para el cálculo de la ET <sub>o</sub> mensual .....	18
Tabla 26. Evapotranspiración de referencia (ET <sub>o</sub> ) diaria, mensual y anual, según Penman-Monteith .....	21
Tabla 27. Tipos de clima según el valor del índice de continentalidad de Gorczynski ..	21
Tabla 28. Tipos de clima según el valor del índice de oceanidad de Kerner .....	22
Tabla 29. Tipo de clima en función del índice de Lang.....	23
Tabla 30. Tipo de clima en función del índice de Martonne.....	24
Tabla 31. Tipo de invierno en función de la temperatura media mínima más baja (t <sub>1</sub> ) ..	26
Tabla 32. Zonas de influencia climática según Vernet .....	26
Tabla 33. Grupo de clima según Köppen .....	27
Tabla 34. Subgrupo de clima según Köppen .....	28
Tabla 35. Tipos climáticos según Köppen.....	28
Tabla 13. Temperaturas críticas en diferentes estados fenológicos del manzano (°C) ..	29
Tabla 36. Características físico-químicas del suelo con sus respectivos resultados, métodos empleados y valoración correspondiente. ....	32
Tabla 37. Clasificación de los suelos según el contenido de materia orgánica en función de la textura del suelo .....	35
Tabla 38. Clasificación de los suelos según el contenido de fósforo y la textura, según el método Olsen .....	36

Tabla 39. Clasificación del suelo según el contenido en potasio y la textura.....	36
Tabla 40. Clasificación del suelo según el contenido de calcio y la textura .....	37
Tabla 41. Clasificación del suelo según el contenido de magnesio y la textura.....	37
Tabla 42. Clasificación de los suelos según el contenido en sodio y la textura .....	38
Tabla 43. Resultado del análisis del agua de riego del Ramal Nortel del Canal de Castilla a la altura de Becerril de Campos (Palencia).....	40
Tabla 44. Clasificación del agua de riego en función del índice de Relación de Absorción de Sodio (RAS) .....	42
Tabla 45. Se indica con una X las concentraciones de las que dependen cada uno de los sumandos de $pH_c$ .....	42
Tabla 46. Valores de $pK'_2$ y $pK'_c$ , logaritmos negativos de la segunda constante de disociación del $H_2CO_3$ y de la constante de solubilidad del $CaCO_3$ , $p(Ca^{2+} + Mg^{2+})$ , logaritmo negativo de la concentración molar de $(Ca^{2+} + Mg^{2+})$ y $p(Alk)$ logaritmo negativo de la concentración equivalente de $(CO_3^{2-} + HCO_3^-)$ .....	43
Tabla 47. Clasificación del agua de riego según el índice $RAS_{ajustado}$ .....	44
Tabla 48. Interpretación de la dureza del agua en grados hidrotimétricos franceses ( $^{\circ}F$ ) .....	44
Tabla 49. Producción, cantidad exportada e importada de manzana, en miles de toneladas, a nivel mundial. (Campaña 2016, FAOSTAT) .....	48
Tabla 50. Evolución de la producción de cada variedad de manzana, en miles de toneladas, y cuota de producción de cada variedad para el período 2010-2014 en la Unión Europea (WAPA) .....	50
Tabla 51. Producción de manzana en miles de toneladas y cuota de producción por provincias de España en el año 2017 (MAPAMA) .....	51
Tabla 52. Producción española por año y variedad en miles de toneladas y cuota de producción de cada variedad para el periodo 2006-2017 (WAPA).....	52
Tabla 53. Toneladas de manzana importada a España y exportada de España en el 2017 .....	53
Tabla 54. Materias activas de fitoreguladores de crecimiento que se pueden emplear en producción integrada de manzana.....	58
Tabla 55. Materias activas de fitoreguladores que se pueden emplear en producción integrada de manzanas para la prevención de la fisiopatía de russeting en Golden Delicious .....	58
Tabla 56. Aportaciones máximas de nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio .....	59
Tabla 57. Materias activas de herbicidas que se pueden emplear en producción integrada de frutales de pepita .....	60
Tabla 58. Umbrales de tratamiento para las principales plagas de los frutales de pepita .....	61
Tabla 59. Materias activas de fungicidas y bactericidas que se pueden emplear en producción integrada de manzanas.....	67
Tabla 60. Materias activas de insecticidas que se pueden emplear en producción integrada de manzanas .....	67
Tabla 61. Materias activas de acaricidas que se pueden emplear en producción integrada de manzanas .....	68
Tabla 62. Recomendaciones generales de regulación de los equipos hidroneumáticos con ventilador axial.....	69
Tabla 63. Recomendaciones generales para los equipos hidráulicos (barras) de herbicidas.....	69
Tabla 64. Índices de maduración para determinar el inicio de recolección de las variedades de manzanas en fincas de producción integrada.....	69

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Gráfico compuesto de temperaturas .....	3
Figura 2. Representación gráfica de la precipitación mensual y quintiles .....	8
Figura 3. Evolución de la precipitación anual y quintiles .....	9
Figura 4. Histograma de frecuencias de precipitaciones .....	10
Figura 5. Diagrama ombrotérmico de Gausen.....	15
Figura 6. Climodiagrama de termohietas .....	16
Figura 7. Determinación del género del clima mediterráneo según Emberger .....	25
Figura 8. Triángulo textural según clasificación del USDA .....	34
Figura 9. Norma Riverside para la evaluación de la calidad del agua de riego .....	45
Figura 10. Evolución de la producción mundial de manzana desde el 2007 hasta el 2016 (FAOSTAT) .....	47
Figura 11. Producción mundial de los 10 primeros productores de manzana en miles de toneladas (Campaña 2016, FAOSTAT) .....	48
Figura 12. Producción y área cultivada en la Unión Europea de los 10 primeros productores de manzana en miles de toneladas (Campaña 2016, EUROSTAT) .....	49
Figura 13. Evolución de las exportaciones e importaciones en España del 2012 al 2017 .....	54

## 1. Estudio climatológico

### 1.1. Elección del observatorio y su localización

Para la realización del presente estudio climatológico se requieren datos referentes a la termometría, la pluviometría, los vientos y la radiación. Por ello se emplearán en el estudio tres observatorios diferentes. Para las temperaturas y vientos el observatorio de Autilla del Pino (Palencia), para las precipitaciones el observatorio de Magaz de Pisuerga (Palencia) y para la radiación el observatorio de Villanubla (Valladolid).

La elección de los mencionados observatorios se debe a su proximidad geográfica a la finca objeto del presente proyecto (ver Tabla 1.), las menores diferencias posibles en longitud, latitud y altitud, y que se trata de observatorios que aportan datos con suficiente periodo de observación.

Tabla 1. Datos identificativos de la parcela objeto de proyecto

<b>Municipio</b>	Becerril de Campos
<b>Comarca</b>	Tierra de Campos
<b>Provincia</b>	Palencia
<b>Parcela</b>	30012 y 80012
<b>Polígono</b>	12
<b>Latitud</b>	42° 6' 31" N
<b>Longitud</b>	4° 38' 44" O
<b>Altitud</b>	771 metros

El observatorio de Autilla del Pino presenta una diferencia significativa entre su altitud y la zona objeto de estudio dado que se encuentra a 104 metros sobre ella. Al encontrarse el observatorio a mayor altitud puede presentar temperaturas ligeramente inferiores a las que se dan en la zona de estudio. Tomaremos esta diferencia como un margen de seguridad en las conclusiones obtenidas a partir del presente estudio. En la Tabla 2 se observan los datos de este observatorio.

Tabla 2. Datos del observatorio empleado para el estudio de temperaturas y vientos

<b>Nombre del observatorio</b>	Autilla del Pino
<b>Provincia</b>	Palencia
<b>Indicativo climatológico</b>	2400E
<b>Tipo de observatorio</b>	Completo
<b>Periodo de observaciones para temperaturas</b>	1993 - 2017
<b>Periodo de observaciones para vientos</b>	1989 - 2017
<b>Latitud</b>	41° 59' 49" N
<b>Longitud</b>	4° 36' 05" O
<b>Altitud (msm)</b>	874

El observatorio pluviométrico de Magaz de Pisuerga va a aportar los datos de precipitaciones de los últimos 30 años, un periodo de observación suficientemente amplio. En la Tabla 3 se recogen los datos de este observatorio.

Tabla 3. Datos del observatorio empleado para el estudio de precipitaciones

<b>Nombre del observatorio</b>	Magaz de Pisuegra
<b>Provincia</b>	Palencia
<b>Indicativo climatológico</b>	2358
<b>Tipo de observatorio</b>	Pluviométrico
<b>Periodo de observaciones para precipitaciones</b>	1988 - 2017
<b>Latitud</b>	41° 59' 00" N
<b>Longitud</b>	4° 25' 42" O
<b>Altitud (msm)</b>	728

El observatorio de Villanubla, cuyos datos quedan recogidos en la Tabla 4, aporta los datos de radiación. Aunque se encuentra a más de 55 kilómetros de la zona objeto de estudio, se trata del observatorio más cercano. Al tratarse de datos de radiación, que son menos susceptibles a variar a esta distancia, se consideran suficientemente representativos.

Tabla 4. Datos del observatorio empleado para el estudio de la radiación

<b>Nombre del observatorio</b>	Villanubla
<b>Provincia</b>	Valladolid
<b>Indicativo climatológico</b>	2539
<b>Tipo de observatorio</b>	Completo
<b>Periodo de observaciones para precipitaciones</b>	1993 - 2017
<b>Latitud</b>	41° 42' 00" N
<b>Longitud</b>	4° 51' 00" O
<b>Altitud (msm)</b>	846

## 1.2. Elementos climáticos térmicos

En este apartado se exponen los datos de temperaturas en un período de 25 años, mostrándolos con diferentes criterios, en función del mes y de la estación, y de diferentes formas.

### 1.2.1. Cuadro resumen de temperatura

En las siguientes tablas se puede apreciar el resumen de las temperaturas para un período de 25 años, tanto mensuales como estacionales y anuales, del observatorio de Autilla del Pino. El significado de la simbología utilizada se puede ver en la Tabla 5.

Tabla 5. Significado de las temperaturas y los términos empleados

<b>Término</b>	<b>Significado</b>
<b>T<sub>a</sub></b>	T <sup>a</sup> máxima absoluta
<b>T'<sub>a</sub></b>	Media de las T <sup>a</sup> máximas absolutas
<b>T</b>	T <sup>a</sup> media de las máximas
<b>tm</b>	T <sup>a</sup> media mensual
<b>t</b>	T <sup>a</sup> media de las mínimas
<b>t'<sub>a</sub></b>	Media de las T <sup>a</sup> mínimas absolutas
<b>ta</b>	T <sup>a</sup> mínima absoluta

A continuación, la Tabla 6 presenta el resumen de las temperaturas de la zona para cada mes y en grados centígrados (°C).

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

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Ta</b>	15,4	20,3	23,8	26,7	31,7	36,7	38,5	37,6	35,8	29,2	20,7	15,4
<b>Ta'</b>	12,3	15,0	19,9	22,5	27,0	32,7	34,8	34,3	30,0	24,0	17,2	12,6
<b>T</b>	6,6	9,2	13,1	15,0	18,9	25,0	28,0	27,6	23,0	17,5	10,6	7,2
<b>tm</b>	3,2	4,5	7,5	9,2	12,7	17,6	20,1	20,0	16,4	12,2	6,5	3,6
<b>t</b>	-0,3	-0,3	1,8	3,3	6,4	10,1	12,1	12,5	9,8	7,0	2,5	0,0
<b>t'a</b>	-5,9	-5,0	-3,8	-2,1	0,4	4,4	6,7	7,5	4,3	1,1	-2,7	-5,7
<b>ta</b>	-12,3	-10,8	-9,7	-6,1	-2,7	2,1	2,3	3,5	1,4	-2,6	-6	-11,3

Para realizar el cuadro resumen de temperaturas estacionales de la Tabla 7 se toma como primavera los meses de marzo, abril y mayo; para el verano los meses de junio, julio y agosto; para el otoño los meses de septiembre, octubre y noviembre y como invierno los meses de diciembre, enero y febrero.

Tabla 7. Cuadro resumen de temperaturas estacionales y anuales (°C)

	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Anual
<b>Ta</b>	35,8	20,3	31,7	38,5	38,5
<b>Ta'</b>	23,7	13,3	23,1	33,9	23,5
<b>T</b>	17,0	7,7	15,7	26,9	16,8
<b>tm</b>	11,7	3,8	9,8	19,2	11,1
<b>t</b>	6,4	-0,2	3,8	11,6	5,4
<b>t'a</b>	0,9	-5,5	-1,8	6,2	-0,1
<b>ta</b>	-6,0	-12,3	-9,7	2,1	-12,3

### 1.2.2. Representaciones gráficas de las temperaturas

Los valores recogidos en la Tabla 6 se representan gráficamente, colocando en el eje de abscisas los meses del año y en el eje de ordenadas las temperaturas. El resultado de esta representación se observa en la Figura 1.

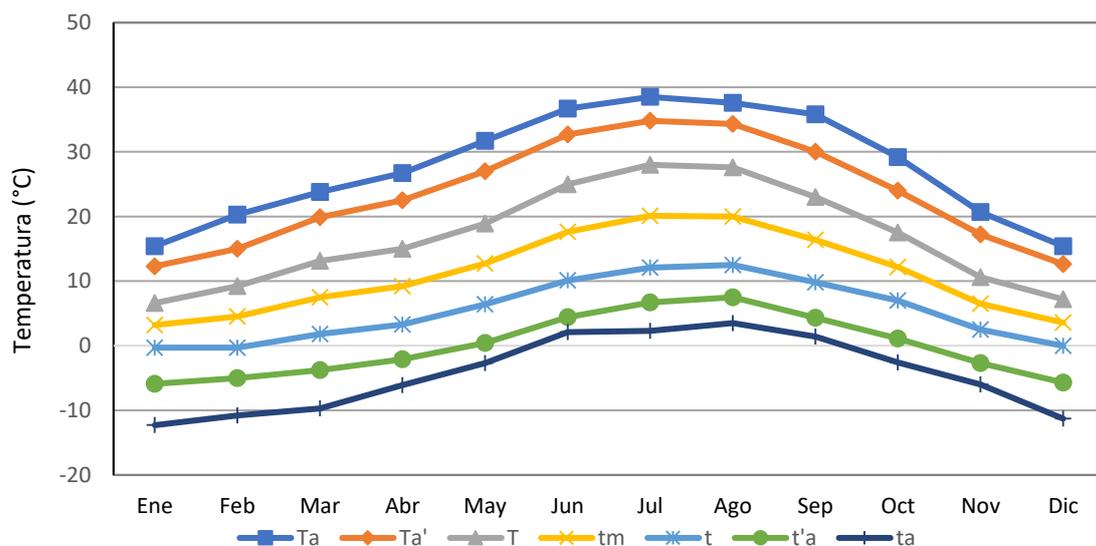


Figura 1. Gráfico compuesto de temperaturas

### 1.2.3. Régimen de heladas

En una plantación frutal resulta fundamental el estudio de las heladas para evitar en la medida de los posibles todos los futuros daños que puedan ocasionar. Para realizar este estudio se emplean dos métodos: el método directo, basándose directamente en los datos termométricos; y el método indirecto siguiendo los criterios de Emberger y Papadakis.

El régimen de heladas de la zona de estudio se ha definido a partir de los datos del periodo de 25 años, 1993-2017, del observatorio de Autilla del Pino (Palencia).

#### 1.2.3.1. Estimaciones directas

Basándose en los datos termométricos del observatorio de Autilla del Pino se extraen las referencias de primera y última helada de la serie. Las fechas estimadas se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8. Régimen de heladas según el método de estimación directa

<b>Fecha más temprana de la primera helada</b>	15 de octubre
<b>Fecha más tardía de la primera helada</b>	1 de diciembre
<b>Fecha más temprana de la última helada</b>	23 de febrero
<b>Fecha más tardía de la última helada</b>	20 de mayo
<b>Fecha media de la primera helada</b>	7 de noviembre
<b>Fecha media de la última helada</b>	7 de abril
<b>Mínima absoluta alcanzada y fecha</b>	-12,3°C el 12 de enero de 2009
<b>Período medio de heladas</b>	Del 7 de noviembre al 7 de abril (151 días)
<b>Período máximo de heladas</b>	Del 15 de octubre al 20 de mayo (217 días)
<b>Período mínimo de heladas</b>	Del 1 de diciembre al 23 de febrero (85 días)

Para una correcta valoración de las heladas en la zona se precisa conocer las temperaturas medias de mínimas absolutas, las temperaturas mínimas absolutas y el día del mes en las que se ha producido, así como el número medio de heladas mensuales. Estos datos se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9. Temperaturas medias de mínimas absolutas, temperaturas mínimas absolutas y número medio de heladas mensuales

Meses	Temperatura media de mínimas absolutas (°C)	Temperatura mínima absoluta		Número medio de días de helada
		°C	Día	
<b>Enero</b>	-5,9	-12,3	12	16
<b>Febrero</b>	-5,0	-10,8	25	15
<b>Marzo</b>	-3,8	-9,7	1	8
<b>Abril</b>	-2,1	-6,1	16	4
<b>Mayo</b>	0,4	-2,7	8	1
<b>Junio</b>	4,4	2,1	12	0
<b>Julio</b>	6,7	2,3	8	0
<b>Agosto</b>	7,5	3,5	10	0
<b>Septiembre</b>	4,3	1,4	28	0
<b>Octubre</b>	1,1	-2,6	26	0
<b>Noviembre</b>	-2,7	-6	17	7
<b>Diciembre</b>	-5,7	-11,3	20	15

### 1.2.3.2. Estimaciones indirectas

Se emplea el criterio de Emberger y el criterio de Papadakis.

#### Criterio de Emberger

Para su determinación se utilizan las temperaturas medias de mínimas mensuales ( $t$ ) suponiendo que éstas se producen el día 15 de cada mes. Las fechas de inicio y finalización del correspondiente período se estiman por interpolación lineal. El período libre de heladas de Emberger se utiliza para la estimación de la duración del período de actividad vegetativa en fruticultura. Emberger divide el año en cuatro períodos con distinto riesgo de heladas. En la Tabla 10 se muestran los diferentes períodos definidos por Emberger, su temperatura característica y las fechas de comienzo y fin en la zona de estudio.

Tabla 10. Períodos de heladas definidos por el Criterio de Emberger

	Periodo	Temperatura	Fecha de comienzo	Fecha de fin
<b>Hs</b>	Período de heladas seguras	$t \leq 0 \text{ }^\circ\text{C}$	16 de diciembre	19 de febrero
<b>Hp</b>	Período de heladas muy probables	$0 \text{ }^\circ\text{C} < t \leq 3 \text{ }^\circ\text{C}$	12 de noviembre	10 de abril
<b>H'p</b>	Período de heladas probables	$3 \text{ }^\circ\text{C} < t \leq 7 \text{ }^\circ\text{C}$	13 de octubre	20 de mayo
<b>d</b>	Periodo libre de heladas	$t \geq 7 \text{ }^\circ\text{C}$	21 de mayo	12 de octubre

#### Criterio de Papadakis

Para su determinación se utilizan las temperaturas medias de mínimas absolutas ( $t'a$ ). Se supone que éstas se producen el día primero del mes cuando la marcha de las temperaturas es ascendente, y el último día del mes cuando disminuyen. Las fechas de comienzo y final de los diferentes intervalos se calculan por interpolación lineal. Papadakis opta por temperaturas más extremas que describirán mejor los sucesos de helada y considera, con criterio agronómico, que en la estación mínima libre de heladas es posible el cultivo de especies muy sensibles a la helada y en la disponible de otras especies; la estación disponible representaría la posibilidad de cultivos de verano normales. La estación media prácticamente no la considera. Papadakis divide el año en tres estaciones. En la Tabla 11 se muestran los diferentes períodos definidos por Papadakis, su temperatura característica y las fechas de comienzo y fin en la zona de estudio.

Tabla 11. Períodos de heladas definidos por el Criterio de Papadakis

	Periodo	Temperatura	Fecha de comienzo	Fecha de fin
<b>EMLH</b>	Estación media libre de heladas	$t'a \geq 0 \text{ }^\circ\text{C}$	26 de abril	22 de noviembre
<b>CEDLH</b>	Estación media disponible libre de heladas	$0 \text{ }^\circ\text{C} < t'a \leq 2 \text{ }^\circ\text{C}$	13 de mayo	20 de octubre
<b>CEmLH</b>	Estación mínima libre de heladas	$t'a \geq 7 \text{ }^\circ\text{C}$	12 de julio	4 de septiembre

### 1.3. Pluviometría e higrometría

Las precipitaciones son un factor fundamental a tener en cuenta en todo estudio climático. Según su carácter y distribución condicionan el uso agrícola del terreno y sus características de vegetación y fauna.

#### 1.3.1. Estudio de la dispersión: Método de quintiles

Mediante el método de los quintiles se clasifican los años en función del volumen total de precipitaciones acumuladas anualmente. Este método consiste en dividir la serie de datos ordenada de menor a mayor, buscando las divisiones de cada uno de los cinco grupos establecidos, llamados quintiles. En la Tabla 12. se presenta la asignación de probabilidades.

Tabla 12. Asignación de probabilidades del método de los quintiles

Clasificación	Porcentaje	Quintil
Muy secos	0 – 20%	El total de lluvia es inferior al primer quintil
Secos	20 – 40%	Entre el primero y el segundo quintil
Normales	40 – 60%	Entre el segundo y el tercer quintil
Lluviosos	60 – 80%	Entre el tercer y el cuarto quintil
Muy lluviosos	80 – 100%	Sobrepasan el valor del cuarto quintil

En la Tabla 13 se puede ver la distribución de los años según la precipitación, los quintiles, la mediana y la clasificación de los años en función de su precipitación total acumulada para la serie de treinta años.

Tabla 13. Precipitaciones mensuales, anuales, mediana y quintiles en mm

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
1	2,5	3,7	0	4,2	9,3	0,9	0	0	0	3,9	4,3	0	210
2	7,6	3,8	0,6	5,5	20,2	2,3	0,6	0	0,8	6,6	10,2	3,5	304,3
3	8	3,9	3,1	11,5	22,6	4,9	0,7	0	2,4	14,8	11	4,6	320,1
4	10,2	4,4	3,2	15,4	23,4	5,1	0,8	0,3	10,2	16,5	12,2	5,5	323,3
5	10,9	4,5	3,2	17,7	26,5	6,3	0,8	0,6	10,2	18	12,4	7,9	326,3
6	14,8	4,6	3,6	18,4	27,8	7,8	1,2	1,3	15,1	20,3	17,5	8,4	341,2
<b>Q1</b>	<b>15,4</b>	<b>6,05</b>	<b>7,35</b>	<b>18,45</b>	<b>27,95</b>	<b>9,15</b>	<b>1,85</b>	<b>1,35</b>	<b>15,25</b>	<b>23,25</b>	<b>17,65</b>	<b>9,55</b>	<b>341,5</b>
7	16	7,5	11,1	18,5	28,1	10,5	2,5	1,4	15,4	26,2	17,8	10,7	341,9
8	18,2	8,5	11,1	22,5	29,1	12,2	2,5	2,2	17,1	29,1	18,7	12,5	355
9	23,2	8,9	11,7	26,6	33	13,1	2,8	3,7	17,1	32,6	25,4	15,1	360,8
10	23,3	9,1	11,9	26,7	33,3	13,3	4,9	6,6	19,1	38,8	28,2	15,3	361,1
11	23,7	10,6	12,4	27,2	35,2	13,7	5	8,4	21,4	39,7	30,1	20,5	362,7
12	25,4	11,4	12,6	27,4	38,5	14,9	7,6	12	23,3	42,6	31	23,2	382,4
<b>Q2</b>	<b>26,4</b>	<b>11,4</b>	<b>12,75</b>	<b>29,85</b>	<b>39,9</b>	<b>17,15</b>	<b>7,95</b>	<b>12,15</b>	<b>23,3</b>	<b>44,25</b>	<b>31,3</b>	<b>23,45</b>	<b>387,9</b>
13	27,4	11,4	12,9	32,3	41,3	19,4	8,3	12,3	23,3	45,9	31,6	23,7	393,4
14	29	11,7	13	33,7	43,2	19,9	8,6	14	27,7	46,2	31,6	23,7	396,5
15	30,5	15,3	13,3	34,3	44,4	21,7	10,9	15	27,8	46,8	33,9	24,5	410,2
16	32,5	19,1	14,6	34,4	48,5	24,5	12,9	15,1	29,7	50	35,1	25,4	411,2
17	34,2	27,1	14,8	37,8	49	25,5	14,7	22,1	30,2	51,2	42,8	28,5	420,4
18	39,8	30,6	14,8	41,8	49,3	25,6	16,7	23	31,3	51,8	43	33,4	433

Tabla 13. (Cont.) Precipitaciones mensuales, anuales, mediana y quintiles en mm

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
<b>Q3</b>	42,25	32,3	17,3	42,8	49,55	27,05	16,8	23,6	31,85	52,9	45,45	35,8	433,5
<b>19</b>	44,7	34	19,8	43,8	49,8	28,5	16,9	24,2	32,4	54	47,9	38,2	434
<b>20</b>	45,1	34,4	23,6	45,8	55,9	37,6	20,7	25,7	34,5	55,7	50,2	48,8	434,1
<b>21</b>	45,4	35,4	24,1	46,3	67,5	37,7	21,2	30,6	35,4	59,2	52,9	50,7	455,9
<b>22</b>	46,3	35,5	29,1	48,4	67,6	42,1	22,3	30,6	36,6	60,7	61,1	69,1	460,2
<b>23</b>	49,9	36,4	35,7	49,8	68,6	43	25,9	30,8	37,6	66,3	61,6	70	483,2
<b>24</b>	55,6	41,6	37,7	63,6	69,2	43,8	27,6	32,1	39,6	71	63	70,6	490
<b>Q4</b>	58,4	42,7	40,75	68,25	70,45	46,75	28,2	33,25	39,95	77,55	63,15	85,9	491,5
<b>25</b>	61,2	43,8	43,8	72,9	71,7	49,7	28,8	34,4	40,3	84,1	63,3	101,2	492,9
<b>26</b>	63,2	44,5	49	86,4	73,1	62,9	36,1	35,5	44,2	91,1	64,5	117,5	511,4
<b>27</b>	64,9	48,4	49,7	92,1	81,3	70,1	41,7	39,2	47	92,6	77,4	119,6	535,9
<b>28</b>	94,2	49,2	51,2	105,1	92,4	81,3	43,1	43,9	55,1	104,6	94,2	127,7	558,9
<b>29</b>	102,8	50,7	69,7	111,8	118,9	85	82,5	44,9	56,2	109	101	128,1	570,6
<b>Q5</b>	103	60,7	105,3	122,9	181,2	112,2	97,3	67,6	65,9	125,5	113,5	144,1	754,3
<b>Mediana</b>	31,5	17,2	13,95	34,35	46,45	23,1	11,9	15,05	28,75	48,4	34,5	24,95	410,7

A partir de los datos de la tabla anterior se clasifican los años en cinco clases distintas, como se puede observar en la Tabla 14.

Tabla 14. Clasificación de los años en función de su precipitación anual total

Clase	Criterio	Años
Años muy secos	Precipitación inferior al primer quintil	1990, 2005, 2009, 2012 y 2017
Años secos	Precipitación entre el primer y el segundo quintil	1991, 1998, 2001, 2002, 2004, 2014 y 2015
Años normales	Precipitación entre el segundo y tercer quintil	1992, 1993, 1994, 1999, 2007 y 2016
Años lluviosos	Precipitación entre el tercer y cuarto quintil	1988, 1995, 2003, 2006, 2008 y 2011
Años muy lluviosos	Precipitación superior al cuarto quintil	1989, 1996, 1997, 2000, 2010 y 2013

### 1.3.2. Cuadro resumen de las precipitaciones y su representación gráfica

En la Tabla 15 se muestra el resumen de precipitaciones de los quintiles, la precipitación media y la mediana.

Tabla 15. Cuadro resumen de precipitaciones totales y mensuales en mm

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
<b>Q1</b>	15,4	6,05	7,35	18,45	27,95	9,15	1,85	1,35	15,25	23,25	17,65	9,55	341,5
<b>Q2</b>	26,4	11,4	12,75	29,85	39,9	17,15	7,95	12,15	23,3	44,25	31,3	23,45	387,9
<b>Q3</b>	42,25	32,3	17,3	42,8	49,55	27,05	16,8	23,6	31,85	52,9	45,45	35,8	433,5
<b>Q4</b>	58,4	42,7	40,75	68,25	70,45	46,75	28,2	33,25	39,95	77,55	63,15	85,9	491,5
<b>Q5</b>	103	60,7	105,3	122,9	181,2	112,2	97,3	67,6	65,9	125,5	113,5	144,1	754,3
<b>Mediana</b>	31,5	17,2	13,95	34,35	46,45	23,1	11,9	15,05	28,75	48,4	34,5	24,95	410,7
<b>Media</b>	38,5	23,7	23,6	44,2	53,3	31,2	18,9	19,3	28,2	51,8	42,9	45,7	380,5

En la Figura 2 se muestra la representación gráfica de las precipitaciones, que permite interpretarlas de una forma más descriptiva.

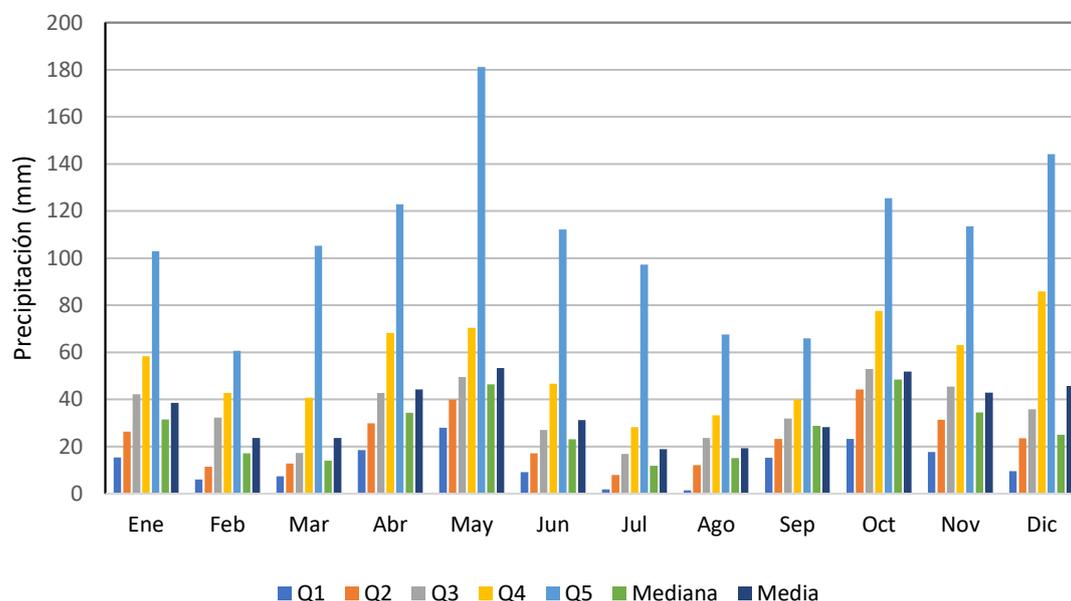


Figura 2. Representación gráfica de la precipitación mensual y quintiles

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

En la Figura 3. se muestra la representación gráfica de las precipitaciones y los quintiles, mostrando las líneas de división de los quintiles sobre la precipitación anual acumulada.

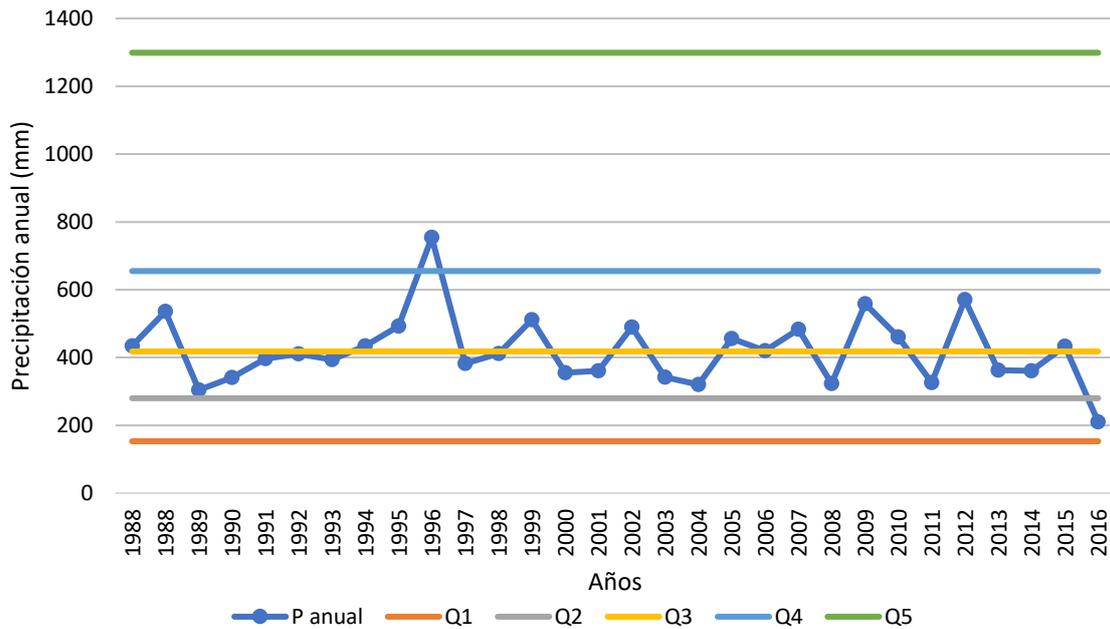


Figura 3. Evolución de la precipitación anual y quintiles

### 1.3.4. Histograma de precipitaciones

Mediante el histograma de precipitaciones se puede observar de forma gráfica el número de años en los que las precipitaciones se encuentran dentro de un volumen concreto. Para ello se establecen diferentes intervalos de precipitación en una escala de 100 mm como se puede observar en la Tabla 16.

Tabla 16. Distribución de las frecuencias de precipitaciones

Intervalo de precipitación (mm)	Nº de años	Intervalo de precipitación (mm)	Nº de años
0 – 100	0	400 – 500	11
100 – 200	0	500 – 600	4
200 – 300	1	600 – 700	0
300 - 400	13	700 - 800	1

La mayor frecuencia observada se corresponde con el intervalo entre 300 y 400 mm anuales, seguido del intervalo entre 400 y 500 mm, lo que suma un total de 24 años. La precipitación media de la zona resulta insuficiente para el cultivo de especies frutales como el manzano. Por lo que la precipitación media no satisface las exigencias hídricas de la plantación, por lo que es necesaria la instalación de un sistema de riego adecuado.

A partir de la Tabla 16 se elabora el histograma de precipitaciones que se observa en la Figura 4.

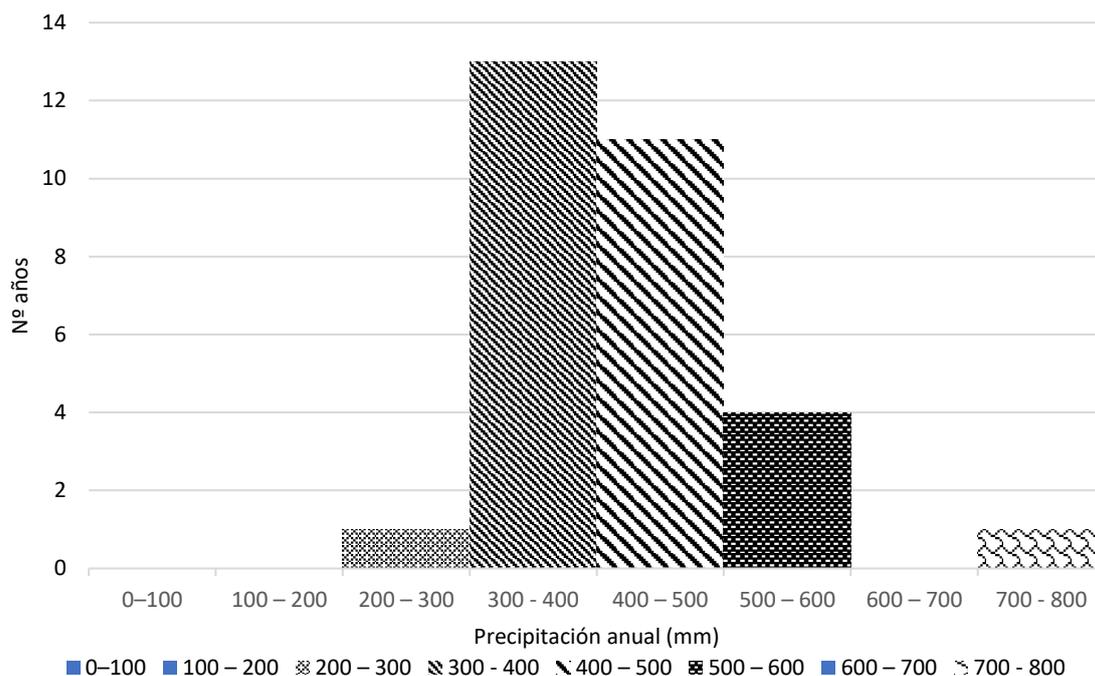


Figura 4. Histograma de frecuencias de precipitaciones

### 1.3.5. Precipitaciones máximas en 24 horas

La intensidad de lluvia influye notoriamente en el uso del suelo. Las lluvias violentas pueden originar importantes daños, degradación de la estructura del suelo, erosión, inundaciones, daños en cultivos, etc.

En la Tabla 17 se muestra para cada mes el valor más alto de las precipitaciones máximas en 24 horas que se han producido durante los 30 años de que consta la serie. También se calcula la media mensual de los 30 valores de la serie y para cada año de la serie se presenta el mes en el que se produjo la máxima precipitación, así como el número de veces que cada mes presenta el valor más alto de las precipitaciones máximas en 24 horas.

Tabla 17. Cuadro resumen de precipitaciones máximas en 24 horas (mm/24h)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
<b>Máximo absoluto</b>	31,1	25,2	20,7	58,7	98,5	52,3	76,6	44,9	36,8	37,8	44,8	38,6	31,1
<b>Media</b>	13,1	8,2	7,6	13,2	18,9	12,2	12,9	11,4	13,3	14,8	12,8	13,4	13,1
<b>Frec.</b>	4	1	1	1	3	2	3	3	2	3	2	5	4

### 1.3.6. Higrometría

En la Tabla 18 se muestra el porcentaje de humedad media, máxima y mínima mensual, registrado en la estación meteorológica de Fuentes de Nava (Palencia) para el período 2005 - 2017.

Tabla 18. Humedad media, máxima y mínima mensual y anual

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
<b>Máxima</b>	97,1	95,4	94,3	94,8	94,2	92,1	89,0	88,7	92,0	95,3	96,7	96,9	93,8
<b>Mínima</b>	74,0	54,3	43,8	44,1	37,5	30,2	23,5	24,3	30,9	47,2	64,1	70,1	45,3
<b>Media</b>	90,0	80,3	73,1	74,3	69,8	63,1	56,2	57,4	64,2	76,9	86,1	88,7	73,3

#### 1.4. 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.

$$R = R_A \cdot \left( a + b \cdot \left( \frac{n}{N} \right) \right)$$

Donde *a* y *b* son parámetros que presentan diversos valores, siendo el más utilizados el de Doorenbos y Pruitt, y el de Penman (Tabla 19).

Tabla 19. Parámetros a y b utilizados para calcular la radiación al nivel del suelo

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

En primer lugar resulta necesario calcular la radiación solar extraterrestre (Ra) que se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Ra = \frac{20 \cdot 60}{\pi} \cdot G_{sc} \cdot d_r \cdot (\omega_s \cdot \sin \varphi \cdot \sin \delta + \cos \delta \cdot \cos \omega_s)$$

Donde  $G_{sc}$  es la constante solar con un valor de 0,082 MJ/m<sup>2</sup>·min y  $d_r$  la inversa de la distancia relativa Tierra-Sol (adimensional) que se calcula como:

$$d_r = 1 + 0,033 \cdot \cos\left(\frac{2 \cdot \pi}{365} \cdot J\right)$$

Siendo *J* el número de día del año comprendido entre el 1 de enero (día 1) y el 31 de diciembre (día 365),  $\varphi$  la latitud en radianes y  $\delta$  el ángulo de declinación solar, que se calcula como:

$$\delta = 0,409 \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot \pi}{365} \cdot J - 1,39\right)$$

Y el ángulo de radiación a la puesta del sol ( $\omega_s$ ) en radianes, que se calcula como:

$$\omega_s = \arccos(-\tan \varphi \cdot \tan \delta)$$

Por último, es necesario calcular la duración máxima de la insolación en horas (N) que se calcula como:

$$N = \frac{24}{\pi} \cdot \omega_s$$

Para facilitar la visualización de los valores de la radiación solar, correspondientes al observatorio de Palencia, se presenta la Tabla 20.

Tabla 20. Radiación mensual correspondiente al observatorio de Palencia

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>R<sub>a</sub> [MJ/m<sup>2</sup>-d<sup>1</sup>]</b>	14,4	20,0	27,0	34,4	39,5	41,8	40,9	36,8	30,3	22,9	16,3	13,1
<b>n [h/d<sup>1</sup>]</b>	3,4	4,9	5,6	7,2	8,7	10,3	11,7	10,5	7,6	5,8	4,5	2,9
<b>N [h/d<sup>1</sup>]</b>	9,4	10,5	12,0	13,3	14,5	15,1	14,9	13,8	12,5	11,3	9,8	9,2
<b>n/N</b>	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,6	0,5	0,5	0,3
<b>R<sub>Doo</sub> y Pruiit [MJ/m<sup>2</sup>-d<sup>1</sup>]</b>	6,2	9,6	13,0	18,0	21,7	24,7	26,3	23,2	16,8	11,6	7,8	5,3
<b>R<sub>Penam</sub> [MJ/m<sup>2</sup>-d<sup>1</sup>]</b>	5,5	8,7	11,8	16,5	20,1	23,3	25,1	22,0	15,6	10,6	7,0	4,6

La zona donde se va a ubicar el proyecto tiene un total de 2.538 horas de sol anuales. Este dato se ha obtenido multiplicando la insolación media *n* por el número de días de cada mes y realizando el sumatorio para los doce meses del año.

## 1.5. Otros elementos climáticos

Dentro de otros elementos climáticos que conviene analizar se encuentra el viento y el número de días de tormenta, granizo y nieve, dado que la incidencia de estos elementos condiciona la necesidad o no de la instalación en la plantación de elementos protectores contra ellos.

### 1.5.1. Vientos

El estudio de los vientos se realiza a partir de los valores diarios de velocidad y dirección del viento para 29 años de la serie (1989 - 2017), correspondientes a la estación meteorológica de Autilla del Pino (Palencia).

En la Tabla 21 se muestra la dirección, la frecuencia y la velocidad del viento. El observatorio se encuentra a una mayor altitud que la zona objeto de estudio. Por ello, los vientos analizados pueden ser de mayor intensidad que los que se van a dar en realidad en la finca.

Tabla 21. Dirección, frecuencia y velocidad del viento

Meses	Viento		
	Dirección	Frecuencia (%)	Velocidad (m/s)
Enero	SW	14,2	2,0
Febrero	SW	14,4	2,5
Marzo	NE	17,9	2,5
Abril	SW	13,5	2,3
Mayo	NE	15,5	2,1
Junio	NE	21,3	1,8
Julio	NE	23,5	2,0
Agosto	NE	24,1	2,1

Meses	Viento		
	Dirección	Frecuencia (%)	Velocidad (m/s)
Septiembre	NE	17,6	1,7
Octubre	SW	15,0	1,6
Noviembre	SW	17,1	2,0
Diciembre	SW	15,1	1,9
Anual	SW	17,4	2,0

Como se puede observar en la Tabla 21 se trata de una zona en la que son predominantes los vientos con dirección SW y NE. A lo largo del año la velocidad media del viento oscila entre los 5,8 y 9 km/h. El período con mayor frecuencia de rechas de viento son los meses de junio, julio y agosto. Por contra, los meses con menor frecuencia de viento son enero, febrero, abril y mayo. Atendiendo a la velocidad del viento, se alcanza una mayor velocidad en primavera y verano, siendo otoño e invierno el periodo con menores velocidades.

### 1.5.2. Tormenta, granizo y nieve

En la Tabla 22 se muestran los datos relativos a la frecuencia de tormentas, de granizo y de nieve, basados en los datos del observatorio de Magaz de Pisuegra (Palencia).

Tabla 22. Número de días con tormenta, granizo o nieve

	Nº días de tormenta	Nº días de granizo	Nº días de nieve
Enero	0,1	0,2	0,9
Febrero	0,3	0,1	0,4
Marzo	0,9	0,2	0,2
Abril	1,8	0,2	0,0
Mayo	1,7	0,3	0,0
Junio	2,5	0,1	0,0
Julio	2,2	0,1	0,0
Agosto	0,9	0,0	0,1
Septiembre	0,6	0,0	0,3
Octubre	0,2	0,1	0,8
Noviembre	0,0	0,0	1,1
Diciembre	0,1	0,1	1,3
Anual	11,3	1,4	5,1

#### 1.5.2.1. Granizo

Tal y como se observa en la Tabla 22 el riesgo por granizo es mínimo dado que el número medio de días con granizada al año es de 1,4 días. Principalmente se localiza este fenómeno en los meses de enero, marzo, abril y mayo ya que presenta una mayor frecuencia.

### 1.5.2.2. Tormentas

La mayor parte de las tormentas se localizan a finales de primavera e inicios de verano, en los meses de abril a julio. A lo largo del año se producen de media un total de 11,3 tormentas, como se puede ver en la Tabla 22.

### 1.5.2.3. Nieve

En la zona estudiada la nieve no es un factor que genere problemas en la zona. Consultando los datos de precipitación de dichas nevadas resultan la mayoría de ellas insignificantes.

## 1.6. Representaciones mixtas

A partir de las representaciones mixtas, denominadas climodiagramas, se representa el clima de una región y permite observar de forma clara y gráfica las diferencias y similitudes climáticas.

Los climodiagramas más frecuentes son el ombrotérmico de Gaussen y el de termohietas.

En la Tabla 23 se presentan los datos de temperatura y precipitación media mensual que se va a emplear para la realización de los climodiagramas.

Tabla 23. Datos de temperatura media y precipitaciones mensuales media

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>tm (°C)</b>	3,2	4,5	7,5	9,2	12,7	17,6	20,1	20	16,4	12,2	6,5	3,6
<b>P (mm)</b>	38,5	23,7	23,6	44,2	53,3	31,2	18,9	19,3	28,2	51,8	42,9	45,7

### 1.6.1. Climodiagrama ombrotérmico de Gaussen

En la Figura 5 se representan los valores correspondientes a las temperaturas (tm) y las precipitaciones (P) medias mensuales en el eje de ordenadas, ajustándose dichos valores a una misma escala, pero haciendo coincidir P y 2·t, y en abscisas se colocan los meses del año. Un mes presenta aridez cuando la curva de la precipitación se sitúa por debajo de la temperatura y aparece un área, tanto más extensa, cuanto mayor sea la aridez del clima representado.

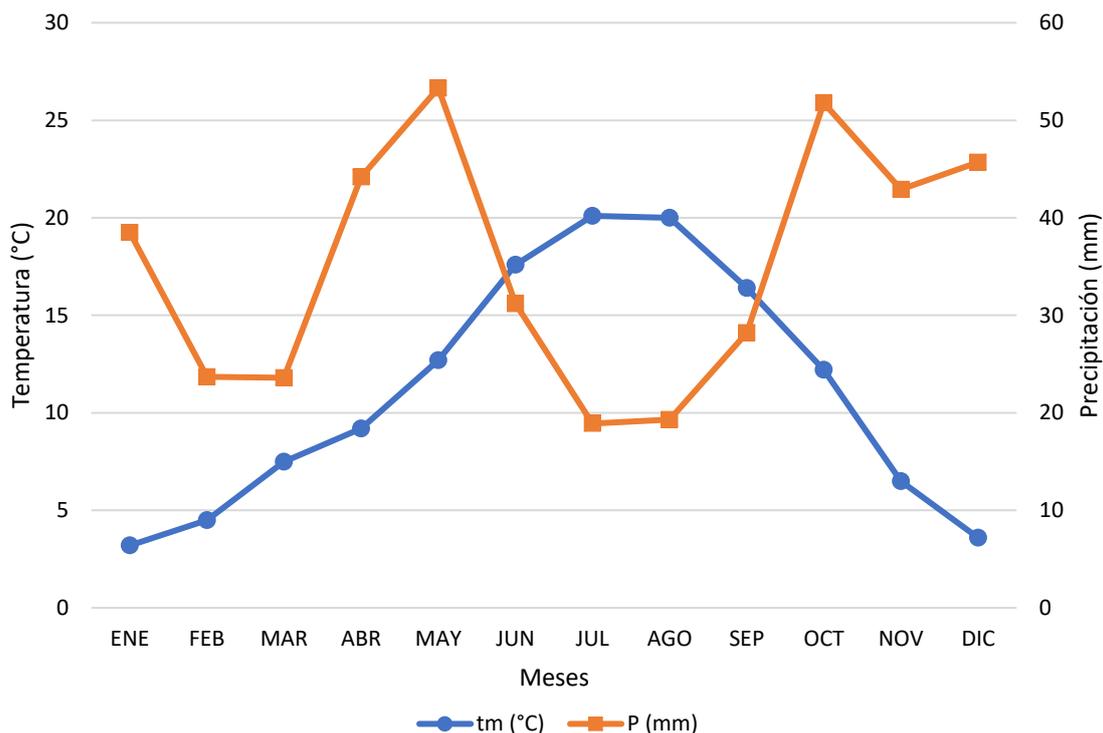


Figura 5. Diagrama ombrotérmico de Gausse

En el diagrama ombrotérmico las curvas térmica y pluviométrica se cortan determinando el período seco desde finales del mes de mayo hasta pasados los primeros días del mes de septiembre, aproximadamente.

### 1.6.2. Climodiagrama de termohietas

El diagrama de termohietas o climograma de la Figura 6. representa. En el eje X las temperaturas medias mensuales (°C) y en el eje Y las precipitaciones medias mensuales (mm). Utilizando un sistema de coordenadas cartesianas, se obtienen doce puntos al combinar mes a mes el par de valores (precipitación, temperatura), puntos sobre los cuales se rotula el nombre de cada uno de los doce meses del año. Estos doce puntos se unen por líneas siguiendo la ordenación de los meses del año. La escala de los valores de temperatura y precipitación estará en función de la amplitud de los dos parámetros. Este se obtiene a partir de los valores mostrados en la Tabla 23.

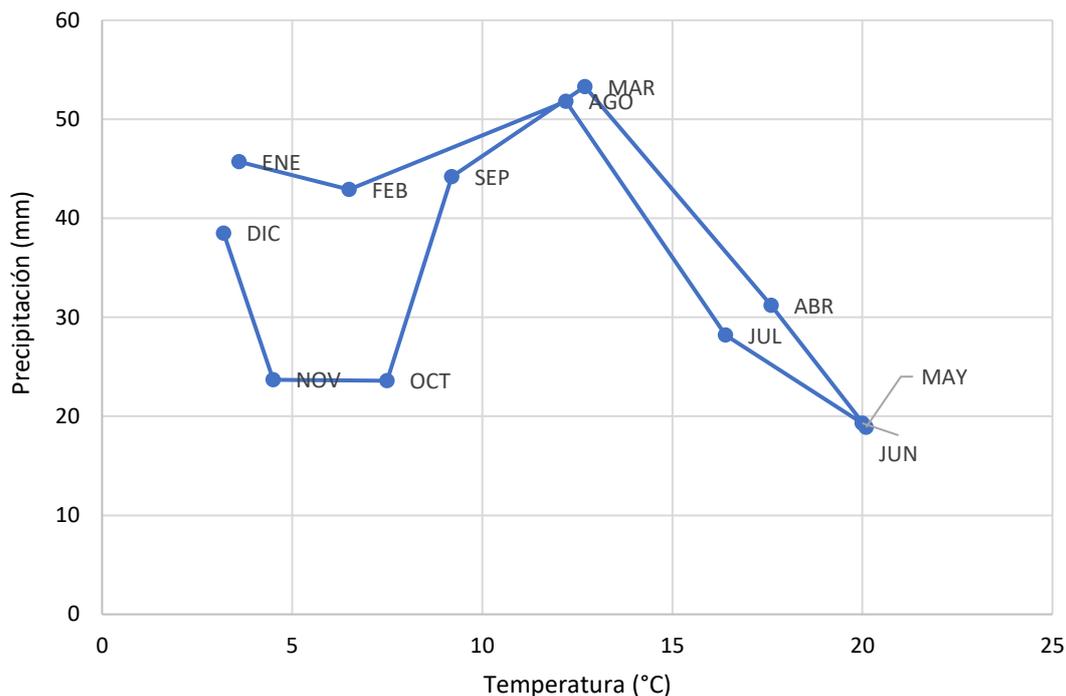


Figura 6. Climodiagrama de termohietas

En este climodiagrama aparecen en los extremos las estaciones cálidas y secas (como son mayo, junio y julio), frente a las estaciones frías y húmedas (como son noviembre, diciembre, enero y febrero). Esto es característico del clima mediterráneo, con grandes diferencias térmicas y pluviométricas en dichas estaciones.

### 1.7. Cálculo de horas-frío

Las condiciones de reposo invernal de la zona objeto de estudio se determinan mediante el cómputo de horas-frío (HF). Se entiende por HF el número de horas acumuladas durante el período de reposo vegetativo (desde la caída de la hoja hasta el desborre) con una temperatura inferior a los 7°C.

Para calcular las HF se emplea el método Mota ya que resulta el método propuesto más exacto en zonas templado-frías como es la zona objeto de estudio.

#### ***Método de Mota***

Correlaciona las horas frío y la temperatura media de los meses durante el período invernal (noviembre a febrero) aplicando la siguiente fórmula:

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

Donde Y es el número de HF total del período invernal y X la temperatura media de los meses noviembre a febrero.

En la Tabla 24 se muestra el número de HF según el método Mota para cada año de la serie de datos de 1993 – 2017 del observatorio de Autilla del Pino (Palencia).

Tabla 24. Número de horas-frío (HF) según el método de Mota para cada año de la serie (1993-2017) del observatorio de Autilla del Pino

Año	HF	Año	HF
1993	1515,5	2006	1472,7
1994	1392,8	2007	1449,9
1995	1301,6	2008	1407,1
1996	1424,2	2009	1455,6
1997	1315,8	2010	1558,2
1998	1361,4	2011	1364,3
1999	1601,0	2012	1478,4
2000	1418,5	2013	1458,4
2001	1524,0	2014	1332,9
2002	1273,0	2015	1418,5
2003	1435,6	2016	1367,1
2004	1472,7	2017	1427,0
2005	1626,7	<b>Media</b>	<b>1434,1</b>

El número medio de horas-frío es de 1434,1 HF, las cuales satisfacen las necesidades del cultivo del manzano.

### 1.8. Evapotranspiración

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

La evaporación y la transpiración ocurren simultáneamente y no hay una manera sencilla de distinguir entre estos dos procesos. Aparte de la disponibilidad de agua en los horizontes superficiales, la evaporación de un suelo cultivado se determina principalmente por la fracción de radiación solar que llega a la superficie del suelo. Esta fracción disminuye a lo largo del ciclo del cultivo, a medida que el dosel del cultivo proyecta más y más sombra sobre el suelo.

El clima, las características del cultivo, el manejo y el medio de desarrollo son factores que afectan a la evaporación y la transpiración.

La tasa de evapotranspiración de una superficie de referencia, que ocurre sin restricciones de agua, se conoce como evapotranspiración del cultivo de referencia, y se denomina  $ET_0$ . El valor de la  $ET_0$  equivale al consumo de una superficie ocupada completamente por gramíneas en actividad vegetativa, con altura uniforme de 8 a 15 cm y sin problemas de agua.

Para el cálculo de la evapotranspiración de referencia ( $ET_0$ ) se emplea la ecuación de Penman-Monteith, que se define de la siguiente forma:

$$ET_0 = \frac{0,408 \cdot \Delta \cdot (R_n - G) + \gamma \cdot \left( \frac{900}{T + 273} \right) \cdot u_2 \cdot (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma \cdot (1 + 0,34 \cdot u_2)}$$

Donde:

- **ET<sub>o</sub>**: evapotranspiración de referencia (mm/día)
- **R<sub>n</sub>**: radiación neta en la superficie del cultivo (MJ/m<sup>2</sup>·día<sup>1</sup>)
- **R<sub>a</sub>**: radiación extraterrestre (mm/día<sup>1</sup>)
- **G**: flujo del calor de suelo (MJ/m<sup>2</sup>·día<sup>1</sup>)
- **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)
- **e<sub>s</sub> - e<sub>a</sub>**: déficit de presión de vapor (kPa)
- **Δ**: pendiente de la curva de presión de vapor (kPa/°C)
- **Γ**: constante psicrométrica (kPa/°C)

En la Tabla 25 se presentan los datos necesarios para el cálculo de la evapotranspiración de referencia.

Tabla 25. Datos necesarios para el cálculo de la ET<sub>o</sub> mensual

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>R<sub>n</sub></b>	2,2	3,3	4,7	6,3	7,4	7,8	6,7	5,5	3,4	3,7	2,6	2,0
<b>R<sub>a</sub></b>	14,4	20,0	27,0	34,4	39,5	41,8	40,9	36,8	30,3	22,9	16,3	13,1
<b>G</b>	0,06	0,30	0,33	0,36	0,59	0,52	0,17	-0,26	-0,55	-0,69	-0,60	-0,24
<b>T</b>	3,41	4,89	7,61	9,40	12,95	17,61	20,55	20,48	17,36	12,18	7,08	4,13
<b>u<sub>2</sub></b>	1,94	2,01	7,58	7,29	5,74	4,25	4,26	4,35	3,59	4,71	6,05	1,93
<b>e<sub>s</sub></b>	0,89	0,93	1,14	1,26	1,60	2,22	2,72	2,68	2,15	1,51	1,05	0,85
<b>e<sub>a</sub></b>	0,69	0,71	0,75	0,83	1,02	1,24	1,32	1,38	1,29	1,11	0,88	0,74

A continuación se detalla cómo se han obtenido los datos de la Tabla 25:

- Pendiente de la curva de presión de vapor

$$\Delta = \frac{4098}{(tm + 237,2)^2} \cdot 0,6108 \cdot 2,71828^{(17,27 \cdot (\frac{tm}{tm+237,3}))}$$

Donde:

- **Δ**: pendiente de la curva de presión de vapor (kPa/°C)
  - **tm**: temperatura media del aire (°C)
- Presión atmosférica estimada

$$\text{Presión atm. estimada} = 101,32 \cdot \left( \frac{(288,15 - (0,006 \cdot \text{altitud}))}{288,15} \right) \cdot 5,255877$$

Donde:

- Altitud: altitud del observatorio de Autilla del Pino (Palencia): 875 m

- Velocidad del viento a 2 metros

$$u_2 = \frac{4,868 \cdot \text{velocidad del viento}}{\ln(67,75 \cdot \text{altura anemómetro} - 5,42)}$$

Donde:

- $u_2$ : velocidad del viento a 2 m (m/s)
- velocidad del viento: velocidad dominante (m/s) (ver Tabla 21)
- altura del anemómetro: 14m

- Radiación día despejado sin nubes

$$R_{so} = (0,75 + 2 \cdot \text{altitud} \cdot 10^{-5}) \cdot R_a$$

Donde:

- $R_{so}$ : radiación día despejado sin nubes (MJ/m<sup>2</sup>día)
- $R_a$ : radiación solar extraterrestre (MJ/m<sup>2</sup>día), (ver Tabla 20)
- Altitud: altitud del observatorio de Autilla del Pino (Palencia): 875 m

- Factor de nubosidad

$$f = (1,35 \cdot \left(\frac{R_s}{R_{so}}\right) - 0,35)$$

Donde:

- f: factor nubosidad
- $R_s$ : radiación solar de Doorenbos y Pruitt (MJ/m<sup>2</sup>día)
- $R_{so}$ : radiación en un día despejado sin nubes (MJ/m<sup>2</sup>día)

- Tensión de vapor de saturación máxima

$$e_1 = 0,6108 \cdot 2,718282^{\frac{17,27 \cdot t}{t+237,3}}$$

Donde:

- $e_1$ : tensión de vapor de saturación máxima (kPa)
- T: temperatura media de máximas (°C)

- Tensión de vapor de saturación mínima

$$e_2 = 0,6108 \cdot 2,718282^{\frac{17,27 \cdot t}{t+237,3}}$$

Donde:

- $e_2$ : tensión de vapor de saturación mínima (kPa)
- T: temperatura media de mínima (°C)

– Tensión de vapor real

$$e_a = \frac{\text{humedad}}{100} \cdot \frac{e_1 + e_2}{2}$$

Donde:

- $e_a$ : tensión de vapor real (kPa)
- $e_1$ : tensión de vapor de saturación máxima (kPa)
- $e_2$ : tensión de vapor de saturación mínima (kPa)

– Emisividad neta

$$\text{emisividad} = 0,34 + (-0,14 \cdot e_a^{0,5})$$

Donde:

- $e_a$ : tensión de vapor real (kPa)

– Radiación neta entrante

$$R_{ns} = (1 - \alpha) \cdot R_s$$

Donde:

- $R_{ns}$ : radiación neta entrante (MJ/m<sup>2</sup>día)
- $R_s$ : radiación solar de Doorenbos y Pruitt (MJ/m<sup>2</sup>día)
- $\alpha$ : albedo: 0,25

– Radiación neta saliente

$$R_{nl} = (4,903 \cdot 10^{-9}) \cdot \frac{(T + 273,15)^4 + (t + 273,15)^4}{2} \cdot \text{emisividad} \cdot f$$

Donde:

- $R_{nl}$ : radiación neta saliente (MJ/m<sup>2</sup>día)
- T: temperatura media de máximas (°C)
- t: temperatura media de mínimas (°C)
- f: factor de nubosidad

– Radiación neta

$$R_n = R_{ns} - R_{nl}$$

Donde:

- $R_n$ : radiación neta en la superficie del cultivo (MJ/m<sup>2</sup>día)
- $R_{ns}$ : radiación neta entrante (MJ/m<sup>2</sup>día)
- $R_{nl}$ : radiación neta saliente (MJ/m<sup>2</sup>día)

– Flujo de calor en el suelo

$$G = 0,07 \cdot (t_{m \text{ mes } i+1} - t_{m \text{ mes } i-1})$$

Donde:

- G: flujo de calor en el suelo
- $t_{m \text{ mes } i+1}$ : temperatura media del aire del mes posterior (°C)

- $t_m$  mes i-1: temperatura media del aire del mes anterior (°C)
- Constante psicométrica

$$\gamma = 0,0016286 \cdot \frac{e_s}{2,501 - (t_m \cdot 0,002361)}$$

Donde:

- $\gamma$ : constante psicométrica (kPa/°C)
- $t_m$ : temperatura media del aire (°C)
- $e_s$ : presión atmosférica (kPa)

En la Tabla 26 se presenta la evapotranspiración de referencia, según FAO Penman-Monteith, diaria y mensual.

Tabla 26. Evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>) diaria, mensual y anual, según Penman-Monteith

ET <sub>o</sub>	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
mm/día	0,44	0,93	1,74	2,59	3,75	5,31	5,99	5,20	3,23	1,67	0,76	0,43
mm/mes	13,64	26,04	54,25	77,70	115,95	159,30	185,69	161,20	96,90	51,46	22,80	13,33
<b>Anual</b>	978,26 mm/año											

## 1.9. Continentalidad

Se define como continentalidad a las diferencias en el balance global de calor debidas a los diferentes comportamientos térmicos de tierra y mar. Se basa en la distancia a grandes masas de agua y su repercusión, ya que a mayor lejanía de la masa de agua provoca una disminución de la humedad y de las precipitaciones.

Para objetivar esta incidencia reguladora del mar se estudian dos índices de continentalidad-oceanidad: el índice de continentalidad de Gorczynski y el índice de oceanidad de Kerner.

### 1.9.1. Índice de continentalidad de Gorczynski

El índice de Gorczynski establece una relación entre la continentalidad y la amplitud térmica anual. Para ello se basa en que la inercia térmica del océano (masa de agua) modera las temperaturas extremas. Dicha relación está matizada por la latitud para compensar la tendencia de la oscilación térmica a incrementarse a medida que aumenta la latitud. Según el valor de este índice se establecen distintos tipos climáticos (ver Tabla 27).

Tabla 27. Tipos de clima según el valor del índice de continentalidad de Gorczynski

I <sub>G</sub>	Tipo de clima
<10	Marítimo
10-20	Semimarítimo
20-30	Continental
>30	Muy continental

La ecuación que define el índice de continentalidad de Gorczynski es la siguiente:

$$I_G = 1,7 \cdot \left( \frac{tm_{12} - tm_1}{\sin L} \right) - 20,4$$

Donde:

- $tm_{12}$ : temperatura media del mes con temperatura media más alta.
- $tm_1$ : temperatura media del mes con temperatura media más baja.
- L: latitud en grados sexagesimales.

Aplicando la ecuación de Gorczynski a la zona objeto de estudio se obtiene el siguiente valor:

$$I_G = 1,7 \cdot \left( \frac{20,1 - 3,2}{\sin 41,92} \right) - 20,4 = 22,603$$

Atendiendo al criterio de clasificación de la Tabla 27., el clima de la zona es *continental* dado que el valor se encuentra entre 20 y 30.

### 1.9.2. Índice de oceanidad Kerner

Este índice se basa en que la cercanía al mar influye generalmente en primaveras más frescas y otoños más cálidos. Por eso, en el numerador tiene en cuenta las temperaturas de primavera y otoño y en el denominador tiene en consideración la amplitud térmica anual. Según algunos autores, este índice se adecua mejor a nuestra península. En la Tabla 28 se presentan los tipos de clima establecidos por Kerner.

Tabla 28. Tipos de clima según el valor del índice de oceanidad de Kerner

$I_k$	Tipo de clima
> 26	Marítimo
18 - 26	Semimarítimo
10-18	Continental
< 10	Muy Continental

La ecuación que define el índice de oceanidad de Kerner es la siguiente:

$$I_G = 100 \cdot \left( \frac{tm_X - tm_{IV}}{tm_{12} - tm_1} \right)$$

Donde:

- $tm_X$ : temperatura media del mes de octubre.
- $tm_{IV}$ : temperatura media del mes de abril.
- $tm_{12}$ : temperatura media del mes con temperatura media más alta.
- $tm_1$ : temperatura media del mes con temperatura media más baja.
- L: latitud en grados sexagesimales.

Aplicando la ecuación de Kerner en la zona objeto de estudio se obtiene el siguiente valor:

$$I_G = 100 \cdot \left( \frac{12,2 - 9,2}{20,1 - 3,2} \right) = 17,751$$

Atendiendo al criterio de clasificación de la Tabla 28. el clima de la zona es *continental* dado que el valor se encuentra entre 10 y 18.

## 1.10. Índices climáticos

Los índices climáticos utilizados presentan relaciones entre los distintos elementos del clima y pretenden cuantificar la influencia de éste sobre las comunidades vegetales.

### 1.10.1. Índice de pluviosidad de Lang

Relaciona los valores de precipitación y temperatura. Su fórmula es la siguiente:

$$I = P/t_m$$

Dónde:

- P: precipitación media anual (mm).
- $t_m$ : temperatura media anual (°C).

Aplicando la fórmula con los datos de la Tabla 6 y de la Tabla 13 se obtiene el siguiente valor:

$$I = 330,1/11,1 = 29,74$$

En la Tabla 29 se presentan los tipos de clima en función del índice de pluviosidad de Lang.

Tabla 29. Tipo de clima en función del índice de Lang

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

Atendiendo a la clasificación de la Tabla 29 y el valor obtenido mediante la fórmula de Lang, la zona objeto de estudio se clasifica como *zona árida*.

### 1.10.2. Índice de aridez de De Martonne

Este índice termopluviométrico que se calcula dividiendo la precipitación media anual (en mm) entre la temperatura media anual (en °C).

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

Aplicando la fórmula a los datos de la Tabla 7 y de la Tabla 13 se obtiene el siguiente valor:

$$I = \frac{330,1}{11,1 + 10} = 15,64$$

En la Tabla 30 se presentan los tipos de clima en función del índice de aridez de De Martonne.

Tabla 30. Tipo de clima en función del índice de Martonne

Valores de I	Zonas de influencia climática según Martonne
0 < 5	Desiertos
5 - 10	Semidesierto
10 - 20	Semiárido de tipo Mediterráneo
20 - 30	Subhúmeda
30 - 60	Húmeda
> 60	Perhúmeda

Atendiendo a la clasificación de la Tabla 30 y el valor obtenido mediante la fórmula de De Martonne, la zona objeto de estudio se clasifica como *zona semiárida de tipo mediterránea*.

### 1.10.3. Índice de Emberger

El índice de Emberger se obtiene considerando la precipitación media anual, la temperatura media de las máximas del mes más cálido y la temperatura media de las mínimas del mes más frío. El índice de Emberger o cociente pluviotérmico se calcula mediante la expresión:

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

Donde:

- Si:  $t_1 > 0^\circ\text{C}$ ,  $T_{12}$  y  $t_1$  irán en  $^\circ\text{C}$  y  $K = 100$
- Si:  $t_1 < 0^\circ\text{C}$ ,  $T_{12}$  y  $t_1$  irán en K y  $K = 2000$
- P: precipitación anual (mm)
- $t_1$ : temperatura media mínima más baja ( $^\circ\text{C}$ )
- $T_{12}$ : temperatura media máxima más alta ( $^\circ\text{C}$ )

Aplicando la fórmula con los datos de la Tabla 6 y de la Tabla 15 el índice de Emberger toma el siguiente valor:

$$Q = 100 \cdot \frac{330,1}{23,6^2 - 0,8^2} = 59,34$$

Con los valores de Q y  $t_1$  se llevan a la Figura 7 donde queda definido el género de la zona donde se va a ubicar el proyecto.

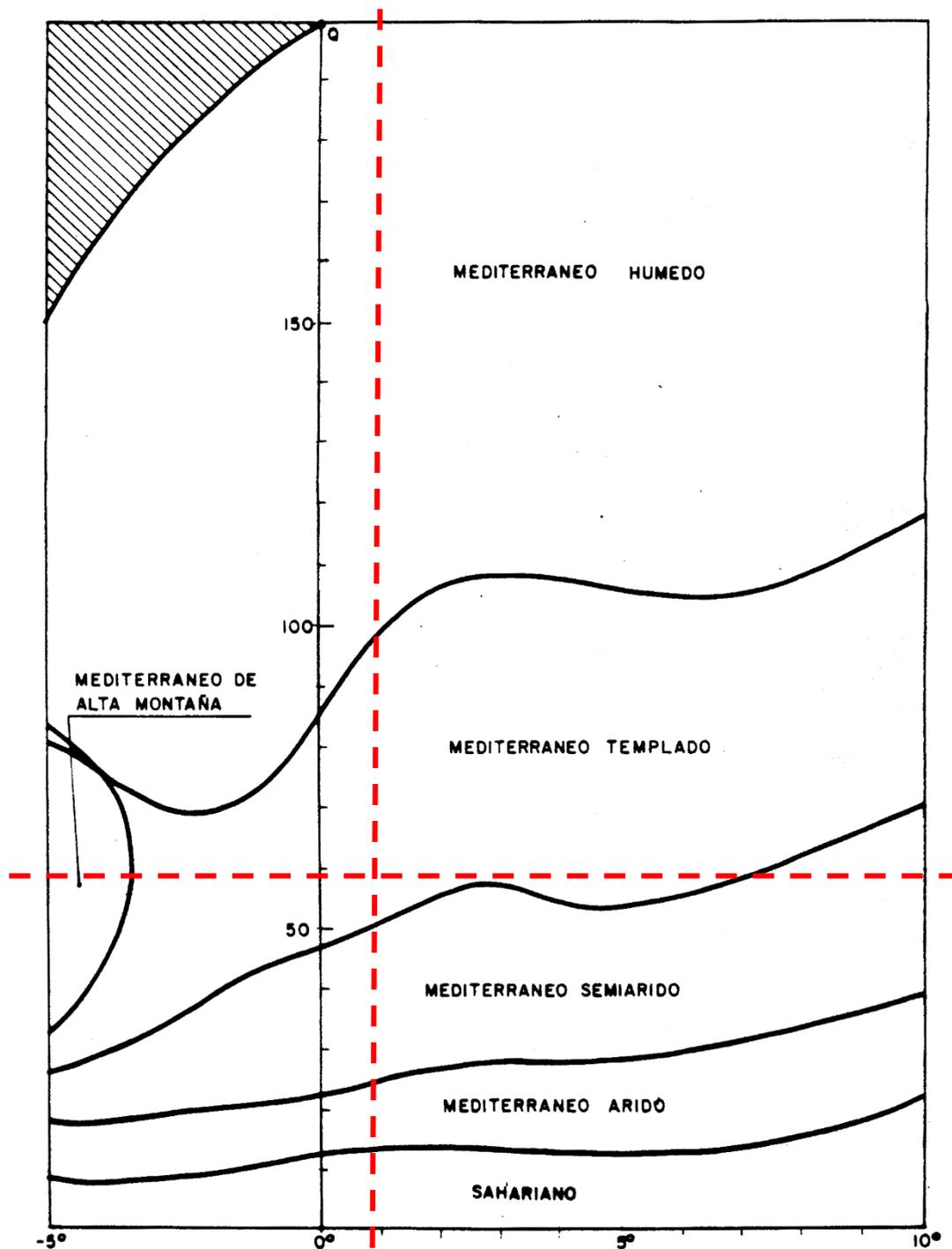


Figura 7. Determinación del género del clima mediterráneo según Emberger

En la Tabla 31 se muestran las posibilidades para el tipo de invierno y frecuencia de heladas según el criterio de Emberger.

Tabla 31. Tipo de invierno en función de la temperatura media mínima más baja ( $t_1$ )

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

Según Emberger, la zona se corresponde con un *clima mediterráneo templado*, de *variedad superior* (por su disposición en la subregión climática) con un *invierno fresco* (temperatura media de las mínimas de enero está entre 0 y 3 °C) y *heladas frecuentes*.

#### 1.10.4. Índice de Vernet

Se emplea el índice de Vernet para evaluar el régimen hídrico a que se ven sometidas las comunidades vegetales y para comparar los bioclimas de las distintas comarcas europeas.

Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$I_V = \pm \frac{100 \cdot (H - h) \cdot T'_V}{P \cdot P_V}$$

Donde:

- H: precipitación de la estación más lluviosa (mm)
- h: precipitación de la estación más seca (mm)
- P: precipitación anual (mm)
- $P_V$ : precipitación estival (mm)
- $T'_V$ : media de las temperaturas máximas estivales (°C)

El valor del índice lleva signo “ - “ cuando el verano es el primero o segundo de los mínimos pluviométricos; y signo “ + “ en caso contrario.

En la Tabla 32 se muestra la relación entre el resultado de la ecuación anterior y el tipo de clima según Vernet.

Tabla 32. Zonas de influencia climática según Vernet

Valor $I_V$	Tipo de clima
>+2	Continental
0 a +2	Oceánico-Continental
-1 a 0	Pseudo oceánico
-2 a -1	Oceánico-Mediterráneo
-3 a -2	Sub mediterráneo
<-3	Mediterráneo

Aplicando los datos de la zona objeto de estudio se obtiene el siguiente valor:

$$I_V = -\frac{100 \cdot (122,9 - 69,4) \cdot 33,9}{330,1 \cdot 69,4} = -7,92$$

Atendiendo al resultado obtenido en la ecuación de Vernet y a la clasificación de la Tabla 32, la zona objeto de estudio tiene un clima de tipo mediterráneo.

### 1.11. Clasificación climática de Köppen

En general las clasificaciones climáticas establecen una serie de categorías definidas por una serie de condiciones sobre parámetros climáticos, para acotar unos ecosistemas (con referencia especial la vegetación) y franjas latitudinales. Es decir, se basan en los conocimientos de la meteorología. Las comunidades vegetales, comunidades definidas por similitud morfológica, están condicionadas por el régimen hídrico.

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 dados en cm.

La primera categoría climática consta de cinco grupos climáticos, nombrados con una letra mayúscula, que vienen definidos por las temperaturas y precipitaciones medias (ver Tabla 33).

Tabla 33. Grupo de clima según Köppen

Grupo de clima	Criterio
A. Climas tropicales	$t_m > 18 \text{ }^\circ\text{C}$ todos los meses
B. Climas secos	Fórmula empírica
C. Climas templado-cálidos	$t_m$ del mes más frío entre $18$ y $-3 \text{ }^\circ\text{C}$ $t_m$ del mes más cálido $> 10 \text{ }^\circ\text{C}$
D. Climas de nieve	$t_m$ del mes más frío $< -3 \text{ }^\circ\text{C}$ $t_m$ del mes más cálido $> 10 \text{ }^\circ\text{C}$
E. Climas de hielo	$t_m$ del mes más cálido $< 10 \text{ }^\circ\text{C}$

La temperatura media del mes más cálido de la zona, agosto, es de  $20,0^\circ\text{C}$ , y la temperatura media del mes más frío, enero, es de  $3,2^\circ\text{C}$ . Por ello, el clima de la zona objeto de estudio queda situada en el grupo C, *clima templado-cálido*.

Los subgrupos climáticos aportan la variación estacional de la humedad (según exista o no estación seca y coincida con la cálida o la fría). Esta clasificación se presenta en la Tabla 34.

Tabla 34. Subgrupo de clima según Köppen

Grupo de clima	Criterio
S. Climas de estepa	Pm entre 380 y 760 mm anuales
W. Climas desérticos	Pm < 250 mm anuales
T. Para climas de tipo E	tm entre 0 y 10 °C
F. Para climas de tipo E	tm < 0 °C todos los meses
f. Húmedo (Para climas tipo A, C y D)	Precipitaciones todos los meses. No hay estación seca
w. Estación seca en el invierno	El mes más seco del invierno tiene 1/10 de la precipitación del mes más húmedo del verano
s. Estación seca en el verano	El mes más húmedo del invierno recibe el triple o más de precipitaciones que el mes más seco del verano
m. Clima de bosque lluvioso	La estación seca finaliza con un ciclo de precipitación monzónico

El clima de la zona es de tipo s, *estación seca en verano*, como se puede comprobar a partir de los datos de la Tabla 23.

Por último, en la Tabla 35 se presentan los diferentes tipos climáticos según Köppen.

Tabla 35. Tipos climáticos según Köppen

Tipo climático	Criterio
a. Con verano caluroso (Climas tipo C y D)	tm del mes más cálido > 22 °C
b. Con verano cálido (Climas tipo C y D)	tm del mes más cálido < 22 °C Al menos 4 meses con tm > 10 °C
c. Con verano corto y fresco (Climas tipo C y D)	Menos de 4 meses con tm > 10 °C Mes más frío con tm > -38 °C
d. Con invierno muy frío (Clima tipo D)	tm del mes más frío < -38 °C
h. Caluroso y seco (Clima tipo B)	tm anual > 18 °C
k. Frío y seco (Clima tipo B)	tm anual < 18 °C tm del mes más cálido > 18 °C

El tipo climático en la zona es de tipo b, con *verano cálido*, ya que cumple con los dos criterios.

Por lo tanto, el clima se puede clasificar como “Csb: clima templado-cálido con estación seca en verano y de veranos cálidos”.

## 1.12. Conclusiones

A continuación se abordan e interpretan los datos presentados anteriormente clasificados en temperaturas, pluviometría y otros elementos climáticos.

### 1.12.1. Temperaturas

Para realizar un análisis más detallado, las temperaturas se subdividen en invernales, primaverales y estivales.

#### 1.12.1.1. Temperaturas invernales

Es necesario considerar la resistencia al frío y los requerimientos de frío para la salida del reposo para estimar la respuesta de la plantación a las temperaturas de invierno.

Atendiendo a las temperaturas críticas del manzano resulta que las temperaturas mínimas absolutas no son un condicionante para la plantación. El manzano soporta sin sufrir problemas temperaturas inferiores a los  $-15^{\circ}\text{C}$ . Cuando la temperatura desciende de los  $-20^{\circ}\text{C}$  aparecen los primeros problemas ya que puede perder alguna yema floral. La temperatura bajo la cual se observan daños graves en los órganos del árbol es de  $-34^{\circ}\text{C}$ . En la zona objeto de estudio la temperatura mínima absoluta en invierno es de  $-12,3^{\circ}\text{C}$ , muy superior a la temperatura crítica de  $-34^{\circ}\text{C}$ .

En lo que respecta al requerimiento de frío para la salida del reposo, el manzano se encuentra dentro del grupo de frutales con altas exigencias en reposo invernal, con unas necesidades de 800 a 1700 HF. Por lo cual, las horas-frío de la zona son capaces de cubrir sin problemas las exigencias de reposo invernal de la mayoría de las variedades de manzano.

Las heladas invernales son frecuentes durante los meses de enero y febrero. Éstas no van a producir ningún inconveniente al manzano, dado que es muy resistente a las heladas en el periodo de reposo invernal.

#### 1.12.1.1. Temperaturas primaverales

Este período comprende los meses de marzo, abril y mayo. Engloba la etapa que va desde el desborre hasta las primeras fases del desarrollo del fruto.

Para estimar la respuesta del cultivo a las temperaturas primaverales se consideran la susceptibilidad al frío y las heladas primaverales.

Dependiendo del estado fenológico del manzano varían las temperaturas críticas que causan daños en las yemas de flor. Una vez alcanzado el estado B (desborre) la susceptibilidad al frío aumenta conforme avanza el desarrollo fenológico del árbol. El momento de máxima sensibilidad al frío se da en el estado I (cuajado del fruto).

A continuación, en la Tabla 36, se pueden ver las temperaturas por debajo de las cuales se ve seriamente afectado el manzano en cada uno de sus estados fenológicos.

Tabla 36. Temperaturas críticas en diferentes estados fenológicos del manzano ( $^{\circ}\text{C}$ )

Estado fenológico	Temperatura crítica
A. Yema de invierno	-

Estado fenológico	Temperatura crítica
B. Comienza a hincharse la yema	- 7
C. Yema hinchada (desborre)	- 4
D. Aparición de los botones florales	- 3,5
E. Botón rosa	- 2,2
F. Comienzo de floración	-1,8
F <sub>2</sub> . Plena floración	-2,2
G. Caída de los primeros pétalos	-1,7
H. Caída de los últimos pétalos	- 1,6
I. Cuajado del fruto	- 1,6
J. Engrosamiento y crecimiento de los frutos	-

En el mes de abril en la zona objeto de estudio tienen lugar los estados fenológicos C, D y E. Para los cuales la temperatura mínima que soportan como máximo durante media hora las yemas de flor son de  $-4^{\circ}\text{C}$ ,  $-3,5^{\circ}\text{C}$  y  $-2,2^{\circ}\text{C}$  respectivamente.

A lo largo del mes de abril tiene lugar la plena floración (F y F<sub>2</sub>) del manzano, soportando como máximo una temperatura mínima de  $-1,8^{\circ}\text{C}$  y  $-2,2^{\circ}\text{C}$  respectivamente.

Durante el mes de mayo, a principios, se da el cuajado de los frutos soportando una temperatura mínima de  $-1,6^{\circ}\text{C}$ .

Atendiendo a los datos de la Tabla 6. se puede observar que se dan temperaturas mínimas absolutas para los meses de marzo, abril y mayo de hasta  $-9,7^{\circ}\text{C}$ ,  $-6,1^{\circ}\text{C}$  y  $-2,7^{\circ}\text{C}$  respectivamente. Temperaturas que se encuentran por debajo de las temperaturas críticas de los diferentes estados fenológicos del manzano. Por ello se considera necesario instalar un sistema de defensa antiheladas en la plantación con el fin de minimizar riesgos y asegurar la producción de manzana.

Por otro lado, las heladas primaverales es uno de los factores que más problemas puede acarrear en la explotación. En la parcela donde se ubicará la plantación, las heladas primaverales son frecuentes hasta principios del mes de abril, pudiendo registrarse puntualmente heladas hasta mediados de mayo. La floración del manzano tiene lugar desde finales de abril hasta mediados de mayo, por lo que la floración queda fuera del periodo medio de heladas según el criterio de Papadakis (del 22 de noviembre al 26 de abril). Atendiendo al criterio de Emberger, el periodo de heladas probables se extiende hasta el 20 mayo, poniendo en riesgo la floración del manzano. Por este motivo y ante la presencia de heladas puntuales hasta mediados de mayo, se van a emplear medidas de defensa antiheladas, aunque su uso sea esporádico.

#### 1.12.1.2. Temperaturas estivales

Este período comprende los meses de junio a agosto. Para estimar la respuesta del cultivo a las temperaturas estivales se debe considerar la temperatura media máxima. Ésta no resulta muy elevada debido a la altitud donde se encuentra la plantación. Por ello, las temperaturas estivales no van a generar ningún problema en la explotación.

#### 1.12.1.3. Temperaturas otoñales

En cuanto a las temperaturas otoñales, es conveniente tener en cuenta las heladas invernales anticipadas, ya que pueden llegar a solaparse con el final de la recolección. Así mismo, en la plantación objeto de estudio, no se va a tener en cuenta dado que en contadas ocasiones pueda ocurrir.

### **1.12.2. Pluviometría**

La precipitación media de la zona, que es de 380,0 mm, con una distribución bastante irregular, se concentra en los meses de octubre a mayo. Como consecuencia de la escasez de precipitación total y su irregularidad en el tiempo, es necesaria la instalación de un sistema de riego para poder satisfacer las necesidades hídricas del cultivo a lo largo de todo su ciclo.

Así mismo, la humedad en la zona objeto de estudio, no tiene una incidencia apreciable y no va a resultar un factor condicionante para la explotación en proyecto.

### **1.12.3. Otros factores climáticos**

#### Radiación

La radiación solar a nivel del suelo calculada por los métodos de Doorenbos y Pruitt, y Penman satisface las necesidades de radiación de las especies frutales de pepita de clima templado-cálido y templado-frío, entre las cuales se encuentra el manzano.

Los periodos de baja radiación coinciden con los meses de reposo invernal del árbol. Las elevadas insolaciones de los meses de verano, rara vez van a afectar negativamente a los árboles. La radiación no va a presentar problemas a la plantación objeto de estudio.

#### Granizo

Las granizadas, poco frecuentes, se concentran en los meses de enero, marzo, abril y mayo. En ese período tiene lugar la floración del manzano con los correspondientes daños que pueda ocasionar. Sin embargo, para el período que transcurre de junio a diciembre los días de granizo son mínimos o inexistentes, por lo que no se producirán daños sobre los frutos y los órganos vegetativos del árbol.

Debido al bajo riesgo por granizo que presenta la zona no será necesaria la instalación de un sistema de defensa contra granizo.

#### Vientos, tormentas y nieve

En cuanto a los vientos registrados, tormentas y nieve, no van a suponer ningún problema para la explotación debido a su baja intensidad y escasa frecuencia. Respecto al granizo se podrían tomar medidas preventivas, como la instalación de una maya antigranizo, pero no resulta interesante económicamente la adquisición de dicha protección para granizadas poco intensas y poco frecuentes.

En conclusión, es posible el cultivo del manzano en la parcela objeto del proyecto sin grandes problemas, siempre y cuando se tomen en cuenta las indicaciones realizadas a lo largo del presente proyecto.

## 2. Estudio edafológico

Resulta fundamental elaborar un estudio edafológico en la parcela donde se ubicará la plantación para evitar futuros problemas en la explotación. Se debe conocer con anterioridad a la plantación las características del suelo ya que alguna de ellas puede limitar el desarrollo, el tamaño, el vigor e incluso la producción de los árboles.

El objetivo fundamental de un estudio edafológico es la determinación exacta de las características físicas y químicas de una o varias fracciones de suelo. Y, en consecuencia, determinar la estructura y composición de éste. Las determinaciones se realizan mediante ensayos estandarizados en laboratorio.

A partir del estudio de los resultados obtenidos se establece la composición básica del suelo, su grado de fertilidad y equilibrio, y las causas reales de los diferentes problemas que presenta el suelo.

### 2.1. Toma de muestras

La parcela objeto de estudio donde se va a ubicar el proyecto es homogénea en cuanto a las características del terreno. Se puede apreciar, a simple vista que la tierra presenta un mismo color, así como una textura similar.

Para obtener un correcto análisis edafológico la muestra del terreno debe de ser representativa, para así conocer las características físico-químicas del suelo de la parcela.

La muestra del suelo se efectuó tomando 10 submuestras aleatorias de la parcela a una profundidad de 35-45 cm, con una pala. Todas las submuestras se mezclan constituyendo así una muestra global de 1 kg tras su correcta homogeneización. La muestra se deja secar a temperatura ambiente, se embolsa y se entrega al Laboratorio Tecnológico Agrario de Palencia (ITAGRA) para su análisis.

### 2.2. Resultado del análisis

En la Tabla 37 se presentan los parámetros analizados de la muestra de suelo con los correspondientes resultados obtenidos, métodos empleados y la valoración correspondiente.

Tabla 37. Características físico-químicas del suelo con sus respectivos resultados, métodos empleados y valoración correspondiente.

Parámetro	Resultado	Método	Valoración
Arena	71,00 g/100g	ISSS	Alto
Limo	17,28 g/100g	ISSS	Bajo
Arcilla	11,72 g/100g	ISSS	Bajo
Textura	-	ISSS	Franco arenoso
pH	7,38 ± 0,12	Potenciometría PNT-S-01	Neutro
Conductividad eléctrica	0,22 mS/cm	Conductímetro (1:2,5)	No salino
Materia orgánica	1,60 g/100g	Volumetría redox	Bajo
Carbonatos	14,01%	Calcímetro	Normal

Parámetro	Resultado	Método	Valoración
Caliza activa	4,48%	Calcímetro	Bajo
Fósforo	22 ppm	Olsen	Normal
Potasio	0,71 meq/100g	Emisión atómica	Alto
Calcio	9,2 meq/100g	Absorción atómica	Normal
Magnesio	0,78 meq/100g	Absorción atómica	Bajo
Sodio	<0,01 meq/100g	Emisión atómica	Muy bajo

## 2.3. Interpretación de los resultados

### 2.3.1. Características físicas

#### 2.3.1.1. Profundidad

En la parcela objeto de estudio se realiza la determinación de la profundidad del suelo mediante tres calicatas a una profundidad de 1,5 metros, en tres puntos diferentes de la parcela. Al realizar estos sondeos se ha comprobado que el espesor del conjunto de horizontes del perfil del suelo que las raíces pueden explorar sin ningún tipo de limitación, alcanzando los 1,3 metros donde ya aparecen fragmentos de roca madre.

No se ha encontrado ningún horizonte salino, calizo en extremo, excesivamente compactado, ni la presencia de una capa freática alta que pueda impedir el desarrollo de las raíces en profundidad.

Por ello, la profundidad del suelo no va a condicionar el volumen de tierra que puede ser colonizado por las raíces y, por tanto, el correcto desarrollo del árbol y la disponibilidad de agua y nutrientes.

#### 2.3.1.2. Textura

La textura del suelo se refiere a la proporción de componentes inorgánicos de diferentes formas y tamaños como arena, limo y arcilla. La textura es una característica física importante ya que influye como factor de fertilidad y en la capacidad de retener agua, aireación, drenaje, contenido de materia orgánica y otras propiedades del suelo.

Según el diagrama triangular de USDA, se considera que el suelo tiene una textura franco-arenosa (ver Figura 8).

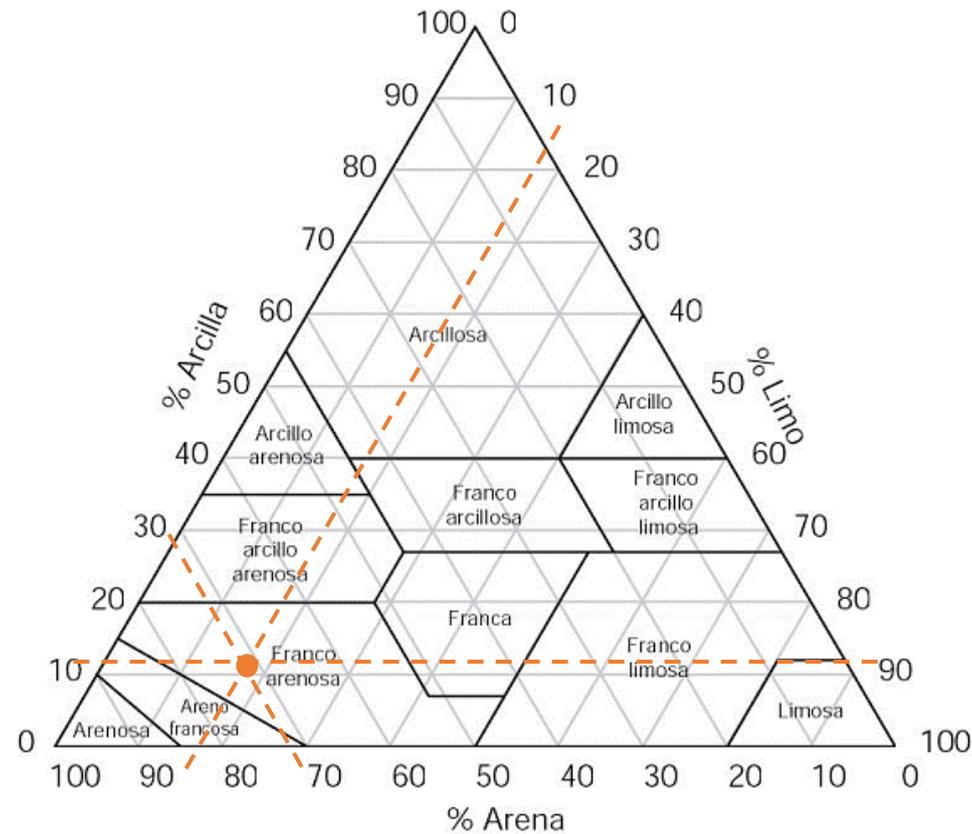


Figura 8. Triángulo textural según clasificación del USDA

Los suelos franco-arenosos presentan una serie de ventajas como son su facilidad al trabajo (al pase de aperos), mejor permeabilidad tanto al agua como al aire, son poco compactos, no presentan problemas de drenaje y por ello el desarrollo radicular es óptimo. Uno de los inconvenientes es su baja capacidad de retención de elementos minerales, algo que además se agrava con el bajo contenido de materia orgánica.

El suelo, tiene una textura óptima, dado que la proporción de los elementos que lo constituyen le dan la posibilidad de ser un soporte capaz de favorecer la fijación del sistema radicular y la nutrición de los árboles.

#### 2.3.1.3. Estructura

La estructura está ligada al estado de los coloides del suelo, que pueden estar floculados formando parte de agregados elementales más o menos estables, o, por el contrario, dispersos, como en el caso de la estructura particular (sin estructura), en la cual los granos están aislados, sea cual sea su tamaño.

El suelo presenta una estructura migajosa, con agregados porosos de forma redondeada, muy porosa y con buena permeabilidad. Esta estructura favorece la infiltración del agua, asegura unas condiciones adecuadas de aireación y permite un fácil desarrollo radicular del manzano.

#### 2.3.1.4. Permeabilidad

La permeabilidad es la capacidad del suelo para transmitir agua o aire. Depende de la porosidad, de la distribución del tamaño de los poros y de su geometría. En la

parcela objeto de estudio la permeabilidad del suelo es adecuada ya que la textura es franco-arenosa y permite una buena infiltración del agua. Además, la estructura es migajosa, la cual favorece una correcta permeabilidad. La velocidad de infiltración para esta clase textural oscila entre los valores de 7 y 14 cm por hora.

### 2.3.2. Características químicas

#### 2.3.2.1. Alcalinidad

La posible alcalinidad de un suelo está condicionada por dos parámetros, el pH y el contenido en carbonatos y caliza activa.

En lo que se refiere al pH del suelo, con un valor de 7,38, se caracteriza como un suelo neutro. El contenido en carbonatos del suelo alcanza un valor de 14,01, un valor considerado como normal en el suelo. El contenido de caliza activa es de 4,48%, asociado a un nivel bajo.

#### 2.3.2.2. Salinidad

La salinidad hace referencia al contenido de sales minerales solubles presentes en el suelo. Se determina midiendo la conductividad eléctrica del extracto del suelo en proporción 1:2,5 a 25°C. Se definen como salinos aquellos suelos en los cuales la conductividad eléctrica en el extracto de saturación, a 25 °C, es mayor de 4 dS/m.

La conductividad eléctrica del extracto del suelo objeto de estudio es de 0,22 dS/m, el cual corresponde a un suelo no salino. Respecto al contenido en sodio del suelo es muy bajo, inferior a 0,01 meq/100 g. Por todo ello se deduce que el suelo no va a plantar problemas de salinidad para el cultivo del manzano.

#### 2.3.2.3. Fertilidad

El estudio de la fertilidad se desglosa en el análisis de la materia orgánica, la relación C/N, el fósforo asimilable, los cationes de cambio y la capacidad de intercambio catiónico.

#### Materia orgánica

La materia orgánica se entiende como la fracción orgánica del suelo que incluye residuos vegetales y animales en diferentes estados de descomposición, tejidos y células de organismos que viven en el suelo y sustancias producidas por los habitantes del suelo. Influye sobre las propiedades físicas, biológicas y químicas de éste.

En la Tabla 38. se presenta la interpretación del contenido de materia orgánica en función de la textura del suelo.

Tabla 38. Clasificación de los suelos según el contenido de materia orgánica en función de la textura del suelo

Textura	Materia orgánica (%)				
	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
Arenosa	0 – 1,75	1,75 – 2,5	2,5 – 3,5	3,5 – 4,25	> 4,25
Franca	0 – 1,5	1,5 – 2,0	2,0 – 3,0	3,0 – 3,75	> 3,75
Arcillosa	0 – 2,0	2,0 – 3,0	3,0 – 4,0	4,0 – 5,0	> 5,0

La parcela objeto de estudio tiene un contenido de materia orgánica bajo (1,6%). Por ello va a ser necesario realizar una enmienda orgánica previamente a la plantación de los árboles para aumentar su contenido. Posteriormente se debe mantener ese nivel con aportaciones periódicas.

### Relación C/N

La relación C/N es un valor numérico que determina la relación entre el carbono y el nitrógeno presente en el suelo. Además, es un indicador de la capacidad del suelo para transformar la materia orgánica en nitrógeno mineral. Se considera que una relación C/N entre 10 y 12 produce una correcta liberación de nitrógeno, mientras que valores superiores e inferiores a estas cifras provocan liberaciones de nitrógeno mineral escasas o excesivas. El suelo de la parcela tiene una relación C/N (10,5) perfectamente equilibrada.

### Fósforo asimilable

Se identifica como disponible o asimilable la fracción de fósforo inorgánico del suelo que está más estrechamente relacionada con la absorción por la planta.

En la Tabla 39. se muestra la clasificación de los suelos según el contenido de fósforo y la textura del suelo.

Tabla 39. Clasificación de los suelos según el contenido de fósforo y la textura, según el método Olsen

Textura	Fósforo (ppm)				
	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
Arenosa	0 – 8	9 – 16	17 – 24	25 – 40	41 – 64
Franca	0 – 10	11 – 20	21 – 30	31 – 50	51 – 80
Arcillosa	0 – 12	13 – 24	25 – 36	37 – 60	61 – 96

El contenido de fósforo asimilable presente en el suelo es de 22 ppm. Este valor se considera como muy alto, por ello no es necesario realizar un abonado de fondo con este elemento.

### Cationes de cambio

El suelo retiene con mayor facilidad aquellos nutrientes que presentan una carga positiva, entre ellos se encuentra el potasio, calcio, magnesio y sodio.

- Potasio

En la Tabla 40. se presenta la clasificación del suelo según el contenido en potasio y la textura.

Tabla 40. Clasificación del suelo según el contenido en potasio y la textura

Textura	Potasio (meq/100g)				
	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
Arenosa	< 0,11	0,11 – 0,22	0,23 – 0,45	0,46 – 0,9	> 0,9
Franca	< 0,17	0,17 – 0,35	0,36 – 0,70	0,7 – 1,4	> 1,4
Arcillosa	< 0,23	0,23 – 0,45	0,46 – 0,90	1,0 – 1,8	> 1,8

La cantidad de potasio en el suelo es de 0,71 meq/100g. Este valor se considera normal para la textura franca del suelo objeto de estudio.

– Calcio

El calcio es un elemento que mejora la estructura del suelo, favoreciendo de este modo la rigidez y el crecimiento de las raíces.

En la Tabla 41. se presenta la clasificación del suelo según el contenido de calcio y la textura del suelo.

Tabla 41. Clasificación del suelo según el contenido de calcio y la textura

Textura	Calcio (meq/100g)				
	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
Arenosa	< 3,0	3,0 – 6,0	6,1 – 7,0	7,1 – 8,0	> 8,0
Franca	< 4,5	4,5 – 9,0	9,1 – 10,5	10,6 – 12,0	> 12,0
Arcillosa	< 6,0	6,0 – 12,0	12,1 – 14,0	14,1 – 16,0	> 16,0

La cantidad de calcio presente en el suelo es de 9,2 meq/100g. Este valor se considera normal, por lo que no es necesario intervenir en el contenido de calcio.

– Magnesio

El magnesio es un nutriente esencial para las plantas. Es clave para una amplia gama de funciones en los vegetales. Uno de los papeles bien conocidos del magnesio se encuentra en el proceso de la fotosíntesis, ya que es un componente básico de la clorofila, la molécula que da a las plantas su color verde.

La deficiencia de magnesio puede ser un factor importante que limita la producción de manzana.

En la Tabla 42. se muestra la clasificación del suelo según el contenido de magnesio y la textura del suelo.

Tabla 42. Clasificación del suelo según el contenido de magnesio y la textura

Textura	Magnesio (meq/100g)				
	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
Arenosa	< 0,5	0,5 – 1,0	1,1 – 1,5	1,6 – 2,0	> 2,0
Franca	< 0,75	0,75 – 1,5	1,5 – 2,2	2,3 – 3	> 3,0
Arcillosa	< 1,0	1,0 – 2,0	2,1 – 3,0	3,1 – 4,0	> 4,0

El nivel de magnesio en el suelo es de 0,42 meq/100g, muy bajo. Por ello se deberá realizar una enmienda de fondo para evitar limitaciones en la producción de manzana. Además, es necesario vigilar la relación del magnesio con el calcio y el potasio.

– Sodio

El exceso de sodio intercambiable tiene efecto adverso sobre el crecimiento de plantas y estructura del suelo. Su resultado se traduce en reducción en los rendimientos de la plantación.

En la Tabla 43. se presenta la clasificación de los suelos según el contenido en sodio y la textura del suelo.

Tabla 43. Clasificación de los suelos según el contenido en sodio y la textura

Textura	Magnesio (meq/100g)				
	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
Arenosa	< 0,3	0,3 – 0,6	0,7 – 1,0	1,1 – 1,5	> 1,5
Franca	< 0,45	0,45 – 0,9	1,0 – 1,5	1,6 – 2,2	> 2,2
Arcillosa	< 0,6	0,6 – 1,2	1,2 – 2,0	2,0 – 3,0	> 3,0

El contenido de sodio en el suelo objeto de estudio es inferior a 0,1 meq/100g, muy bajo. Por ello no van a existir problemas de sodicidad en el suelo ni de fitotoxicidad en la plantación.

#### Relaciones entre los cationes de cambio

Es posible que, aunque se tenga gran cantidad de algún elemento en el suelo, el cultivo no sea capaz de asimilarlo, debido a un bloqueo de nutrientes en el complejo arcillo húmico.

- Relación  $Ca^{2+}/Mg^{2+}$  igual a 5, es la relación ideal. Si es superior a 10 es probable que ocasione una carencia inducida de  $Mg^{2+}$ . Si es inferior a 1, habrá carencia de  $Ca^{2+}$ .
- Relación  $Ca^{2+}/K^+$  debe ser aproximadamente igual a 15. Si esta relación es superior, se pueden dar casos de carencia inducida de  $K^+$ . Por el contrario, si es inferior a 15, las carencias inducidas pueden ser de  $Ca^{2+}$ .
- Relación  $K^+/Mg^{2+}$  ha de estar comprendida entre 0,2 y 0,3. En el caso de que sea superior a 0,5 existe riesgo de carencia de  $Mg^{2+}$ . Por el contrario, si dicha relación es inferior a 0,1, se aumentan las posibilidades de carencia de  $K^+$ .

#### Capacidad de intercambio catiónico

El intercambio iónico, en especial el de cationes es de gran importancia para los suelos porque condiciona aspectos como: disponibilidad de nutrientes, la reacción del suelo, los contenidos y regímenes de aire y agua, la actividad biológica, etc.

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) es una propiedad del suelo que hace referencia a la carga negativa asociada a determinados componentes y expresa la capacidad total de una masa de suelo (cambiador) para adsorber (fenómeno de superficie) de forma reversible iones de signo contrario, cationes hidratados, que compensan la carga negativa del cambiador y mantienen su electroneutralidad, en unas condiciones determinadas. Se corresponde por lo tanto a la cantidad máxima de cationes que el suelo puede fijar.

La CIC del suelo de la parcela es de 13,4 meq/100g. Para una textura franca el valor óptimo de la capacidad de intercambio catiónico es de 15 meq/100g. Este valor inferior indica una baja capacidad para retener nutrientes y que se trata de un suelo franco-arenoso y pobre en materia orgánica.

## 2.4. Conclusiones

El suelo presenta unas características físicas adecuadas para el cultivo de cualquier especie frutal, incluida el manzano. Se trata de un suelo medianamente profundo, de textura franco-arenosa y estructura migajosa. Además, cuenta con una buena permeabilidad. Por todo ello, se espera un adecuado desarrollo radicular de los árboles, sin sufrir problemas por asfixia radicular.

En cuanto a las características químicas, el suelo no va a presentar problemas en lo que respecta a la salinidad y la alcalinidad. Su bajo contenido en carbonatos y caliza activa no va a generar, casi con total seguridad, problemas de clorosis férrica en la plantación.

La parcela objeto de estudio tiene un bajo contenido en materia orgánica. Para solventar esta deficiencia orgánica se va a realizar una enmienda orgánica con estiércol antes de la plantación. De este modo se elevará el contenido de materia orgánica a niveles más adecuados.

En conclusión, el suelo de la parcela, objeto de estudio, presenta unas características edafológicas interesantes y adecuadas para el correcto cultivo del manzano.

### 3. Estudio del agua de riego

#### 3.1. Toma de muestras

El agua que se va a emplear para el riego en la finca donde se va a ubicar la plantación de manzanos proviene del Canal de Castilla. El suministro de agua proviene de una toma directa ya existente al margen derecho del cauce según la dirección de la corriente. El agua, del ramal norte del Canal de Castilla, proviene del río Pisuerga, en Alar del Rey.

La muestra se toma lo más lejos posible de la orilla, procurando no remover el fondo y evitando los remansos y zonas de estancamiento. Para tomar la muestra se sujeta el frasco por su base en posición invertida, sumergiéndolo completamente y dándole la vuelta en sentido contrario a la corriente. El volumen mínimo de muestra es de 500 ml, recogido en un recipiente de material plástico, limpio y con cierre hermético para evitar la alteración de la muestra.

La muestra se ha llevado al Laboratorio Tecnológico Agrario ITAGRA (Palencia), para su análisis.

#### 3.2. Resultado de los análisis

El análisis de la muestra se ha llevado a cabo en los laboratorios del Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario (Itagra.ct). A continuación, en la Tabla 44. se presentan los resultados del análisis efectuado.

Tabla 44. Resultado del análisis del agua de riego del Ramal Nortel del Canal de Castilla a la altura de Becerril de Campos (Palencia)

Parámetro	Resultado	Unidades	Método
pH (25°C)	8,3	-	Potenciómetro
Conductividad (25°C)	0,286	dS/m	Conductímetro
Calcio	2,01	meq/L	Absorción atómica
Magnesio	3,42	meq/L	Absorción atómica
Sodio	0,66	meq/L	Fotometría de llama
Potasio	0,11	meq/L	Fotometría de llama
Cloruros	0,81	meq/L	Potenciómetro
Sulfatos	0,09	meq/L	Turbidimetría
Carbonatos	1,35	meq/L	Volumetría
Bicarbonatos	2,63	meq/L	Volumetría
Nitratos	0,14	meq/L	Turbidimetría
Boro	1,35	mg/L	-

#### 3.3. Interpretación de los resultados

##### 3.3.1. Salinidad

La concentración de sales, cantidad total de sales disueltas en el agua de riego, se determina mediante la medida de la conductividad eléctrica. La presencia de sales disueltas en el agua modifica su extracción del terreno por las raíces de las plantas. El agua penetra en el interior de las raíces por efecto osmótico, dado que la presión

osmótica en el interior de la planta es superior a la presión exterior. En el supuesto de que el agua de riego presente una salinidad alta, la presión en el exterior de la planta puede ser superior a la presión interior, por lo que impide la correcta absorción del agua por parte de la planta. Además, determinadas sales en elevadas concentraciones pueden provocar toxicidad.

Existe una relación aproximada entre el valor de la conductividad eléctrica (CE) y la cantidad de sales. Esta relación viene determinada por la siguiente ecuación:

$$TSS (g/l) = CE (ms/cm) \cdot 0,64$$

Donde TSS representa el contenido de sales solubles presentes en el agua en gramos por litro, y CE representa la conductividad eléctrica referida a una temperatura de 25°C.

El contenido de sales solubles del agua de riego de la parcela donde se instalará la plantación es el siguiente:

$$TSS (g/l) = 0,286 \cdot 0,64 = 0,183 g/l$$

Dado que el contenido en sales solubles es de 0,183 g/l, inferior al umbral de peligrosidad (1 g/l), esta agua se podrá emplear sin problema alguno para el riego de la plantación.

### 3.3.2. pH

El agua analizada tiene un valor de pH de 8,3. Se puede considerar que es un valor de pH normal. Además, el valor de pH, a no ser que tome valores excesivamente ácidos o alcalinos, no es un parámetro muy importante en la clasificación del agua para riego.

### 3.3.3. Sodicidad

El exceso de sodio intercambiable tiene efecto adverso sobre el crecimiento de plantas y la estructura del suelo. Su resultado se traduce en reducción en los rendimientos de cultivos.

Para cuantificar la sodicidad del agua se emplea el índice RAS (Relación de Absorción de Sodio). Es un parámetro que refleja la posible influencia del ion sodio sobre las propiedades del suelo, ya que tiene efectos dispersantes sobre los coloides del suelo y afecta a la permeabilidad. Sus efectos no dependen sólo de la concentración en sodio sino también del resto de cationes. Se basa en una fórmula empírica que relaciona los contenidos de sodio, calcio y magnesio y que expresa el porcentaje de sodio de cambio en el suelo en situación de equilibrio.

El índice RAS queda definido por la siguiente fórmula:

$$RAS = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} = \frac{0,66}{\sqrt{\frac{2,01 + 3,42}{2}}} = 0,40 meq/l$$

En la Tabla 45. se presenta la clasificación del agua de riego en función del RAS.

Tabla 45. Clasificación del agua de riego en función del índice de Relación de Absorción de Sodio (RAS)

RAS (meq/l)	Sodicidad	Tipo de suelo en el que aplicar
0 – 10	Baja	Todos los suelos
10 – 18	Media	Problemas en suelos arcillosos
18 – 26	Alta	Suelos arenosos, ricos en $Ca^{2+}$ y materia orgánica
26 – 30	Muy alta	Agua no utilizable

El valor RAS del agua de riego analizada es de 0,40 meq/l, muy por debajo de los 10 meq/l., lo que indica que el agua muestreada tiene baja Sodicidad y puede ser aplicada sobre todo tipo de suelos.

La determinación del RAS considera los problemas de infiltración como resultado de un exceso de sodio en relación con el calcio y magnesio en un agua de riego, pero no toma en consideración los posibles cambios en el contenido de calcio en el agua del suelo, que pueden producirse debido a su precipitación o disolución durante o después del riego. Por ello es necesario realizar un ajuste en el cálculo de la RAS.

La relación de adsorción de sodio ajustada puede calcularse mediante la expresión:

$$RAS_{ajustada} = RAS \cdot (1 + (8,4 - pH_c))$$

El valor de  $pH_c$  se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$pH_c = (pK'_2 - pK'_c) + p \cdot (Ca^{2+} + Mg^{2+}) + p \cdot (Alk)$$

Cada sumatorio de  $pH_c$  es función de una suma de concentraciones de aniones o cationes determinada, tal y como se muestra en la Tabla 46.

Tabla 46. Se indica con una X las concentraciones de las que dependen cada uno de los sumandos de  $pH_c$

	$(pK'_2 - pK'_c)$	$p(Ca^{2+} + Mg^{2+})$	$p(Alk)$
$[Ca^{2+}]$	X	X	
$[Mg^{2+}]$	X	X	
$[Na^+]$	X		
$[CO_3^{2-}]$			X
$[HCO_3^-]$			X

En la Tabla 47. se muestran los valores de  $pK'_2$  y  $pK'_c$ , logaritmos con signo cambiado de la segunda constante de disociación del  $H_2CO_3$  y de la constante de solubilidad del  $CaCO_3$ ; el valor de  $p(Ca^{2+} + Mg^{2+})$ , logaritmo negativo de la concentración molar de  $(Ca^{2+} + Mg^{2+})$ ; y el valor de  $p(Alk)$ , logaritmo negativo de la concentración equivalente de  $(CO_3^{2-} + HCO_3^-)$ .

Tabla 47. Valores de  $pK'_2$  y  $pK'_c$ , logaritmos negativos de la segunda constante de disociación del  $H_2CO_3$  y de la constante de solubilidad del  $CaCO_3$ ,  $p(Ca^{2+} + Mg^{2+})$ , logaritmo negativo de la concentración molar de  $(Ca^{2+} + Mg^{2+})$  y  $p(Alk)$  logaritmo negativo de la concentración equivalente de  $(CO_3^{2-} + HCO_3^-)$

Suma de concentraciones (meq/L)	$(pK'_2 - pK'_c)$	$p(Ca^{2+} + Mg^{2+})$	$p(Alk)$
0,05	2,0	4,6	4,3
0,10	2,0	4,3	4,0
0,15	2,0	4,1	3,8
0,20	2,0	4,0	3,7
0,25	2,0	3,9	3,6
0,30	2,0	3,8	3,5
0,40	2,0	3,7	3,4
0,50	2,1	3,6	3,3
0,75	2,1	3,4	3,1
1,00	2,1	3,3	3,0
1,25	2,1	3,2	2,9
1,50	2,1	3,1	3,8
2,00	2,2	3,0	2,7
2,50	2,2	2,9	2,6
3,00	2,2	2,8	2,5
4,00	2,2	2,7	2,4
5,00	2,2	2,6	2,3
6,00	2,2	2,5	2,2
8,00	2,3	2,4	2,1
10,00	2,3	2,3	2,0
12,00	2,3	2,2	1,9

A partir de los datos del análisis de agua (ver Tabla 44.) se obtiene:

$$[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}] + [Na^+] = 6,09 \text{ meq/L}$$

Siendo por interpolación  $(pK'_2 - pK'_c) = 2,204$

$$[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}] = 5,43 \text{ meq/L}$$

Siendo por interpolación  $p(Ca^{2+} + Mg^{2+}) = 2,557$

$$[CO_3^{2-}] + [HCO_3^-] = 3,98 \text{ meq/L}$$

Siendo (por interpolación)  $p(Alk) = 2,402$

Retomando la fórmula del valor  $pH_c$ , se obtiene:

$$pH_c = 2,204 + 2,557 + 2,402 = 7,163$$

$$RAS_{ajustada} = RAS \cdot (1 + (8,4 - pH_c)) = 0,40 \cdot (1 + (8,4 - 7,163)) = 0,895$$

En la Tabla 48. se presenta la clasificación del agua de riego según el índice de Relación de Absorción de Sodio ajustado ( $RAS_{ajustado}$ ).

Tabla 48. Clasificación del agua de riego según el índice RAS<sub>ajustado</sub>

RAS <sub>ajustado</sub> (meq/L)	Problemas
<6	No hay problemas
6-9	Problemas medios
>9	Problemas graves

El agua de riego analizada tiene un valor RAS<sub>ajustado</sub> de 0,895, muy por debajo del mínimo sobre el que se producen problemas medios. Por ello, se trata de agua de buena calidad para el riego y su empleo no va a producir daños ni problemas de sodicidad en la plantación.

### 3.3.4. Carbonato sódico residual (Eaton)

El Carbonato de Sodio Residual (CSR o RSC en inglés) es un índice calculado para evaluar el potencial del agua de riego para inducir un suelo alcalino. Los suelos alcalinos se inundan con facilidad, impiden la penetración de las raíces y no son favorables más que para cultivo de hierbas y pastos menores.

Este índice se determina como la diferencia entre la suma de carbonato y bicarbonato por un lado, y de calcio y magnesio por el otro:

$$CSR = 3,98 - 5,43 = -1,45 \text{ meq/l}$$

Con valores de CSR por debajo de 1,25 meq/l, el agua es apto para el riego. Dado que el valor obtenido es de -1,45 meq/l, se deduce que el agua es recomendable para el riego, ya que no tiene una capacidad degradante elevada.

### 3.3.5. Dureza

La dureza de un agua se define como la concentración de carbonato cálcico que es químicamente equivalente a la concentración de cationes multivalentes, principalmente calcio y magnesio, del agua.

Para calcular la dureza del agua que se va a emplear para riego, expresada en grados hidrotimétricos franceses de dureza (°F), se emplea la siguiente expresión:

$$Dureza_{GHF} = \frac{2,5 \cdot [Ca^{2+}] + 4,12 \cdot [Mg^{2+}]}{10}$$

Aplicando los valores de la Tabla 44. a la fórmula anterior se obtiene la dureza del agua:

$$Dureza_{GHF} = \frac{2,5 \cdot 20,1 + 4,12 \cdot 34,2}{10} = 19,11 \text{ } ^\circ F$$

En la Tabla 49. se presenta la clasificación del agua de riego según su grado de dureza, atendiendo a los grados hidrotimétricos franceses.

Tabla 49. Interpretación de la dureza del agua en grados hidrotimétricos franceses (°F)

Tipo de agua	Grados hidrotimétricos franceses
Muy blanda	< 7
Dulce	7 - 14

Tipo de agua	Grados hidrotimétricos franceses
Medianamente blanda	14 – 22
Medianamente dura	22 – 32
Dura	32 – 54
Muy dura	> 54

El agua presenta una dureza de 19,11°F, dentro del intervalo de 14 a 22°F, por lo que se clasifica como agua medianamente blanda.

### 3.3.6. Norma Riverside de clasificación del agua de riego

La Norma Riverside utiliza dos índices, la conductividad eléctrica a 25°C (CE) y la relación de adsorción de sodio (SAR) para establecer los peligros de salinidad y sodicidad respectivamente, asociados al empleo de las aguas para riego.

Las aguas se dividen en cuatro clases con respecto a su conductividad, siendo los límites de división entre dichas clases, 250, 750 y 2.250  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y otras cuatro clases con respecto a su sodicidad, basadas principalmente en el efecto que tiene el sodio intercambiable sobre la condición física del suelo. La combinación de estos índices, CE y SAR, permite establecer diferentes tipos de aguas, quedando identificada cada una de ellas por las iniciales de cada uno de los índices y un subíndice numérico, que varía entre 1 y 4. A medida que aumenta el valor de los subíndices, disminuye la calidad del agua para riego.

En la Figura 9. se presenta el gráfico que define el agua de riego según la Norma Riverside.

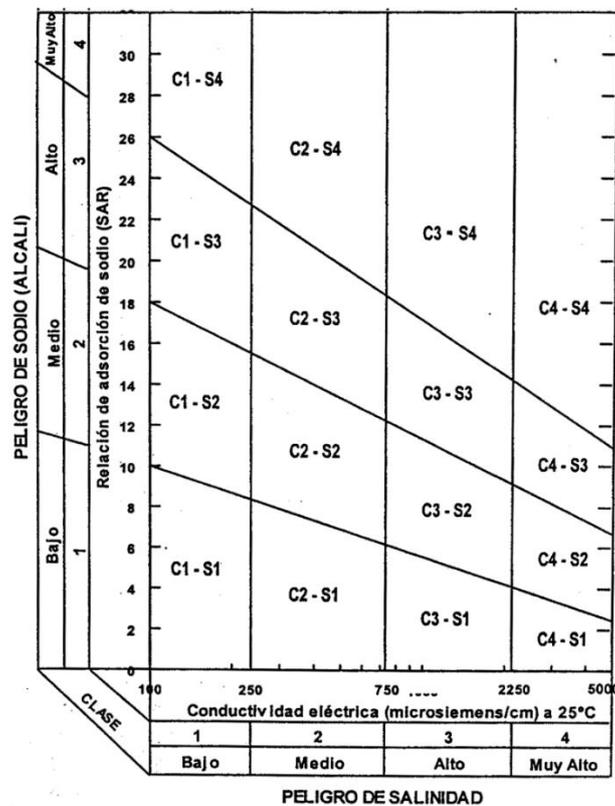


Figura 9. Norma Riverside para la evaluación de la calidad del agua de riego

Según la clasificación de las aguas de la Norma Riverside, el agua de riego objeto de estudio queda incluida dentro de los grupos C2 – S1, es decir, sería un agua de salinidad media y con bajo contenido en sodio. Siendo:

- C2. Agua de salinidad media, apta para el riego. En ciertos casos puede ser necesario emplear volúmenes de agua en exceso y utilizar cultivos tolerantes a la salinidad.
- S1. Agua con bajo contenido en sodio, apta para el riego en la mayoría de los casos. Sin embargo, pueden presentarse problemas con cultivos muy sensibles al sodio.

### **3.4. Conclusiones**

Tras el análisis del agua de riego, se puede concluir que no va a presentar ningún tipo de problema a la hora de su empleo en las distintas actividades del proceso productivo de la plantación, tanto para el riego como para otras necesidades que quedan recogidas en este proyecto.

No obstante, aunque el agua de riego tiene una dureza muy baja, con el fin de evitar la posible obturación de éstos, se recomienda realizar una revisión y limpieza periódica de los emisores.

## 4. Estudio de mercado

### 4.1. Situación del cultivo y producción del manzano a nivel mundial

La manzana es una de las frutas más conocidas y extendidas en todo el mundo. Entre los motivos de esta amplia difusión se encuentra su fácil adaptación a diferentes climas y suelos, su valor alimenticio y la diversidad de productos que se de ella obtienen.

En el año 2016 se produjeron en todo el mundo aproximadamente 635 millones de fruta fresca, en los que 89,3 millones de toneladas corresponden a manzanas. Esto representa el 12% de la producción total de fruta. Así pues, las manzanas son la fruta dulce más importante, abarcando una superficie mundial de cultivo de 5.293.340 ha. En cuanto a producción, de cerca la siguen las uvas para vinificación, con 77 millones de toneladas y las naranjas, con 73 millones de toneladas.

En la Figura 10. se muestra la evolución en la producción mundial de manzana de las últimas diez campañas.

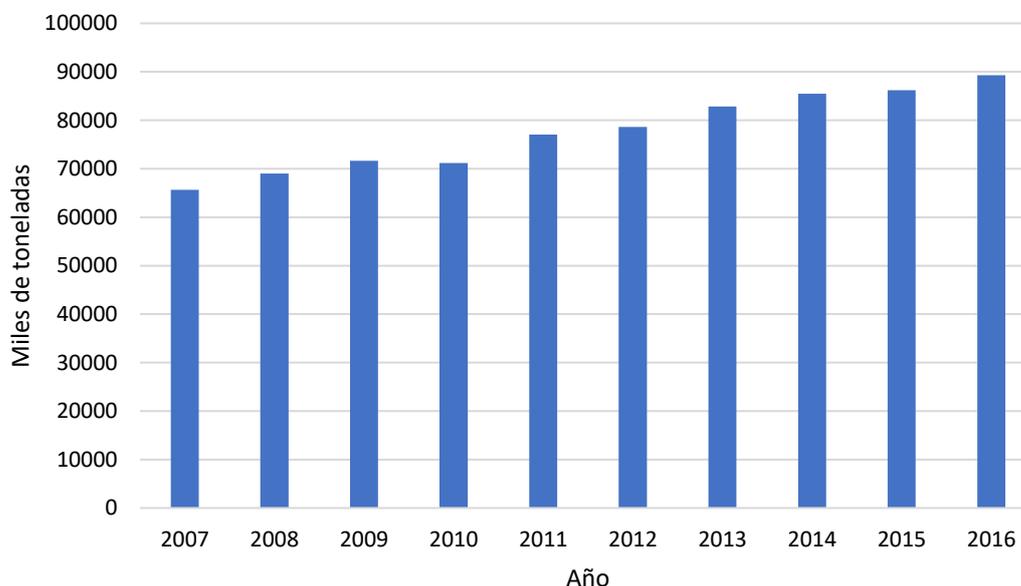


Figura 10. Evolución de la producción mundial de manzana desde el 2007 hasta el 2016 (FAOSTAT)

Como puede observarse en la gráfica, el mercado mundial de manzanas ha crecido casi en 21 millones de toneladas en los últimos diez años, hasta alcanzar una cifra de 89,3 millones de toneladas. De esta producción total, alrededor del 10% se comercializa internacionalmente.

En la Figura 11. se desglosa la producción mundial de la última campaña (2016) para los diez países con mayor producción de manzana.

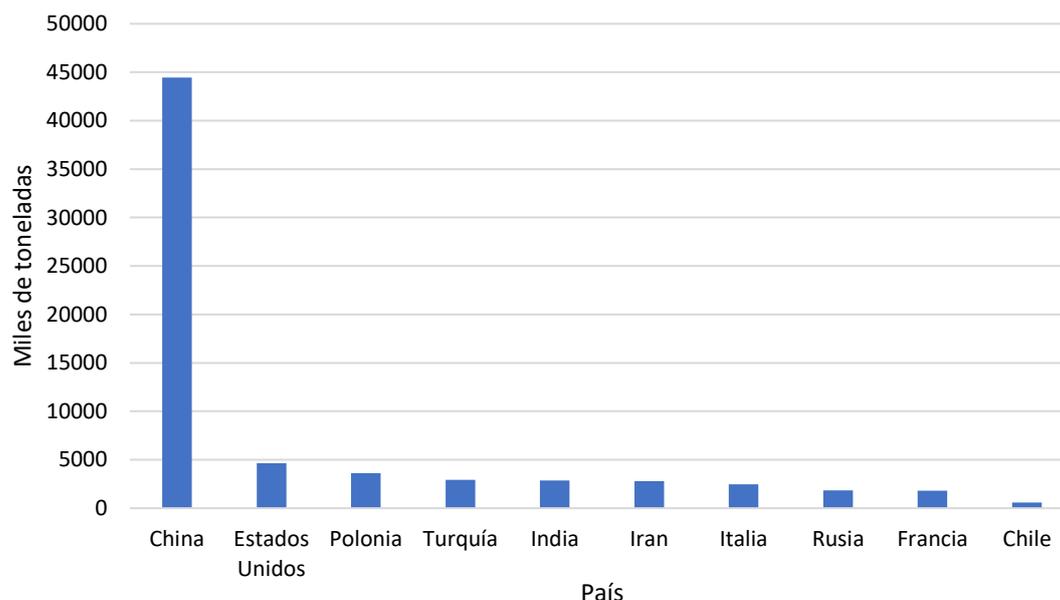


Figura 11. Producción mundial de los 10 primeros productores de manzana en miles de toneladas (Campaña 2016, FAOSTAT)

La producción mundial de manzana está dominada por China. El 49% de la producción del mundo, entorno a 44 millones de toneladas, proceden de China. A una distancia considerable se encuentra Estados Unidos, con una producción que roza los 5 millones de toneladas, en segunda posición. Con una cuota del 4% está Polonia, seguido por Turquía e India, con un gran potencial de crecimiento. España ocupa actualmente el puesto número 22, con una cuota del 0,66% y una producción de 593.000 toneladas de manzana.

En la Tabla 50. se presenta la producción, exportación e importación de los primeros países en cada categoría a nivel mundial.

Tabla 50. Producción, cantidad exportada e importada de manzana, en miles de toneladas, a nivel mundial. (Campaña 2016, FAOSTAT)

Producción		Exportación		Importación	
China	44449	Polonia	1205	Rusia	1352
EEUU	4649	China	1035	Alemania	658
Polonia	3604	Estados Unidos	890	Reino Unido	480
Turquía	2926	Chile	833	Países Bajos	331
India	2872	Italia	788	China	301
Iran	2799	Francia	543	Méjico	275
Italia	2456	Sudáfrica	482	<b>España</b>	240
Rusia	1844	Nueva Zelanda	322	Francia	239
Francia	1820	Países Bajos	273	Cañada	234
Chile	1759	Bélgica	202	Estados Unidos	199
Uzbekistan	1120	República de Moldova	194	India	194
Ukrania	1099	Argentina	164	Arabia Saudita	189
Brasil	1049	Turquía	126	Bielorrusia	180
Alemania	1033	Bielorrusia	118	Emiratos Árabes Unidos	173

Producción		Exportación		Importación	
Argentina	968	Serbia	116	Egipto	161
Sudáfrica	918	<b>España</b>	113	Bélgica	160

La Unión Europea es el principal exportador de manzana a nivel mundial dado que de los 8 millones (aproximadamente) de toneladas que se exportan anualmente, el 38% procede de países pertenecientes a la Unión Europea. Atendiendo individualmente a los países, son Polonia, China, Estados Unidos, Chile e Italia los principales exportadores.

En cuanto a la importación, el país más deficitario en manzana es Rusia, seguido de Alemania, Reino Unido, Países Bajos y China. España, que ocupa el séptimo puesto en importación, importa más producto del que exporta, siendo así un país deficitario en de manzana.

#### 4.2. Situación del cultivo y producción del manzano en la Unión Europea

La manzana es la fruta más abundante en la Unión Europea con una superficie de 532.471 ha en el año 2016 y con una producción de alrededor de 12,59 millones de toneladas. Los principales países productores son: Polonia, Italia, Francia, Alemania y España.

En la Figura 12. se muestra la producción de manzana de los diez países más productores de dicho fruto en la Unión Europea con el área de cultivo destinada al mismo.

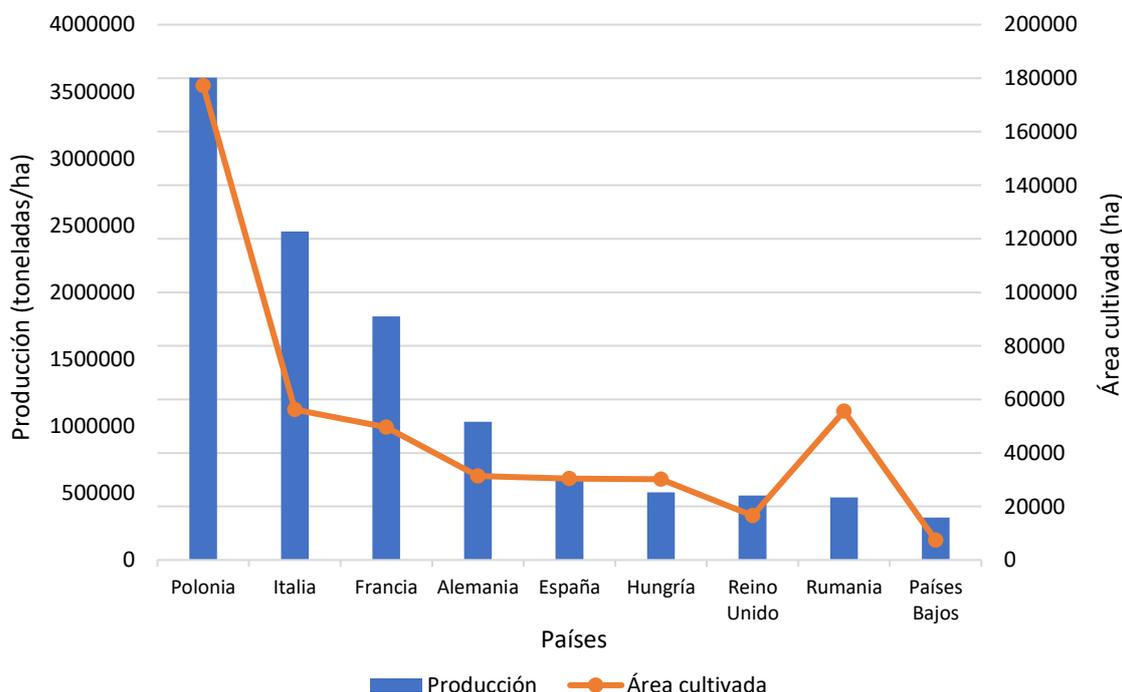


Figura 12. Producción y área cultivada en la Unión Europea de los 10 primeros productores de manzana en miles de toneladas (Campaña 2016, EUROSTAT)

El principal productor de manzana en la Unión Europea en el año 2016 es Polonia, con una cuota de producción en el contexto europeo del 28,63%, seguido de

Italia, con una producción del 19,50%, y Francia, al 14,45%. España ocupa el quinto puesto, con una producción de 593.000 toneladas de manzana y una cuota europea del 4,71%.

Cabe destacar que, debido a las condiciones meteorológicas de la campaña de 2017, la cosecha de manzanas está en su nivel más bajo desde 2007. Con una disminución del 20%, la cosecha total es de 10 millones de toneladas. Una floración temprana en mayo, las heladas en abril y el calor en julio presionaron los volúmenes y la calidad. Las consecuencias son particularmente malas en Polonia e Italia.

La tendencia en la producción de manzanas en Europa es a la alza, sobre todo en los países del sur, que además son los principales exportadores de la Unión Europea.

En la Tabla 51 se presenta la evolución de la producción de manzana, según variedad, en la Unión Europea para el periodo 2010-2014.

Tabla 51. Evolución de la producción de cada variedad de manzana, en miles de toneladas, y cuota de producción de cada variedad para el período 2010-2014 en la Unión Europea (WAPA)

<b>Variedad</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>Cuota</b>
Golde Delicious	2.413	2.628	2.286	2.535	2.677	21,30%
Gala	989	1.137	1.111	1.204	1.328	10,57%
Idared	619	692	986	1.069	1.192	9,48%
Jonagold/Jonagored	724	846	568	841	1.135	9,03%
Red Delicious	663	680	541	597	675	5,37%
Shampion	257	327	423	457	494	3,93%
Elstar	362	453	353	346	431	3,43%
Granny Smith	342	413	302	361	383	3,05%
Braeburn	289	324	264	302	321	2,55%
Fuji	251	261	212	311	321	2,55%
Cripps Pink	160	184	144	187	249	1,98%
Resto de variedades	2.671	2.801	2.905	2.719	3.362	26,75%
<b>Total</b>	<b>9.740</b>	<b>10.746</b>	<b>10.095</b>	<b>10.929</b>	<b>12.568</b>	<b>100,00%</b>

En la Unión existen 25 variedades de manzana con una producción superior a las 10.000 toneladas. Entre ellas, destacan las variedades Golden Delicious (21,30%), Gala (10,57%), Idared (9,48%) y Jonagold (9,03%), siendo las variedades más producidas en Europa.

### 4.3. Situación del cultivo y producción del manzano en España

La manzana es la especie de fruta dulce en cuanto a producción en España, después del melocotón, más importante en la producción nacional. Actualmente, España es un país con una producción significativa, con Cataluña a la cabeza, siendo Lleida su provincia más representativa, en cuanto a plantación y producción se refiere.

En la Tabla 52. se presenta la producción de manzana en España por provincias, así como la cuota equivalente de la producción total.

Tabla 52. Producción de manzana en miles de toneladas y cuota de producción por provincias de España en el año 2017 (MAPAMA)

	Provincia	Prod.	Cuota		Provincia	Prod.	Cuota
1	Lleida	194,9	33,2%	26	Castellón	0,8	0,1%
2	Girona	79,3	13,5%	27	Teruel	0,7	0,1%
3	Zaragoza	67,4	11,5%	28	Álava	0,6	0,1%
4	A Coruña	41,5	7,1%	29	Burgos	0,5	0,1%
5	Lugo	27,8	4,7%	30	Málaga	0,5	0,1%
6	Huesca	21,5	3,7%	31	Jaén	0,5	0,1%
7	Pontevedra	20,4	3,5%	32	Albacete	0,4	0,1%
8	Soria	20,0	3,4%	33	Islas Baleares	0,3	0,1%
9	Asturias	19,9	3,4%	34	Palencia	0,3	0,1%
10	Guipúzcoa	17,1	2,9%	35	Badajoz	0,3	0,1%
11	Ourense	17,1	2,9%	36	Huelva	0,2	0,0%
12	Navarra	12,3	2,1%	37	Cuenca	0,2	0,0%
13	La Rioja	9,5	1,6%	38	Madrid	0,2	0,0%
14	Alicante	8,0	1,4%	39	Ávila	0,2	0,0%
15	Granada	5,7	1,0%	40	Almería	0,2	0,0%
16	Zamora	4,8	0,8%	41	Sevilla	0,1	0,0%
17	Vizcaya	2,9	0,5%	42	Cáceres	0,1	0,0%
18	Murcia	2,1	0,4%	43	Valencia	0,1	0,0%
19	Las Palmas	1,7	0,3%	44	Guadalajara	0,1	0,0%
20	Barcelona	1,3	0,2%	45	Toledo	0,1	0,0%
21	Tarragona	1,3	0,2%	46	Cantabria	0,0	0,0%
22	Córdoba	1,3	0,2%	47	Cádiz	0,0	0,0%
23	Ciudad Real	1,2	0,2%	48	Segovia	0,0	0,0%
24	S.C. de Tenerife	1,0	0,2%	49	Salamanca	0,0	0,0%
25	León	0,8	0,1%	50	Valladolid	0,0	0,0%

Cataluña es la región con mayor producción de manzana, alcanzando el 47,15% de la producción total de España. Le sigue Aragón, Castilla y León y País Vasco. En conjunto, las zonas productoras del valle del Ebro (Cataluña, Aragón y La Rioja) concentran el 64,04% de la producción de manzanos.

El manzano se ha localizado mayoritariamente en zonas de llanura, principalmente del Valle del Ebro, siendo Catalunya y Aragón las más importantes. Las principales zonas de producción se caracterizan por elevadas temperaturas y baja humedad ambiental en el período estival, a las que la mayoría de variedades presentan una deficiente adaptación. Ello se traduce en una deficiente coloración en el caso de variedades como 'Gala', 'Delicious' o 'Fuji', mientras que en las del grupo 'Golden' la falta de firmeza constituye una limitación, como también lo son las pérdidas de cosecha por golpes de sol en 'Fuji' o 'Granny Smith'. Dichos factores limitantes han ocasionado en las dos últimas décadas una pérdida importante de competitividad frente a las importaciones de países con climas más apropiados como Francia o Italia (hemisferio norte), Chile, Brasil o Nueva Zelanda (hemisferio sur) que alcanzaron en los últimos años las 240.000 t. Esta importante pérdida de producción de manzana se ha visto compensada por el incremento de las especies de hueso y en particular del melocotonero que en los últimos 20 años ha duplicado las producciones, provocando

desajustes estructurales que se han traducido en crisis recurrentes de precios a lo largo del período 2014-2017.

Ante esta situación se entrevé como necesario la necesidad de equilibrar la producción con especies que fueron muy importantes en España en el pasado. En el caso del manzano la cada vez mayor disponibilidad de variedades de mejor coloración, la mejora de la tecnología de producción (mecanización de las plantaciones, cobertura con mallas antigranizo, etc.) y su reubicación en zonas geográficas más favorables como las de montaña, conferirá una mayor competitividad a esta especie de la que nuestro país es altamente deficitario.

España produce actualmente el 3,5% de la manzana de la Unión Europea. En total, España cuenta con aproximadamente 30.500 hectáreas plantadas de manzanos, muchas de las cuales no se pueden considerar como plantaciones comerciales ya que la media de producción es muy baja, en la Tabla 53. se muestra la evolución de los kg de los últimos años y también la tendencia varietal.

Tabla 53. Producción española por año y variedad en miles de toneladas y cuota de producción de cada variedad para el periodo 2006-2017 (WAPA)

	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	%
<b>Grupo Fuji</b>	19	24	21	19	18	11	16	17	12	16	17	9	9%
<b>Grupo Gala</b>	25	19	13	14	8	7	12	14	10	13	17	7	12%
<b>Grupo Golden</b>	126	157	122	150	129	100	145	143	112	140	125	120	59%
<b>Granny Smith</b>	10	9	9	9	10	8	8	7	7	7	8	6	5%
<b>Red Delicious</b>	20	17	17	16	13	10	16	17	15	29	23	22	9%
<b>Otras</b>	14	11	11	11	10	8	11	9	8	9	8	7	7%
<b>Total</b>	214	237	193	219	188	144	208	207	164	214	198	171	100%

A nivel nacional es importante destacar que el 27,03% del total de la superficie plantada de manzano se destina a la industria de la sidra y el restante (72,97%) se destina a la producción de fruta para venta en fresco (conocida como manzana de mesa). La variedad mayoritaria producida en España es el grupo Golden con una cuota de producción del 61%, seguida bastante por detrás de la variedad Granny Smith y Grupo Fuji con una producción del 10% y 9% respectivamente.

La evolución de la producción total a lo largo del período 2002-2017 muestra una tendencia decreciente hasta el año 2013 para después incrementar ligeramente y mantenerse constante hasta el 2017. Esta evolución si se analiza por grupos varietales es similar, destacando los grupos 'Gala' y 'Golden' que se mantienen en los últimos años mientras que el grupo 'Red Delicious' sigue disminuyendo.

En todos los grupos varietales (variedades rojas y bicolors) se ha mejorado progresivamente la estructura varietal por la aparición de variedades que mejoran a las existentes en lo referido a la coloración de los frutos como es el caso de 'Gala', 'Red Delicious' y 'Fuji'. También se han introducido nuevas variedades que han complementado el calendario existente, aunque han sido muy pocas las que han tenido una importancia significativa, destacando únicamente 'Pink Lady' y más reciente 'Story', variedad resistente al moteado y de alta coloración.

En España el 94% de la producción lo constituyen variedades tradicionales como 'Golden', 'Gala', 'Delicious', 'Fuji' (y sus mutantes respectivos), 'Granny Smith' y 'Reineta'.

De las nuevas variedades tan solo 'Pink Lady' y más recientemente 'Story' han tenido una importancia relativa en el sector productor.

En la Tabla 54. se muestra la cantidad de manzana importada y exportada en España en el año 2017.

Tabla 54. Toneladas de manzana importada a España y exportada de España en el 2017

	Importación	Exportación
Alemania	1.013	2.245
Austria	1.484	142
Bélgica	3.518	505
Bulgaria	0	92
Chipre	0	0
Croacia	0	4
Dinamarca	0	422
Eslovaquia	75	9
Eslovenia	0	0
Estonia	0	411
Finlandia	0	23
Francia	64.361	29.340
Grecia	23	72
Hungría	3	27
Irlanda	0	686
Italia	73.838	6.895
Letonia	0	48
Lituania	0	58
Luxemburgo	0	1
Malta	0	10
Países bajos	1.728	4.766
Polonia	2.913	330
Portugal	28.532	17.734
Reino unido	0	6.237
Rep. Checa	0	310
Rumanía	1	102
Suecia	0	2.794
<b>Total UE-27</b>	<b>177.489</b>	<b>73.263</b>
<b>Resto del mundo</b>	<b>14.340</b>	<b>49.823</b>
<b>Total</b>	<b>191.829</b>	<b>123.086</b>

Atendiendo a estos datos, el principal importador de manzana de España es Italia, seguido de cerca por Francia. Mientras que la importación de manzana española se va a Francia, seguido de Portugal, Italia y Reino Unido.

Para analizar la evolución de la importación y exportación en España véase la Figura 13.

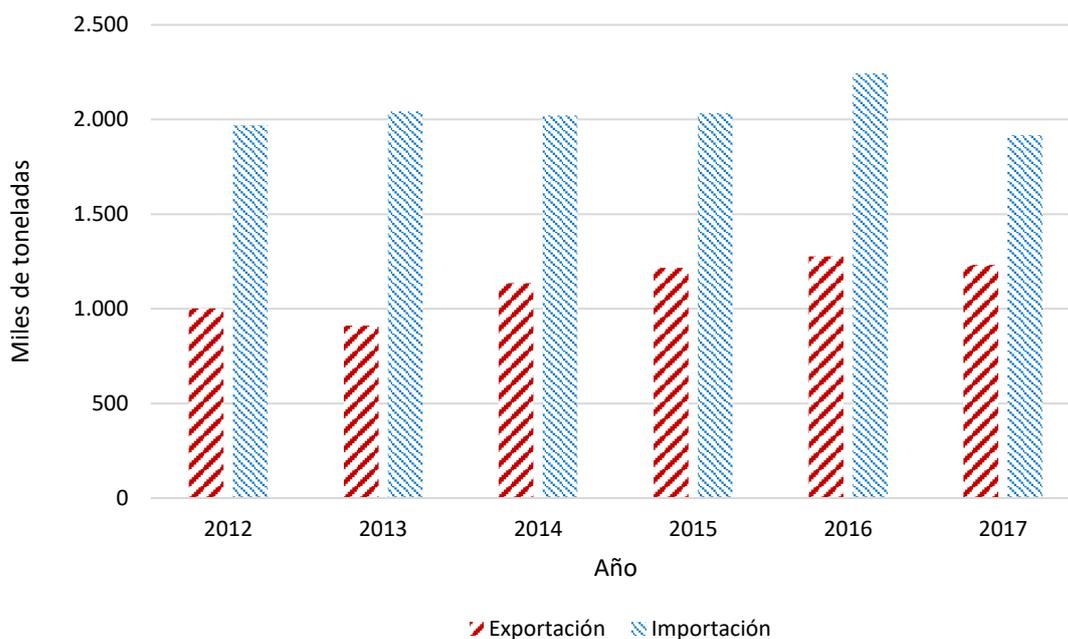


Figura 13. Evolución de las exportaciones e importaciones en España del 2012 al 2017

La tendencia de la exportación en España es al alza, exceptuando el año 2017 debido a la mala cosecha causada por las condiciones climatológicas (periodo de heladas tardías y sequía). La importación tiene una leve tendencia también al alza, pero en menor medida a las exportaciones. También, al igual que la exportación, en 2017 sufre un descenso por las bajas producciones generalizadas en toda Europa.

#### 4.4. Situación del cultivo y producción del manzano en Castilla y León

En el año 2017, Castilla y León cuenta con una superficie frutícola de 7.205 ha. Las provincias que más superficie tienen de la Comunidad, son Salamanca (1.536 ha), Ávila (1.266 ha), León (1.177 ha) y Burgos (1.165 ha), ya que entre las cuatro superan el 70% de la superficie dedicada a frutales en la región. Las principales zonas de cultivo son: El Bierzo en León, Valle de las Caderechas en Burgos, Valle de Tiétar en Ávila, El Burgo de Osma y Ágreda en Soria, Sierra de Francia y Arribes del Duero en Salamanca, la Vega de Toro y Valles de Benavente en Zamora. En general, salvo contadas excepciones, los cultivos se llevan a cabo en parcelas pequeñas, aunque hay plantaciones modernas totalmente tecnificadas. Los principales cultivos frutícolas de Castilla y León son manzanas, peras y cerezas.

Las plantaciones de manzanos, ocupan el 59% de la superficie frutícola de Castilla y León. El manzano, ha tenido un descenso de la superficie desde el año 2000 debido a que muchas de esas plantaciones no tenían un fin empresarial sino más bien un aprovechamiento familiar y de autoconsumo. Sin embargo, el cambio que se ha producido es hacia una explotación más profesional y rentable, y desde 2007 se aprecia una recuperación, debido fundamentalmente, a la inversión realizada por una Sociedad Agraria de Transformación en la provincia de Soria.

El consumo per capita de manzana, en Castilla y León, en el periodo de diciembre de 2016 a noviembre de 2017, fue de 13,86 kg, un 26,3% más que la media española.

En Castilla y León, están reconocidas 6 Organizaciones de Productores de Frutas. La calidad de las producciones de fruta, debido a unas características especiales de clima y suelo, les ha permitido amparar sus frutos con figuras de calidad como la Denominación de Origen Protegida Manzana Reineta del Bierzo, Marca de Garantía Pera conferencia del Bierzo, Marca de Garantía Cereza de Las Caderechas, Marca de Garantía Manzana reineta de Las Caderechas y Marca de Garantía Cereza de la Sierra de Francia. Es en esta diferencia, por su calidad, donde el sector debe potenciar su crecimiento de mercado, y explotar esta fortaleza para asegurar su futuro.

#### **4.5. Conclusión**

Atendiendo a los aspectos estudiados en el presente estudio de mercado se concluye, desde el punto de vista comercial, la plantación diseñada será viable dado que el consumo de manzana en fresco está a la orden del día, las exportaciones mantienen una buena tendencia al alza y la superficie dedicada al cultivo de manzana cada vez es menor. Además, la ubicación donde se llevará a cabo la plantación dispone de características interesantes para el futuro producto, como es la altitud. Esta dotará a la manzana de alta calidad, dureza y correcta coloración, características de buena aceptación en el mercado.

## 5. Reglamento de Producción Integrada en Castilla y León

La Producción Integrada es un método para obtener productos diferenciados y certificados, garantizando al consumidor la calidad y seguridad alimentaria que demanda, mediante la utilización racional de los medios de producción (suelo, agua y fitosanitarios) en todas las fases del producto. Por tanto, trata de compatibilizar la rentabilidad de los cultivos, la protección del medio ambiente y la satisfacción de las exigencias del consumidor.

En Castilla y León la Producción Integrada viene desarrollada por el Decreto 208/2000, de 5 de octubre, que regula la Producción Integrada de productos agrícolas en Castilla y León ("B.O.C. y L." n.º 198, de 11 de octubre), el Real Decreto 1201 de 20 de noviembre de 2002 por el que se regula la producción integrada de los productos agrícolas ("B.O.E." n.º 287, de 30 de noviembre), la Orden de la Consejería de Agricultura y Ganadería de 26 de marzo de 2001 por la que se regula el funcionamiento del Registro de Productores y Operadores de Producción Integrada en Castilla y León ("B.O.C. y L." n.º 69, de 5 de abril) y la Orden de la Consejería de Agricultura y Ganadería de 30 de julio de 2002 por la que se establece el procedimiento para la concesión de autorizaciones para la utilización de la identificación de garantía "Producción Integrada de Castilla y León" ("B.O.C. y L." n.º 154, de 9 de agosto) que desarrollan diversos aspectos relacionados con la misma, además de los requisitos que se establezcan para cada cultivo en el correspondiente Reglamento Técnico Específico de Producción.

El Reglamento Técnico Específico de los Frutales de Pepita se publicó con fecha 27 de diciembre de 2002. Posteriormente el Reglamento ha sido modificado puntualmente, en 2017, por la necesidad de adaptar las diversas sustancias activas permitidas, su modo de acción, comportamiento en suelo, modo de empleo y control de sus residuos.

En consecuencia procede publicar un nuevo Reglamento Técnico Específico de Producción Integrada de Frutales de Pepita que refunda todas las actualizaciones anteriores, actualizándolo para incentivar la Producción Integrada, realizando algunas modificaciones atendiendo a las necesidades del sector, a efectos de facilitar una rápida actualización de las materias activas, así como de los apartados que componen el Reglamento Técnico, dejando sin efecto la Resolución de 11 de mayo de 2015 de la Dirección General de Producción Agropecuaria y Desarrollo Rural.

Siendo competente el Director General de Producción Agropecuaria e Infraestructuras Agrarias para dictar la presente Resolución según lo dispuesto en el artículo 13 del Decreto 208/2000, de 5 de octubre ("B.O.C. y L." n.º 198), por el que se regula la Producción Integrada de productos agrícolas en Castilla y León.

A continuación, se muestran los anexos correspondientes al nuevo Reglamento Técnico Específico de Producción Integrada de frutales de pepita, en concreto para el manzano, en Castilla y León, del año 2017.

### Preparación del terreno

- Antes de proceder a la plantación es necesario examinar el perfil del suelo, efectuar el muestreo, analizar las muestras de suelo obtenidas y proceder a corregir los posibles desequilibrios mediante enmiendas previas.
- Siempre que sea necesario se adoptarán medidas de conservación del suelo.

- Prohibición de la desinfección química del suelo.
- Se preferirán emplazamientos de suelos con una profundidad adecuada para el equilibrio de los árboles, bien drenados y de textura media.
- Siempre que sea posible, la disposición de las hileras será tal que se minimice la erosión del suelo.
- En caso de replantaciones, se recomienda desinfectar el suelo mediante la técnica de solarización.

### **Material vegetal**

- Se admiten las variedades y portainjertos existentes en las plantaciones actuales.
- En las plantaciones nuevas se escogerán las variedades y portainjertos más adecuados a la zona de cultivo. Se utilizará material vegetal certificado que irá siempre acompañado del correspondiente Pasaporte Fitosanitario.
- En las nuevas plantaciones, se recomiendan las variedades siguientes:
  - Variedades recomendadas en plantaciones de manzanos: grupo Reinetas, grupo Golden, grupo Red Delicious, grupo Gala, grupo Granny Smith, grupo Fuji.
  - Variedades polinizadoras recomendadas en plantaciones de manzanos: grupo Red Delicious, grupo Granny Smith, Belleza de Roma.

### **Plantación**

- Los polinizadores se tendrán que distribuir uniformemente y en cantidad suficiente. En casos de hileras enteras se establece un mínimo del 20% de polinizadores para manzano.
- Cuando se establezca otra distribución, la distancia entre polinizadores (tanto si se utilizan pies enteros como ramas injertadas de la variedad polinizante sobre la principal) no superará los 18 metros.
- La distancia entre árboles debe permitir a la combinación variedad-portainjerto escogida, asegurar que cada árbol disponga de suficiente espacio durante su vida productiva, sin necesidad de realizar podas severas.
- Se recomienda la utilización de agentes polinizantes (abejas, atrayentes, etc.).
- Las hileras de la plantación se orientarán, si es posible, de norte a sur, para obtener frutos de maduración y coloración uniformes.
- La utilización de polinizadores en peral, en proporción adecuada a la variedad principal de la plantación.

### **Podas y aclareo**

- El árbol debe ser conducido y podado de forma que se consiga una plantación uniforme, un equilibrio entre la vegetación y la producción y a la vez que permita la suficiente penetración de luz y de los productos de defensa sanitaria aplicados.
- El equilibrio de los árboles deberá controlarse con medidas culturales, fertilización, suministro adecuado de agua o regulación del número de frutos cuajados por árbol.

- Únicamente se admitirán fitorreguladores según las especificaciones y restricciones de la Tabla 55 y Tabla 56 para los siguientes usos:
  - Aclareo anticaída.
  - Russeting (salvo en variedades en que no constituya característica típica).
  - Cuajado del fruto.
  - Crecimiento del árbol.
- Prohibición para utilizar productos de síntesis mejorantes del color o agentes de maduración.
- Aplicar un sistema de aclareo de frutos cuando sea necesario.
- En árboles de vigor medio-alto se realizará una poda de verano en junio, y si es necesario, se repetirá la operación a principios de agosto, para eliminar o recortar los brotes del año más vigorosos.

Tabla 55. Materias activas de fitorreguladores de crecimiento que se pueden emplear en producción integrada de manzana

Admitidas	Indicación
Diclorprop-P.	Anticaída
6-Benziladenina	Aclareo
Metamitrona	Aclareo
A.N.A.+ N.A.D., A.N.A.	Aclareo y anticaída Solo en parcelas con patrones vigorosos cuando no se ha podido controlar el vigor por otros medios culturales; o con problemas de cuajado por exceso de vigor.
Paclobutrazol	Dos aplicaciones como máximo al año hasta alcanzar el equilibrio vegetativo, y siempre bajo supervisión técnica. En variedades de vigor medio-alto, aplicar al suelo.
Ga 4 + Ga 7 + 6-Benziladenina	Cuajado
Prohexadiona De Calcio	Regulador de crecimiento en plantaciones vigorosas

Tabla 56. Materias activas de fitorreguladores que se pueden emplear en producción integrada de manzanas para la prevención de la fisiopatía de russeting en Golden Delicious

Materias activas
Ga 4 + 7
6-Benziladenina
Azufre + Boro + Silicoaluminatos

### Fertilización

- Se realizará un análisis de suelo por UHC (Unidad Homogénea de Cultivo: superficie de terreno que presenta características similares respecto al tipo de suelo, sistema de riego y variedad, en la que se aplican operaciones culturales similares, así como los mismos tratamientos fitosanitarios) cada 4 años. Si el análisis de suelo no se ha

realizado nunca será necesario efectuar un análisis físico - químico en el primer año de aplicación de las normas de Producción Integrada.

- Se establecerá un Plan de Abonado considerando los resultados de los análisis citados, la composición del agua de riego, los rendimientos, la edad de la plantación, la calidad del fruto, un examen visual del comportamiento de la plantación, el sistema de manejo de la plantación y el tipo de suelo.
- Se establece un máximo de aportaciones nitrogenadas, así como de fósforo, potasio y magnesio, en Unidades Fertilizantes por hectárea y año, según la Tabla 57.
- Se fraccionará el abonado nitrogenado y se escogerá el tipo de abono más oportuno en función del manejo del agua de riego, de la pluviometría, del tipo de suelo, de la época del año y de la problemática específica de la plantación.
- Se tendrá especial cuidado en el mantenimiento de niveles adecuados de Calcio y Boro en el suelo, realizándose aplicaciones foliares de calcio y boro para prevenir las fisiopatías relacionadas con ambos elementos.
- Se realizarán las enmiendas necesarias para mantener el pH del suelo en un rango comprendido entre 5.5 y 7.5.
- Los materiales con valor fertilizante aportados al suelo no superarán los límites establecidos de metales pesados ni estarán contaminados por microorganismos patógenos.
- Quedan prohibidas las aportaciones al suelo de quelatos u otras formulaciones de micronutrientes salvo en situaciones y supuestos imprescindibles cuando los análisis o la experiencia contrastada demuestren que son imprescindibles para una adecuada producción.
- Se utilizarán preferentemente los abonos nitrogenados de liberación lenta frente a los abonos en forma amoniacal, y éstos sobre los abonos en forma nítrica.
- Las aplicaciones de abonos foliares serán las mínimas y sólo se utilizarán cuando esté plenamente justificado como consecuencia de los análisis de hoja o fruto, carencias manifiestas o problemas nutritivos o de calidad en años anteriores.
- En la zona del Bierzo (León) se realizarán anualmente al menos 6 aplicaciones foliares de calcio y 2 de boro.
- Se recomienda el aporte de materia orgánica cuando su contenido en el suelo sea inferior al 1 %.
- Se efectuará un seguimiento anual del estado nutritivo de la plantación mediante análisis foliares o de frutos.

Tabla 57. Aportaciones máximas de nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio<sup>1</sup>

<b>Especie frutal</b>	<b>UF Nitrógeno (N)</b>	<b>UF Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)</b>	<b>UF Potasio (K<sub>2</sub>O)</b>	<b>UF Magnesio (MgO)</b>
Manzano	120	50	140	40
Peral	120	50	140	40
Otras Especies	100	50	140	40

<sup>1</sup> No se contabilizarán Unidades Fertilizantes de MgO aplicadas en enmiendas correctoras.

### Manejo de la cubierta vegetal del suelo

- El espacio entre hileras será ocupado por la cubierta vegetal, bien sea de flora espontánea o bien sembrada; salvo que haya grave riesgo de infección de moteado o de helada, en cuyo caso se utilizará el laboreo superficial en la calle para romper la cubierta vegetal.
- En el supuesto de que se utilicen herbicidas, la aplicación se hará en el momento de máxima sensibilidad y a las dosis mínimas.
- La zona sin cubierta vegetal supondrá menos del 30% de toda la superficie, con una anchura máxima de 1 metro bajo los árboles.
- Queda prohibida la utilización de materias activas no incluidas en la Tabla 58.
- Se puede realizar un control de la cubierta vegetal existente bajo los árboles de la hilera. A este efecto se utilizarán preferentemente métodos culturales como el acolchado, mecánicos como la siega, o bien alguna de las materias activas de herbicidas que figuran en la Tabla 58.

Tabla 58. Materias activas de herbicidas que se pueden emplear en producción integrada de frutales de pepita

Materia Activa	Forma De Empleo
Fluroxipir	Postemergencia
Glifosato	Postemergencia
Glufosinato	Postemergencia
Isoxaben	Preemergencia y Postemergencia
Orizalina	Preemergencia
Oxifluorfen	Pre y Postemergencia Temprana
Pendimetalina	Preemergencia
Carfentrazona- Etil	Postemergencia
Sulfosato	Postemergencia
Formulaciones de Glifosato + Diflufenican	Pre y Postemergencia Temprana
Formulaciones de Glifosato + Mcpa	Postemergencia
Formulaciones de Glifosato + Piraflufen-Etil	Postemergencia

### Riego

- El agua para el riego se utilizará con criterios de máxima eficiencia y según las necesidades mínimas y el balance hídrico en cada momento. A tal efecto se ajustarán las dosis y los riegos a las necesidades de los cultivos y el agua se distribuirá uniformemente en las parcelas con limitación de las pérdidas que se produzcan por percolación y escorrentía.
- Cada 3 años se examinarán las instalaciones de microirrigación, para asegurar una óptima eficiencia del riego (Coeficiente de Uniformidad > 80 %), la fertirrigación y el buen funcionamiento de las instalaciones.
- En el caso del riego a pie, se exigirá una nivelación cuidadosa en el momento de realizar una nueva plantación, a la vez que se tendrá que producir una adaptación de la sistematización de la superficie a regar a los módulos de riego que se utilicen y a las condiciones de infiltración.

- Efectuar análisis químico de la calidad del agua de riego al menos cada 5 años y en cualquier caso el primer año de aplicación de las normas de Producción Integrada.
- Queda prohibido regar con aguas contaminadas.
- Deberá utilizarse algún método de programación de riegos que permita evaluar la cantidad de agua en el suelo. Se recomienda la utilización del método del balance hídrico a partir del cálculo diario de la evapotranspiración o la utilización de tensiómetros, sondas u otros dispositivos.
- Utilización de sistemas de riego localizado.

### Control de plagas y enfermedades

- Los métodos de control natural, cultural, biológico serán prioritarios a la lucha química.
  - La aplicación de productos de defensa sanitaria sólo se hará en los casos en que esté justificada según el nivel de riesgo o los umbrales de tolerancia que figuran en la Tabla 59.

Tabla 59. Umbrales de tratamiento para las principales plagas de los frutales de pepita

Época	Plaga o enfermedad	Método de muestreo	Umbral de tratamiento	Observaciones
<b>Controles de invierno</b>	PIOJO DE SAN JOSÉ ( <i>Quadraspidiotus perniciosus</i> )	Observación de ramas	Presencia	
	ARAÑA ROJA ( <i>Panonychus ulmi</i> )	Observación de ramas en madera de 2 años	Huevos de invierno claramente visibles	
	ZEUCERA y SESSIA ( <i>Zeucera pyrina</i> ) ( <i>Synanthedon myopaeformis</i> )	Observación de troncos	Presencia	Tratamientos localizados sobre los árboles afectados
	PULGÓN LANÍGERO ( <i>Eriosoma lanigerum</i> )	Observación de árboles	10% de árboles ocupados	
	PSYLA ( <i>Cacopsyla pyri</i> )	Golpeo de troncos y recogida de adultos.	5 adultos recogidos por cada 40 golpes	
	FUEGO BACTERIANO ( <i>Erwinia amylovora</i> )	Observación de ramas y troncos	Presencia	Eliminar ramas afectadas. Arranque de árboles enteros si hay chancros en el tronco. Desinfección de herramientas entre corte y corte.

Época	Plaga o enfermedad	Método de muestreo	Umbral de tratamiento	Observaciones
				Quema "in situ" del material vegetal eliminado.
Controles preflorales	PULGÓN CENICIENTO ( <i>Dysaphis</i> sp.)	Observación de brotes	Presencia	
	ORUGAS ROEDORAS DE LA PIEL DEL FRUTO ( <i>Pandemis heparana</i> ) ( <i>Cacoecimorpha pronubana</i> ) (capuas)	En fincas con antecedentes, revisar 10 corimbos por árbol en 50 árboles por parcela al azar	Presencia	
	HOPLOCAMPA ( <i>Hoplocampa brevis</i> )	Observación de corimbos	Más del 5% de corimbos ocupados	
	ESCOLÍTIDOS de la madera	Observación de árboles	Presencia	Eliminación de ramas afectadas. Quema del material vegetal eliminado. Tratamientos localizados sobre árboles afectados.
Controles en floración	PSYLA ( <i>Cacopsyla pyri</i> )	Observación de corimbos	Más del 15% de corimbos ocupados por ninfas	
	PSEUDOMONAS ( <i>Pseudomonas syringae</i> )	Observación de corimbos	El mayor riesgo se da cuando concurren altas humedades o lluvias después de producirse bajas temperaturas	Evitar el uso de riegos antihelada. Establecer sistemas antihelada distintos del riego. Se podrán utilizar los productos fitosanitarios autorizados por el MAPAMA. Los tratamientos preventivos pueden atenuar los daños. A partir del estado fenológico C3, tratar de forma inmediata después de una helada con materias activas autorizadas.

Época	Plaga o enfermedad	Método de muestreo	Umbral de tratamiento	Observaciones
	FUEGO BACTERIANO ( <i>Erwinia amylovora</i> )	Observación de corimbos.  Vigilancia intensiva de las plantaciones para detectar los primeros síntomas. Empleo de modelos matemáticos (Cougarblight, Maryblyt, etc.) que estiman la probabilidad de contaminaciones en función de los datos fenológicos y meteorológicos.	Predicción de riesgo de infección por algún modelo matemático apropiado (Cougarblight, Maryblyt, etc.) Presencia de síntomas.	Eliminación rápida y radical de los síntomas observados, desinfectando las tijeras después de cada corte y tratando con desinfectantes los cortes.  Quema "in situ" del material vegetal eliminado.  Se podrán utilizar los productos fitosanitarios autorizados por el MAPAMA.
Controles en postfloración	PULGÓN CENICIENTO ( <i>Dysaphis sp.</i> )	Observación con frutos de unos 25 mm A partir de mayo	Presencia Más del 5% de brotes ocupados	
	MINADORAS DE HOJAS ( <i>Cemistoma malifoliella</i> ) ( <i>Lithocolletis blancardiella</i> )	Observación de minas en hojas	Tener en cuenta los antecedentes de la parcela y el nivel de plaga por observación de minas	
	ARAÑA ROJA ( <i>Panonychus ulmi</i> )	Examinar 2 hojas por árbol (parte interior y parte exterior del árbol) en un mínimo de 25 árboles por parcela	Más del 50% de hojas ocupadas por arañas o huevos, y menos del 20% de hojas ocupadas por ácaros fitoseidos	
	ÁCARO BLANCO DE LA PERA ( <i>Epirimerus pyri</i> )	Observación de frutos y hojas	Más del 15% de frutos y hojas atacados	
	CIGARRERO DEL PERAL ( <i>Dasineura pyri</i> )	Observación de brotes nuevos	Más del 50% de brotes ocupados	

Época	Plaga o enfermedad	Método de muestreo	Umbral de tratamiento	Observaciones
	CORTABROTOS DEL PERAL ( <i>Janus compressus</i> )	Observación de brotes nuevos	Más del 10% de brotes ocupados	
	PSYLA ( <i>Cacopsyla pyri</i> )	Observación de brotes	Más del 15% de brotes ocupados por huevos o formas móviles	
Controles de verano	PULGÓN VERDE ( <i>Aphis</i> sp.)	Observación de brotes	Más del 25% de brotes ocupados	Tratar siempre que haya peligro de manchas de melaza en fruto
		Observación de brotes roídos	Más del 5% de brotes atacados	
	ORUGAS ROEDORAS DE LA PIEL DEL FRUTO ( <i>Pandemis heparana</i> ) ( <i>Cacoecimorpha pronubana</i> ) ( <i>Capuas</i> )	Trampas de feromonas (monitoreo)	7-10 adultos por trampa y semana (por especie) o 15-20 adultos por trampa y semana (capturas de ambas especies)	
	CARPOCAPSA ( <i>Cydia pomonella</i> )	Trampas de feromonas	2-3 adultos por trampa y semana en 1ª generación 1-2 adultos por trampa y semana en 2ª y 3ª generación	
	ARAÑA ROJA ( <i>Panonychus ulmi</i> )	Muestreo de 50 hojas por parcela, del tercio central de las brindillas del año	Más del 60% de hojas con huevos o formas móviles y menos del 20% con fitoseidos, o bien: Más del 90% de hojas con huevos o formas móviles y menos del 40% de fitoseidos.	Si hay más del 60% de hojas con huevos o formas móviles y entre 20% y 60% de hojas con fitoseidos, repetir el muestreo a los 7 días

Época	Plaga o enfermedad	Método de muestreo	Umbral de tratamiento	Observaciones
	ZEUCERA (Zeucera pyrina)	Evaluar la presencia de plaga en brotes		Tener en cuenta el nivel de plaga en verano, para decidir los tratamientos de invierno
	PSYLA (Cacopsyla pyri)	Observación de brotes	Más del 15% de brotes ocupados por huevos o formas móviles	Tratar siempre que haya peligro de manchas de melaza en fruto
	MINADORAS DE HOJAS (Cemistoma malifoliella) (Lithocolletis blancardiella)	Observación de minas en hojas	Más del 10% de hojas con minas no parasitadas por parásitos de la plaga	
	PIOJO DE SAN JOSÉ (Quadraspidiotus perniciosus)	Observación de ramas y de fruta	Presencia	Tener en cuenta el historial de la parcela y los controles con trampa de feromona
	SESSIA (Synanthedon myopaeformis)	Observación de árboles	Más del 10% de árboles con larvas	Observar al final del período vegetativo
<b>Controles durante todo el período vegetativo</b>	MOTEADO (Venturia sp)	Seguimiento de las condiciones climáticas	Tratar en el momento de la infección primaria Proteger la parcela mediante fungicidas. Renovar la protección cuando se haya terminado el plazo de persistencia del fungicida o se haya lavado el de contacto por lluvias de más de 12 mm, siempre que el riesgo de infección sea medio-alto	Evaluación del riesgo de infección según Mills. No repetir tratamientos con fungicidas de la misma familia química.

Época	Plaga o enfermedad	Método de muestreo	Umbral de tratamiento	Observaciones
	OIDIO ( <i>Podosphaera leucotrycha</i> )	Observación de síntomas en órganos afectados	Evaluar el nivel de órganos afectados en función de la edad de la plantación y condiciones climáticas	Evitar realizar plantaciones con especies muy sensibles
	FUEGO BACTERIANO ( <i>Erwinia amylovora</i> )	Vigilancia intensiva, sistemática y constante de las plantaciones para detectar síntomas en brotes, ramas y frutos. Se deben revisar las plantaciones árbol por árbol, cada quince días, o cada semana en épocas de alto riesgo (tras lluvias, tormentas, granizadas o tiempo húmedo)	Presencia	<p>Eliminación rápida y radical de los síntomas observados, desinfectando las tijeras después de cada corte y tratando con desinfectantes los cortes.</p> <p>La eliminación debe de hacerse al menos 40 cm por debajo del límite inferior del chancro detectado.</p> <p>Para localizar dicho límite debe pelarse la corteza y asegurarse de que el tejido vegetal está sano, tanto exteriormente como interiormente.</p> <p>encuentra en el tronco principal, arrancar completamente el árbol.</p> <p>Si el chancro se Quema "in situ" del material vegetal eliminado.</p> <p>Se podrán utilizar los productos fitosanitarios autorizados por el MAPAMA.</p> <p>Aplicar tratamientos con compuestos de cobre autorizados tras la cosecha.</p>

- Se utilizarán los productos más respetuosos para las personas, la fauna auxiliar y el medio ambiente, de acuerdo con la relación que figura en la Tabla 60, Tabla 61 y Tabla 62.

Tabla 60. Materias activas de fungicidas y bactericidas que se pueden emplear en producción integrada de manzanas

Materia activa	Restricciones
Azufre, Cobre, Polisulfuro De Calcio	En dosis recomendadas
Urea	Tratamientos invernales contra formas hibernantes de moteado.
Bacillus Subtilis, Boscalida + Piraclostrobin, Bupirinato, Captan, Ciproconazol, Ciprodinil, Clortalonil, Difenconazol, Ditianona, Dodina, Fludioxonil, Fluopyram, Fenbuconazol, Folpet, Iprodiona, Kresoxim-Metil, Mancoceb, Maneb, Metil-Tiofanato, Metiram, Miclobutanil, Penconazol, Tebuconazol, Tetraconazol, Tiram, Triadimenol, Trifloxistrobin, Ziram	Se limitará el número de aplicaciones al año al mínimo posible, alternando siempre las materias activas de modo que se cambie de familia de fungicidas.
Fosetil-AI, Metalaxil-M, Metalaxil	Contra <i>Phytophthora sp.</i>
Bacillus Subtilis, Laminarin, Aureobasidium Pullulans	Contra <i>Erwinia amylovora</i>
Acibenzolar-S-Metil	Contra <i>Erwinia amylovora</i> , siempre y cuando cuenten con autorización del MAPAMA

Tabla 61. Materias activas de insecticidas que se pueden emplear en producción integrada de manzanas

Admitidas	Admitidas con restricciones	
	Materias activas	Uso autorizado
Bacillus thuringiensis Kurstaki Azadiractin Fenoxicarb Feromonas para confusión sexual contra carpocapsa y orugas roedoras de piel Aceite de verano Pirimicarb Polisulfuro de cal	Acetamiprid (11)	(1) Contra Piojo de San José
	Betaciflutrin (9)	(2) Contra orugas roedoras de la piel.
	Buprofezin (1)	(4) Contra pulgón lanígero.
	Cipermetrin (14)	(5) Contra pulgones y minadores.
	Clorantraniliprol (2) (9)	(6) Contra hoplocampa.
	Deltametrin (7) (10)	Contra gorgojos de yemas, flores y brotes tiernos en plantaciones jóvenes.
	Diflubenzuron (9) (12)	(7) Contra orugas en tratamiento dirigido, o cuando por motivo de plazos de seguridad no se puede emplear otro producto.
	Flonicamida (11)	(9) Contra Carpocasa.
	Fosmet (2) (9)	(10) Contra zeucera y sesia en tratamientos localizados.
	Imidacloprid(5)	(11) Contra Afidos.
	Lambda-cihalotrin (5) (11)	
	Metil-clorpirifos (2) (4) (1) (11)	
	Metoxifenocida (2) (9)	
	Mojantes (antimelaza) (13)	
	Piriproxifen (1)	
Spirotetramat (1) (11)		
Tau-fluvalinato (11)		
Tebufenocida (2) (9)		
Tiacloprid (9) (11)		
Tiamethoxam (11)		
Triflumuron (12)		
Virus de la granulosis (9)		

Admitidas	Admitidas con restricciones	
	Materias activas	Uso autorizado
		(12) Dos aplicaciones como máximo al año. Contra minadores de hojas. (13) Contra melaza. (14) Contra pulgones antes de la floración.

Tabla 62. Materias activas de acaricidas que se pueden emplear en producción integrada de manzanas

Admitidas	Restricciones
Abamectina (2), Acrinatrin Clofentezin, Etoxazol Fenpiroximato (1) Hexitiazox Milbemectina, Spiroclufen Polisulfuro de Calcio	Se dará absoluta preferencia al control biológico; la utilización de acaricidas se autoriza hasta alcanzar el equilibrio biológico. (1) De todos los acaricidas de este grupo, sólo se permite una aplicación como máximo, a dosis mínima, al año. (2) Para aplicar justo en postfloración. Tratamientos tempranos cuando se aprecia que no se alcanzará el equilibrio biológico, por problemas observados en campañas anteriores.

- Se realizará el seguimiento de la dinámica de las plagas y enfermedades. Para realizar dicho seguimiento se deberá disponer de información aplicable a cada parcela, utilizando los métodos de muestreo para cada especie.
- Se dará prioridad al incremento de las poblaciones de la fauna auxiliar como, por ejemplo: sirphidos, neuropteros, coccinelidos, aphidoletes, phytoseidos, etc.
- Queda prohibido el uso de cualquier producto que no esté dado de alta en el Registro Oficial de Productos Fitosanitarios.
- Realizar un inventario y protección de la fauna auxiliar

### Conservación del entorno de la plantación

- En el caso de que sean necesarios cortavientos o barreras naturales se realizarán con especies autóctonas siempre que sea posible, procurando mantener una biodiversidad adecuada.

### Maquinaria y aplicación

- La maquinaria a utilizar estará en perfecto estado de uso y equilibrada. Las aplicaciones se realizarán con el máximo esmero para conseguir una perfecta distribución de los productos sin sobredosificaciones, y especialmente dirigidas a las zonas de máxima incidencia del problema a tratar.
- Revisión periódica, según normativa vigente, de la maquinaria de pulverización de productos fitosanitarios.

- El personal que realice los tratamientos deberá estar en posesión del correspondiente Carnet de utilización de productos fitosanitarios.
- Los volúmenes máximos de caldo y caudal de aire para realizar tratamientos fitosanitarios al vuelo del árbol se ajustarán a los valores que figuran en la Tabla 63 y Tabla 64.

Tabla 63. Recomendaciones generales de regulación de los equipos hidroneumáticos con ventilador axial

Tipo de plantación	Tratamientos de invierno	Tratamientos primavera - verano	
	Todas	Tipo vaso	Tipo palmeta
Estadio vegetativo		Plena vegetación	Plena vegetación
Boquillas		Tipo cónica de alta turbulencia	
Presión (bares)	5	5 – 15	5 – 15
Velocidad de trabajo (km/h)	4 – 6	4 – 6	4 – 6
Volumen unitario (l/ha)	350 – 1.000	1.000 – 1.500	500 – 1.200
Caudal de aire (m <sup>3</sup> /h)	10.000 – 15.000	20.000 – 40.000	16.000 – 35.000

Tabla 64. Recomendaciones generales para los equipos hidráulicos (barras) de herbicidas

Parámetro	Condiciones de trabajo
Estadio vegetativo	Antes y después de emergencia
Boquillas	Vano o minilla
Presión (bares)	1,5 a 5
Velocidad de trabajo (km/h)	3 – 4
Volumen medio (l/ha)	300
Altura de trabajo	< 20 cm

- Regulación de los elementos de distribución tantas veces como sea preciso.
- Cuando existan riesgos de contaminación de plagas y enfermedades, los titulares de maquinaria o parcelas limpiarán y desinfectarán la maquinaria antes de entrar en la parcela.
- Limpieza y desinfección de maquinaria y utillaje periódicamente.

### Recolección

- La cosecha se realizará en el momento adecuado para cada variedad, siguiendo las características especificadas en la Tabla 65.

Tabla 65. Índices de maduración para determinar el inicio de recolección de las variedades de manzanas en fincas de producción integrada

Variedades	Penetrometría <sup>2</sup> (Libras)	Refractrometría (° Brix)	Lugol <sup>3</sup>	Acidez (g/l Ácido Málico)	Thiault <sup>4</sup>
Grupo Reinetas	20 – 22	> 12	1,5 – 2	6,5	> 190

<sup>2</sup> Dureza de la pulpa medida con pistón de 11 mm de diámetro

<sup>3</sup> Valores recomendados

Variedades	Penetrometría <sup>2</sup> (Libras)	Refractrometría (º Brix)	Lugol <sup>3</sup>	Acidez (g/l Ácido Málico)	Thiault <sup>4</sup>
Grupo Golden (conservación larga)	16 – 18	> 14	2 – 3	5	> 170
Grupo Golden (conservación corta)	14 – 15	> 12,5	2,5 – 4	5	> 160
Grupo Red Delicious	15 – 18	> 13	2 – 2,5	3	> 145
Grupo Gala	16 – 18	> 13	2 – 2,5	> 3	> 145
Granny Smith	16 – 19	> 12	1,5 – 2	> 6,5	> 180
Fuji	15 – 17	> 14	3 – 4	> 3	> 150
Belleza de Roma	17	> 13			

- Se tomarán muestras en el período de recolección para analizar la posible presencia de residuos fitosanitarios y garantizar que se han utilizado exclusivamente las materias activas incluidas en la estrategia de protección integrada, y que se cumple con lo establecido en la legislación en relación con los Límites Máximos de Residuos.
- La recolección se realizará separando las diferentes variedades.
- Queda prohibido abandonar los destríos en las parcelas.
- Evitar la recolección cuando los frutos estén mojados.

#### **Tratamientos post-recolección y conservación**

- La recolección, conservación y procesamiento en los almacenes de la fruta obtenida debe efectuarse de manera independiente y estar identificados los lotes en todo momento.
- La duración de la conservación de los frutos se ajustará al sistema de conservación utilizado, a las características del fruto y a la evolución de los mismos.
- No se permiten los tratamientos fitosanitarios postcosecha para la fruta que se va a comercializar antes de los dos meses desde su recolección. Para la fruta destinada a conservación más larga se permitirá el uso de los productos especificados a continuación: 1-metilciclopropeno, Iprodiona, Fludioxonil, Metil tiofanato, Folpet, Pirimetanil, Imazalil y Tiabendazol.

#### **Cuaderno de explotación**

- El Cuaderno de Campo de la explotación es un registro de las operaciones que se realicen en cada parcela de Producción Integrada para garantizar el proceso de producción y documentar el autocontrol de cada productor.
- El Cuaderno de Campo de la explotación es obligatorio y estará siempre disponible para su inspección. Al objeto de un buen funcionamiento del proceso, las anotaciones de las operaciones se realizarán dentro de la propia semana de

ejecución de las mismas y se anotarán con detalle todas las labores, operaciones e incidencias del cultivo.

- El productor de Producción Integrada se responsabilizará con su firma de la veracidad de las anotaciones realizadas en el Cuaderno de Campo de la explotación. El técnico será responsable de la verificación de las operaciones registradas. Este cuaderno estará siempre disponible para su inspección por la Entidad de Certificación y Control (ECC) de la Producción Integrada correspondiente, o por los servicios oficiales. A tal efecto podrá reclamarse en cualquier momento y sin aviso previo.
- Deberá adjuntarse con el cuaderno la documentación que acredite las prácticas de cultivo, así como los resultados de los análisis exigidos. La ECC y la Administración tendrán libre acceso a las parcelas de Producción Integrada para efectuar las comprobaciones oportunas.
- Con el objeto de conseguir la rastreabilidad en la producción, el Cuaderno de Campo de la explotación contendrá al menos las anotaciones referentes a la:
  - Identificación del productor.
  - Identificación de cada parcela.
  - Identificación de la partida o lote.
  - Memoria fechada y cuantificada de las prácticas y las operaciones de cultivo.
- Además, el Cuaderno de Campo de la explotación recogerá toda la información a que hace referencia el Anejo III, parte 1, del 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.
- Aportar al Cuaderno de Campo de la explotación los documentos e informaciones que se consideren relevantes con objeto de mejorar la rastreabilidad en la producción y comercialización.

### **Comercialización**

- El operador deberá anotar todas las operaciones que se realizan en la comercialización con el objeto de conseguir la rastreabilidad de cualquier producto obtenido bajo esta forma de producción.

### **Otras no contempladas en este reglamento**

- Se atenderán a lo establecido en las Normas Técnicas del Reglamento Genérico.
- Aplicar el Decreto 40/2009, de 25 de junio, por el que se designan las zonas vulnerables a la contaminación de las aguas por nitratos procedentes de fuentes de origen agrícola y ganadero y se aprueba el Código de Buenas Prácticas Agrarias.
- Se deberá cumplir la normativa vigente en materia de Seguridad e Higiene y haber cumplido satisfactoriamente las inspecciones correspondientes.

### **Cuaderno de la instalación o almacén del operador**

- El Cuaderno de Instalación es obligatorio y estará siempre disponible para su inspección. Al objeto de un buen funcionamiento del proceso, las anotaciones de las

operaciones se realizarán en el momento de su ejecución, anotándose con detalle todos los procesos por los que pase el producto así como las actas de los controles de calidad, actas de limpieza y desinfección y de gestión de residuos. Las actas estarán firmadas por el Operador o el técnico de la instalación.

- Con el objeto de conseguir la trazabilidad en la producción, el Cuaderno de la Instalación contendrá al menos las anotaciones referentes a la:
  - Identificación del operador y de cada productor que entregue fruta en la instalación.
  - Identificación de cada parcela.
  - Identificación de la partida o lote.
  - Relación fechada y cuantificada de las prácticas y las operaciones que se realicen.

#### **Almacén del operador**

- Los productos fitosanitarios y fertilizantes deben almacenarse en un lugar cerrado, separados del material vegetal y de los productos frescos, de forma que se evite cualquier contaminación.
- En caso de conservación o almacenamiento del producto se conservarán los registros de entrada y salida y las condiciones de humedad y temperatura de la cámara.
- Disponer de un plan de control de calidad que comprenda el correcto funcionamiento del instrumental de medida, y disponer de la documentación que verifique el cumplimiento del plan.
- En el caso de que en la misma línea de procesado se empleen partidas de producto de Producción Integrada y de no producción integrada, además de separar lotes, se respetará un tiempo que permita el vaciado completo de la línea.
- Los envases de producto terminado previo a su uso se guardarán en un lugar limpio, conservando sus cualidades.

# **ANEJO II: SITUACIÓN ACTUAL**

## ÍNDICE ANEJO II

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

## 1. Forma de explotación actual

La finca objeto de estudio es propiedad del promotor del proyecto. Actualmente la tiene arrendada para su explotación a un agricultor del municipio. El precio del arrendamiento es de 364 €/ha al año. Además, está establecido que los derechos de pago básico de la Política Agraria Común (PAC) que corresponde a la parcela le corresponden al arrendatario.

El actual explotador de la parcela la dedica al cultivo de cereales de invierno y leguminosas, en régimen de regadío. La rotación que rige la explotación incluye trigo blando, guisante de pienso y cebada. El criterio técnico que sigue en cuanto a la rotación es reducir el efecto esquilmate de cultivos como el trigo blando y la cebada. Para ello introduce entre ambos cultivos el guisante de pienso, una leguminosa que mejora la estructura del suelo, fija nitrógeno y contribuye a un mejor desarrollo de la explotación, reduciendo enfermedades en los cereales.

El contrato de arrendamiento finaliza en agosto de 2018. A partir de este momento el propietario y promotor del presente proyecto decide establecer una plantación de manzano. El principal objetivo es aumentar la rentabilidad de la parcela.

## 2. Evaluación financiera de la situación actual

En la evaluación financiera de la situación actual se tienen en cuenta los ingresos y los gastos que soporta la finca en la actualidad. En este caso, referente a los ingresos se encuentra el cobro del arrendamiento con un total de 364 €/ha al año.

En cuanto a los gastos, presenta dos anuales. El primero de ellos es el pago del Impuesto de Bienes Inmuebles Rústicos del Ayuntamiento de Becerril de Campos. Este asciende a un total de 38 €/ha al año. El segundo gasto corresponde al canon de uso de agua de riego a la Confederación Hidrográfica del Duero, que asciende a 105 €/ha al año. Todos estos gastos corren a cuenta del propietario y promotor del proyecto.

A continuación, se calcula el beneficio que obtiene en la situación actual el propietario de la finca y promotor del actual proyecto:

$$\text{Beneficio} = \text{Ingresos} - \text{Gastos} = 364\text{€/ha} - 38\text{€/ha} - 105\text{€/ha} = 221\text{€/ha y año}$$

$$\text{Beneficio total} = 221\text{€/ha y año} \cdot 18,5\text{ha} = 4088,4\text{€ al año}$$

Los cambios de la explotación de la finca con respecto a la situación actual vienen motivados, principalmente, por el incremento del beneficio económico de la parcela.

# **ANEJO III: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**

## ÍNDICE ANEJO III

1. Identificación de alternativas .....	1
2. Restricciones de las alternativas .....	2
2.1. Condicionantes del medio .....	2
2.1.1. Clima .....	2
2.1.2. Suelo .....	2
2.1.3. Agua de riego .....	2
2.2. Condicionantes externos .....	2
2.2.1. Mercado.....	2
2.2.2. Legislación.....	2
2.3. Condicionantes impuestos por el promotor.....	2
2.3.1. Rentabilidad.....	2
2.3.2. Mano de obra.....	3
2.3.3. Infraestructuras existentes .....	3
3. Evaluación de alternativas .....	4
3.1. Elección de la especie .....	4
3.2. Elección de la variedad .....	4
3.2.1. Identificación de alternativas .....	4
3.2.2. Criterios de valor .....	5
3.2.3. Evaluación de las alternativas.....	7
3.2.4. Análisis multicriterio de las alternativas.....	8
3.2.5. Alternativa elegida .....	9
3.3. Elección del portainjerto .....	11
3.3.1. Identificación de las alternativas .....	11
3.3.2. Criterios de valor.....	11
3.3.3. Evaluación de las alternativas.....	12
3.3.4. Análisis multicriterio de las alternativas.....	13
3.3.5. Alternativa elegida .....	13
3.4. Elección de la forma de explotación .....	13
3.4.1. Identificación de las alternativas .....	13
3.4.2. Criterios de valor.....	14
3.4.3. Evaluación de las alternativas.....	15

3.4.4. Análisis multicriterio de las alternativas .....	15
3.4.5. Alternativa elegida .....	16
3.5. Elección del diseño de la plantación.....	16
3.5.1. Tipo de plantación.....	16
3.5.2. Disposición de la plantación.....	17
3.5.2.1. Identificación de las alternativas .....	17
3.5.2.2. Criterios de valor .....	17
3.5.2.3. Evaluación de las alternativas .....	17
3.5.2.4. Análisis multicriterio de las alternativas .....	18
3.5.2.5. Alternativa elegida .....	19
3.5.3. Densidad y marco de plantación .....	19
3.5.3.1. Identificación de las alternativas .....	19
3.5.3.2. Criterios de valor .....	19
3.5.3.3. Evaluación de las alternativas .....	20
3.5.3.4. Análisis multicriterio de las alternativas .....	20
3.5.3.5. Alternativa elegida .....	21
3.5.4. Diseño de la polinización .....	21
3.5.5. Orientación de las filas.....	22
3.5.5.1. Identificación de las alternativas .....	22
3.5.5.2. Criterios de valor .....	22
3.5.5.3. Evaluación de las alternativas .....	22
3.5.5.4. Análisis multicriterio de las alternativas .....	23
3.5.5.5. Alternativa elegida .....	23
3.6. Elección de las técnicas de cultivo .....	23
3.6.1. Poda de formación.....	23
3.6.1.1. Identificación de las alternativas .....	23
3.6.1.2. Criterios de valor .....	23
3.6.1.3. Evaluación de las alternativas .....	24
3.6.1.4. Análisis multicriterio de las alternativas .....	25
3.6.1.5. Alternativa elegida .....	26
3.6.2. Sistema de riego .....	26
3.6.2.1. Identificación de las alternativas .....	26
3.6.2.2. Criterios de valor .....	26
3.6.2.3. Evaluación de las alternativas .....	27
3.6.2.4. Análisis multicriterio de las alternativas .....	29
3.6.2.5. Alternativa elegida .....	30
3.6.3. Fertilización.....	30

---

3.6.3.1. Identificación de las alternativas .....	30
3.6.3.2. Criterios de valor .....	30
3.6.3.3. Evaluación de las alternativas .....	31
3.6.3.4. Análisis multicriterio de las alternativas .....	32
3.6.3.5. Alternativa elegida .....	32
3.6.4. Mantenimiento del suelo .....	33
3.6.4.1. Identificación de las alternativas .....	33
3.6.4.2. Criterios de valor .....	33
3.6.4.3. Evaluación de las alternativas .....	33
3.6.4.4. Análisis multicriterio de las alternativas .....	34
3.6.4.5. Alternativa elegida .....	34
3.6.5. Defensa contra las heladas primaverales.....	34
3.6.5.1. Identificación de las alternativas .....	34
3.6.5.2. Criterios de valor .....	35
3.6.5.3. Evaluación de las alternativas .....	35
3.6.5.4. Análisis multicriterio de las alternativas .....	36
3.6.5.5. Alternativa elegida .....	37
4. Descripción de la alternativa a desarrollar .....	38

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de efectos para la elección de la variedad .....	9
Tabla 2. Matriz de efectos para la elección del patrón .....	13
Tabla 3. Matriz de efectos para la elección de la forma de explotación.....	16
Tabla 5. Matriz de efectos para la elección de la disposición de la plantación .....	19
Tabla 6. Matriz de efectos para la elección de la densidad de plantación .....	21
Tabla 7. Matriz de efectos para la elección de la orientación de las filas.....	23
Tabla 8. Matriz de efectos para la elección del sistema de poda de formación .....	25
Tabla 9. Matriz de efectos para la elección del sistema de riego .....	30
Tabla 10. Matriz de efectos para la elección del sistema de fertilización.....	32
Tabla 11. Matriz de efectos para la elección del mantenimiento del suelo .....	34
Tabla 12. Matriz de efectos para la elección del sistema de defensa contra heladas primaverales.....	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución varietal de las producciones de manzana correspondientes al año 2017 en España .....	4
Figura 4. Representación gráfica de la disposición en marco real, en líneas y al tresbolillo .....	18
Figura 5. Disposición de los árboles polinizadores en la plantación .....	21

## 1. Identificación de alternativas

La identificación de alternativas es una de las decisiones más importantes a la hora de afrontar la elaboración de la plantación ya que esta decisión establecerá las bases del proyecto.

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

- **Especie.** Se establecerá una plantación de manzano a petición del promotor de la plantación.
- **Variedad.** Se determinará la variedad o variedades de manzano a implantar en la explotación en base a la época de floración, capacidad productiva, calidad del fruto, vigor, porte, intensidad de ramificación, resistencia o tolerancia a plagas y enfermedades, etc.
- **Portainjerto.** Se van a estudiar las características del portainjerto en cuanto a la adaptación al suelo, el vigor que se pretende dar al árbol, la compatibilidad con la variedad, etc.
- **Forma de explotación.** Se valorarán los tres modelos básicos de producción, entre los que se encuentra la producción convencional, integrada y/o ecológica.
- **Diseño de la plantación.** Se van a analizar las alternativas en cuanto a la disposición de los árboles, así como el marco y densidad de plantación, la orientación de las líneas y el diseño de la polinización.
- **Técnicas de cultivo.** Se consideran diversas opciones en cuanto a la poda de formación, el sistema de riego, la fertilización, el mantenimiento del suelo y la defensa contra heladas primaverales.

## **2. Restricciones de las alternativas**

El promotor del proyecto desea establecer en su parcela una plantación de manzanos. Sin embargo, dado el amplio abanico de alternativas, es conveniente analizar los condicionantes del medio que pueden provocar limitaciones al correcto desarrollo del proyecto.

### **2.1. Condicionantes del medio**

#### **2.1.1. Clima**

La zona donde se va a ejecutar el presente proyecto presenta frecuentemente heladas primaverales tardías y un umbral térmico muy amplio entre temperaturas invernales y temperaturas estivales. Además, la precipitación media anual es escasa y está irregularmente distribuida en el tiempo. Estas precipitaciones se focalizan en las estaciones de primavera y otoño, mientras que en verano las precipitaciones son escasas o nulas, produciéndose una acusada aridez.

#### **2.1.2. Suelo**

En cuanto a las características físicas del suelo no se encuentran factores limitantes para el presente proyecto. En cuanto a las características químicas es conveniente corregir el contenido de materia orgánica que resulta bajo (1,60%). El resto de las características químicas no presentan ninguna limitación.

#### **2.1.3. Agua de riego**

El agua de riego, proveniente del ramal norte del Canal de Castilla, es apto para el riego. La campaña de riego la establece la Confederación Hidrográfica del Duero. Habitualmente está permitido regar desde principios de abril a mediados de octubre ininterrumpidamente.

## **2.2. Condicionantes externos**

### **2.2.1. Mercado**

Por motivos de viabilidad, rentabilidad y como condición del promotor del proyecto, la totalidad de la producción se comercializará en la ciudad de Palencia como fruta de mesa.

### **2.2.2. Legislación**

El proyecto de plantación se ajustará a lo establecido en el reglamento técnico específico de Producción Integrada de frutales de pepita en Castilla y León, atendiendo al B.O.C. y L. n.º 103, del 1 de junio de 2017.

## **2.3. Condicionantes impuestos por el promotor**

### **2.3.1. Rentabilidad**

La plantación debe ser económicamente sostenible y debe superar el actual rendimiento que se saca de ella en régimen de arrendamiento.

### **2.3.2. Mano de obra**

Se intentará reducir en la medida de lo posible la mano de obra, seleccionando tanto el material vegetal como las técnicas de cultivo que requiera menor trabajo (labores de poda, entutoración, mantenimiento del suelo, etc.).

### **2.3.3. Infraestructuras existentes**

Se aprovechará al máximo las infraestructuras existentes. Por ello, se utilizará el hidrante de riego existente en la parcela.

### 3. Evaluación de alternativas

#### 3.1. Elección de la especie

Tal y como exige el promotor del proyecto, la especie a cultivar va a ser el manzano. Esta decisión viene respaldada por un nicho de mercado local en la provincia de Palencia, condiciones meteorológicas y edáficas favorables para el cultivo de dicha especie, así como mejorar la rentabilidad de la parcela.

#### 3.2. Elección de la variedad

La elección de la variedad es una de las decisiones a adoptar, ya que la rentabilidad depende, en gran medida, de la adaptación del cultivo al medio y de su dependencia de insumos.

##### 3.2.1. Identificación de alternativas

En la producción de manzana la variedad más cultivada y con mayor importancia en España es el grupo Golden, abarcando el 61% de la producción nacional de manzana. Sin embargo, en los últimos años, ha sufrido un importante retroceso, al igual que el grupo Red Delicious. Estas disminuciones vienen compensadas por el incremento en la producción de otras variedades como son el grupo Gala y el grupo Fuji. También, dentro de otras variedades, entre las cuales se encuentran variedades comerciales, han aumentado su producción en los últimos años.

En la Figura 1. se presenta la distribución varietal de la producción de manzana en España correspondiente al año 2017.

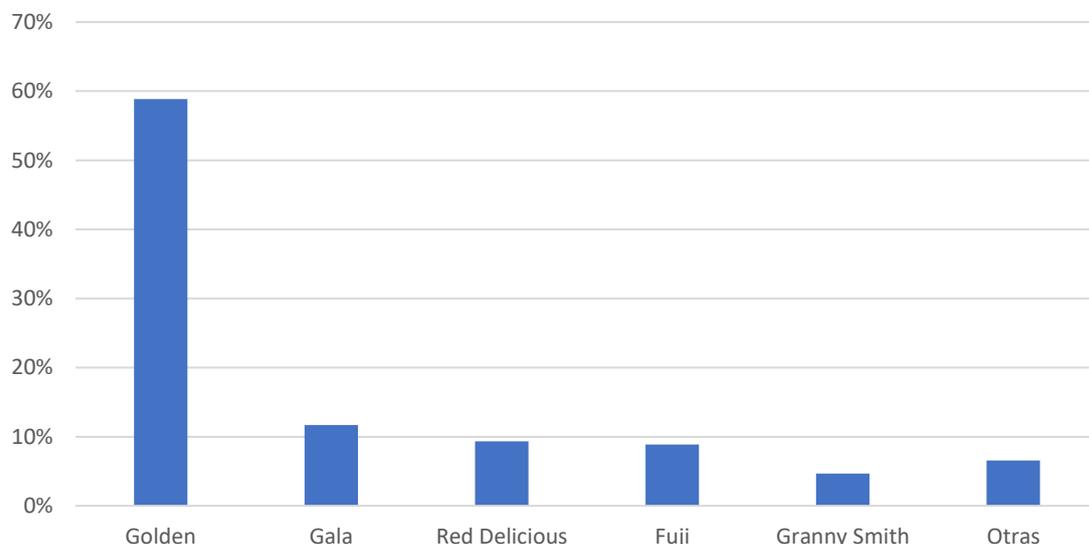


Figura 1. Distribución varietal de las producciones de manzana correspondientes al año 2017 en España

Para la elección de las variedades, se van a evaluar los grupos varietales más importantes. Los principales grupos de variedades de manzana en España clasificados en función del color de su epidermis son:

- Epidermis amarilla: Grupo Golden
- Epidermis roja: Grupo Delicious
- Epidermis bicolor: Grupo Gala y Grupo Fuji
- Epidermis verde: Granny Smith
- Epidermis bronceada: Grupo Reinetas

### 3.2.2. Criterios de valor

Los factores a considerar para la correcta elección varietal son fundamentalmente los siguientes:

#### **A. Adaptación al medio**

##### Época y duración del período de floración

La fecha media de floración del manzano en el municipio de Becerril de Campos es aproximadamente el 17 de abril. Las variedades más tempranas florecen entorno al 13 de abril y las variedades más tardías entorno al 23 de abril.

En la zona objeto de estudio la fecha media de la última helada es el 7 de abril, fecha hasta la cual el riesgo por daños por heladas es alto. Por ello tendrán menor riesgo de helada aquellas variedades cuya época de floración tenga lugar a partir de la primera decena de abril. También es necesario tener en cuenta que si se dan temperaturas altas a lo largo del mes de marzo inducirá una temprana floración, aumentando así el riesgo de heladas durante un mayor período de tiempo.

##### Época de recolección

Las tareas de recolección del manzano debe llevarse a cabo en el momento en el que el fruto adquiere su madurez adecuada.

Para evitar aumentar las necesidades de mano de obra en la explotación se busca un escalonamiento en la recolección de los frutos. Para ello se plantarán variedades con distintos periodos de recolección.

##### Condiciones de desarrollo y maduración del fruto

El manzano es una especie que presentan una mala adaptación a condiciones climáticas caracterizadas por altas temperaturas, reducidas precipitaciones y baja humedad ambiental en el periodo estival.

Cuando el manzano se cultiva en zonas con estas características climáticas puede presentar falta de coloración (especialmente en variedades rojas y bicolors, como grupo Gala, Grupo Delicious y Grupo Fuji), falta de firmeza (Grupo Golden) e incremento de pérdidas por golpe de sol (Grupo Fuji). Esto provoca una disminución en la producción y en el valor del producto final. En zonas con mayor altitud presentan otras características climáticas mucho más favorables para el cultivo del manzano, haciéndolas más competitivas y reduciendo los factores limitantes.

#### **B. Características agronómicas**

### Vigor del árbol

El vigor de la variedad puede condicionar en muchos aspectos de la plantación. En la elección de la variedad, conviene elegir variedades de vigor medio-bajo. No interesa tener árboles con un excesivo tamaño, ya que dificultarán las labores de cultivo y requieren un mayor marco de plantación, disminuyendo la densidad y producción de la explotación.

### Productividad

La capacidad productiva del árbol es uno de los factores más decisivos de la elección varietal. Es interesante establecer variedades con una elevada capacidad productiva, pues conlleva una mayor rentabilidad. Sin embargo, en variedades muy productivas y fértiles pueden darse problemas de vecería, por la excesiva carga de fruto. En estas variedades es vital realizar un correcto manejo del árbol mediante una poda y aclareo adecuada para equilibrar y mantener estable la carga de frutos.

### Precocidad de entrada en producción

Resulta interesante reducir el tiempo de entrada en producción del manzano utilizando para ello variedades que se desarrollen y fructifiquen lo antes posible. De este modo se acorta el periodo improductivo del cultivo y se empiezan a obtener ingresos cuanto antes.

### Calidad gustativa del fruto

La calidad gustativa es uno de los atributos de mayor interés para estimular el consumo de manzana, ya que ofrece una mayor diversificación en la oferta y proporciona una mayor satisfacción al consumidor.

La tendencia del consumo de manzana es hacia variedades con contenidos elevados en azúcares, pulpa crujiente y de alta jugosidad, con sensación de frescura al ser consumida.

### Resistencia a plagas y enfermedades

Las plagas que más afectan a los manzanos son: la araña roja, que incide sobre todo en variedades rojas, Carpocapsa, la mosca de la fruta (en la zona objeto de estudio tiene escasa incidencia), el piojo de San José y varias especies de pulgones, entre las cuales se encuentran *Dysaphis plataginea*, *Aphis pomi* y el pulgón lanífero.

Las enfermedades criptogámicas más importantes en manzano son: moteado y oídio. Entre las enfermedades causadas por bacterias, está el fuego bacteriano.

### Compatibilidad con polinizadores

El manzano es una especie mayoritariamente autoestéril, por lo que necesita de otras variedades para su correcta polinización. Se va a valorar positivamente la compatibilidad con otras variedades.

## **C. Aspectos comerciales**

### Manipulación y conservación

Se persiguen variedades que produzcan frutos con buena resistencia al manipulado y a la conservación, para facilitar una salida al mercado escalonada y sin daños en el fruto.

### Cotización

La manzana se comercializa en España durante todo el año, con una disminución del precio de venta de manzana en los meses de recolección (de septiembre y octubre) debido al aumento de oferta. Así mismo, en esos mismos meses, se produce un incremento de las ventas dado que es fruta de temporada.

La variedad Reineta es aquella que alcanza mayor valor en el mercado, seguido del grupo Fuji, Red Delicious y Gala.

### **3.2.3. Evaluación de las alternativas**

A continuación se resumen las características de las principales variedades de manzano cultivadas en España.

- **Grupo Golden.** Variedad obtenida en EE.UU., procedente de una semilla probablemente híbrido natural de “Golden Reineta” x “Grimes Golden”. Es un árbol de vigor medio, muy productivo, con una entrada en fructificación rápida y regular. Presenta una amplia área de adaptación, pero es sensible al oidio y al moteado. Fruto de tamaño medio-grande, ligeramente troncocónico, piel fina de color amarillo con lenticelas grisáceas. Pulpa blanco-amarillenta, firme, jugosa y de sabor muy agradable Fruto muy sensible al russeting. Golden Delicious madura a partir de mediados de septiembre. Los frutos son muy sensibles a las manipulaciones, pero tienen una buena conservación.
- **Grupo Delicious.** La variedad origen de este grupo se descubrió en EE.UU. y ha producido hasta la fecha más de 200 mutaciones, tanto de árbol como de fruto. Presenta un vigor medio, porte erecto, fructificación en brindillas coronadas y lamburdas. El crecimiento en los primeros años es más elevado. Presenta una productividad media y riesgo de vecería después de años de fuerte producción. El fruto es de color rojo de intensidad variable, liso y con estrías. El calibre es de mediano a gran tamaño y bastante homogéneo. Su forma es troncocónica, más o menos alargada dependiendo del mutante y del portainjerto. Presenta lóbulos carpelares, muy característicos de las variedades Delicious. Su pulpa es de color blanco y con buena aptitud para la manipulación. Si la recolección se retrasa, la pulpa durante la conservación puede llegar a ser harinosa. La época de floración se anticipa entre 2 y 4 días respecto a la Golden Delicious, con un período de floración más corto, especialmente para las mutaciones Spur. El grupo Delicious puede establecer polinización cruzada con el grupo Gala, Golden y Granny Smith
- **Grupo Gala.** Variedad obtenida en Nueva Zelanda, de vigor medio-alto. Entrada en producción rápida y elevada productividad. Frutos de calibre medio, con tendencia a disminuir con los años, de forma troncocónica redondeada, y de color rojo-naranja estriado en un porcentaje variable del fruto. Los frutos pueden presentar falta de color en climas cálidos. Excelente calidad gustativa, ya que tienen una pulpa crujiente, azucarada y ligeramente aromática. Frutos sensibles al cracking al avanzar la maduración. Los frutos maduran entre mediados y finales de agosto.

Buena aptitud a las manipulaciones y buena conservación. Como polinizadores pueden utilizarse Granny Smith, Golden, Fuji y Delicious.

- **Grupo Fuji.** Variedad de origen japonés. Árbol con un vigor elevado, de rápida entrada en producción, muy productivo, pero muy sensible a la alternancia. Frutos de tamaño mediano a grande, de forma redondeada e irregular, de color rojo claro estriado sobre un cuarto a la mitad de la superficie del fruto (en zonas cálidas la coloración resulta algo insuficiente). Pulpa firme, crujiente, jugosa y muy dulce, de excelente calidad gustativa, con un elevado contenido en azúcares y baja acidez. Madura entre mediados y finales de octubre. Cosecha escalonada. Buena aptitud de manipulación y conservación en cámara. El grupo Fuji puede ser polinizado por Golden, Delicious, Gala y Granny Smith.
- **Granny Smith.** Variedad australiana, procedente de una semilla de “French Crab”. Árbol vigoroso, con una rápida entrada en producción, productividad elevada y poco sensible a la alternancia. Frutos de buen tamaño, de forma redondeada a troncocónica. Epidermis de color verde uniforme, con lenticelas blancas, características de la variedad. En climas cálidos es frecuente que los frutos más expuestos presenten una chapa rosada que deprecia comercialmente el fruto. Pulpa consistente, jugosa, crujiente y de sabor bastante ácido. Madura en la segunda quincena de octubre, un poco antes que la variedad Fuji. Variedad poco sensible al moteado y sensible al oidio. Muy buena aptitud para la manipulación y buena conservación, aunque es sensible al escaldado. Granny Smith coincide en floración con todos los grupos varietales evaluados y es compatible con todos ellos.
- **Reineta.** Variedad muy antigua, de origen desconocido. Árbol muy vigoroso, de entrada en fructificación medianamente rápida. Productividad media, sensible a la alternancia. Frutos de buen tamaño, achatados y de forma irregular, de color verde sobre un fondo amarillo pardo, con abundantes placas de russeting. Pulpa firme, no muy jugosa, con tendencia a la harinosidad si no se recoge en el momento óptimo. Sabor dulce y, al mismo tiempo, acidulado, con un aroma característico. Buena calidad de frutos. Variedad poco sensible al moteado y al oidio, pero muy sensible al fuego bacteriano y a los ataques de araña roja. Sensible a la caída de frutos en la madurez. Madura en la segunda quincena de septiembre. Buena conservación y aptitud para la manipulación. El grupo varietal Reineta coincide en floración con Gala, Delicious y Granny Smith. Sin embargo, no sirve como polinizador para los grupos Gala y Fuji, ya que no son compatibles.

### 3.2.4. Análisis multicriterio de las alternativas

Para seleccionar la variedad o variedades que se van a implantar se procede a efectuar un análisis multicriterio (ver Tabla 1) para las variedades que en estos momentos pueden tener un mayor interés en la zona de ubicación del proyecto (zona con heladas primaverales tardías).

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

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

Factor	Coficiente	G. Golden	G. Delicious	G. Gala	G. Fuji	Granny Smith	Reineta
Época y duración de la floración	1,5	4	3	2	4	4	3
Época de recolección	1	3	3	4	3	3	2
Condiciones de desarrollo y maduración del fruto	2	3	3	3	3	3	3
Vigor del árbol	1	4	4	3	2	2	1
Productividad	1	5	4	4	3	4	2
Precocidad de entrada en producción	1,5	4	4	4	4	4	3
Calidad gustativa del fruto	1,5	4	2	5	3	3	4
Resistencia a plagas y enfermedades	0,5	3	2	4	4	4	5
Compatibilidad con polinizadores	0,5	4	3	4	3	4	3
Calidad del fruto	1,5	4	2	5	3	3	4
Manipulación y conservación	1,5	4	2	3	3	3	3
Total		51,5	39	49,5	43	44,5	40,5

### 3.2.5. Alternativa elegida

La mayoría de las variedades de manzano son parcialmente autoestériles, es por ello que resulta necesario recurrir a la polinización cruzada para mejorar el cuajado de los frutos y la productividad

Teniendo en cuenta la superficie de la plantación, de tamaño mediano, no es conveniente establecer un elevado número de variedades ya que dificultaría labores como el riego y el abonado, entre otras prácticas culturales.

En definitiva, se implantarán dos variedades en la plantación con el objetivo de mejorar el cuajado de los frutos mediante la polinización cruzada, escalonar la recolección, reducir el riesgo de una pérdida total de la cosecha ante condiciones adversas, plagas o enfermedades, y ampliar el mercado ante diferentes gustos del consumidor.

Atendiendo a los resultados de la matriz de efectos (ver Tabla 1.) la variedad principal de la plantación será del Grupo Golden y la variedad secundaria o polinizadora será del grupo Gala. Siendo entre ellas compatibles en cuanto a la polinización se refiere.

#### **Grupo Golden**

La elección del cultivar está basada en su resistencia al russeting, agrietamiento fino de la epidermis del fruto que al cicatrizar origina un entrevenado de color marrón y tacto áspero sobre la superficie, que deprecia el valor del fruto. Por ello el clon elegido es Golden Parsi y Golden Crielaard.

#### Características del clon Golden Parsi:

- Color amarillo. En algunas áreas, debido a la insolación, puede desarrollar una cara de color rosa muy atractivo.
- Clon muy productivo
- Forma redonda y alargada.
- Fruta atractiva y bastante homogénea.
- Fruto de tamaño grande.
- Resistente al russetting.
- Textura muy fina, jugosa y rica en aromas.
- Fecha de recolección: 12 de septiembre.
- Calibre dominante: 75-80.
- No sensible a la caída.
- Amplio periodo de recolección, de 3 a 4 semanas.
- Muy buena conservación, incluso en el ambiente.
- Vigor medio.

#### Características del clon Golden Crielaard:

- Su color tiende más a verde en el tiempo.
- Elevada productividad
- Forma muy alargada con lenticelas.
- Fruto de buen calibre.
- Resistente al russetting.
- Manzana jugosa, ligeramente ácida y aromática.
- Fecha de recolección: 14 de septiembre
- Calibre dominante: 75-80.
- Muy buena conservación.
- Vigor medio.

#### **Grupo Gala**

Teniendo en cuenta que uno de los principales criterios para su buena comercialización es una correcta coloración del fruto y que se valora en los mercados de Europa que la coloración sea estriada, el clon elegido es Brookfield Gala.

Las principales características de este clon del grupo Gala son:

- Color rojo intenso que cubre más de tres cuartos de su superficie total.
- Estrías bien marcadas.
- No se producen regresiones del color del fruto.
- Forma tronco-cónica ligeramente alargada y muy regular.
- Excelente calidad gustativa.
- Fecha de recolección: 8 de agosto.
- Calibre dominante: 75-80.
- Baja sensibilidad a la caída de frutos y al rajado.
- Aptitud buena para la manipulación de los frutos.
- Buena conservación para menos de 150 días
- Vigor medio-alto.

### 3.3. Elección del portainjerto

Un árbol injertado es una planta compuesta por dos partes: portainjerto o patrón y variedad. El patrón es la parte del árbol enterrada que forma el sistema radicular, mientras que la variedad es la parte aérea. Cada una de las partes procede de individuos distintos y estos a su vez pueden pertenecer a la misma especie o especies distintas

No suele resultar demasiado difícil elegir el patrón adecuado para la plantación (existen de 2 a 8 patrones por especie).

#### 3.3.1. Identificación de las alternativas

El manzano es una de las especies frutales con mayor número de patrones. Para su clasificación se atiende a la multiplicación del patrón, dividiéndolos en patrones francos y en patrones clonales.

- **Patrones francos.** Son aquellos patrones obtenidos por semilla de diferentes especies. Normalmente se emplean semillas de *Malus baccata* o bien de semillas de la hibridación de *Malus baccata* x *Malus communis*. Producen árboles vigorosos, de comportamiento irregular y con frutos de menor tamaño.
- **Patrones clonales.** Son patrones obtenidos por multiplicación vegetativa. Producen árboles de vigores diversos, adaptación a cualquier medio físico, plantaciones homogéneas con rápida entrada en producción y frutos de buena calidad.

#### 3.3.2. Criterios de valor

Las características que debe reunir un buen patrón y que justificarán su elección son las siguientes:

##### Adaptación al suelo

Se trata de uno de los principales factores que hay que tener en cuenta para la correcta elección del patrón. Se debe considerar la resistencia a la clorosis, la resistencia o tolerancia a la asfixia radicular, la resistencia a la sequía y el anclaje al suelo.

##### Control del vigor

El vigor del patrón debe estar en consonancia con el vigor de la variedad seleccionada. Una combinación variedad-patrón que propicie un vigor excesivo puede dificultar el manejo de los árboles y la mecanización de algunas operaciones de cultivo, reduciendo al mismo tiempo la densidad de plantación. Por otro lado, un vigor excesivamente reducido puede originar problemas en la formación y en la poda de los árboles y ocasionar bajas producciones. Se debe seleccionar un patrón que al unirlo con la variedad proporciona un árbol de vigor reducido, idóneo para su empleo en plantaciones densas, que permitan obtener producciones elevadas, facilidad de poda y buena mecanización de las operaciones de cultivo.

##### Productividad y rapidez de entrada en producción

El uso de portainjertos enanizantes permite lograr una elevada productividad y buena calidad de los frutos, siempre y cuando se apliquen correctamente las técnicas de producción. Se da una alta eficiencia productiva. Además, por lo general, existe una

relación inversa entre el vigor del patrón y la entrada en producción, de modo que, al utilizar patrones muy poco vigorosos los frutales alcanzan la plena fructificación mucho antes.

También hay que tener en cuenta el vigor de la variedad seleccionada, ya que un patrón enanizante no conviene a una variedad de vigor bajo, ya que el resultante sería un árbol muy debilitado y con baja producción.

#### Resistencia frente a plagas y enfermedades

Inicialmente en la plantación no se deberían producir problemas por ataque de parásitos del suelo, pues los cultivos precedentes no están relacionados con el manzano. Sin embargo, sí es un factor importante a tener en cuenta en las replantaciones, pues con el paso del tiempo se produce un reservorio de patógenos en el suelo.

Las enfermedades más habituales en el cultivo del manzano son *Erisoma lanigerum*, *Agrobacterium*, *Phytophthora* y *Erqinia amylovora*.

#### Facilidad de propagación

Debe de presentar facilidad a su propagación y al enraizamiento, ya proceda de semilla como de multiplicación vegetativa. Los patrones obtenidos mediante multiplicación vegetativa tienen un reducido desarrollo radicular. Además, este será un sistema radicular fasciculado, con un menor desarrollo. Esto conlleva una menor capacidad para proveerse de nutrientes y agua, un peor anclaje y una mayor vulnerabilidad al ataque de roedores.

### **3.3.3. Evaluación de las alternativas**

Dado que las variedades elegidas proporcionan un vigor medio, los patrones más adecuados para su empleo en la plantación van a ser fundamentalmente las selecciones clonales del EM-IX. A continuación se presenta un análisis de los clones más interesantes de patrones EM-IX.

- **M-9 Pajam-1.** Selección clonal del EM-IX. Proporciona un vigor reducido y una rápida entrada en producción. Sus frutos son de buena calidad, de calibre grande y con una correcta coloración. Es poco sensible a *Phytophthora*, y medianamente sensible a la asfixia radicular, rebrotes y burknots.
- **M-9 Pajam-2.** Selección clonal del EM-IX. Proporciona un mayor vigor que el M-9 Pajam-1, aunque sigue siendo un vigor reducido. Sus frutos son de buena calidad, de buen calibre y con una correcta coloración. Es poco sensible a *Phytophthora* y burknots, y medianamente sensible a la asfixia radicular y emisión de rebrotes.
- **M-9 EMLA.** Selección clonal del EM-IX. Proporciona un mayor vigor que M-9 Pajam-1 y M-9 Pajam-2, aunque induce un vigor medio-bajo. Al igual que los otros dos patrones, produce frutos de buena calidad, calibre grande y bien coloreados. Es poco sensible a *Phytophthora*, emisión de rebrotes y burknots, y medianamente sensible a la asfixia radicular.

El tutoraje y el riego son indispensable en todas las situaciones. Se emplea en condiciones edafo-climáticas favorables y en plantaciones intensivas.

### 3.3.4. Análisis multicriterio de las alternativas

La elección del patrón se realiza mediante una matriz de efectos. Para cada patrón se evalúan los factores considerados en el punto 3.2.2.

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

Tabla 2. Matriz de efectos para la elección del patrón

Factor	Coeficiente	Pajam-1	Pajam-2	M-9 EMLA
Adaptación al suelo	2	3	3	3
Control del vigor	2	4	4	3
Productividad y rapidez de entrada en producción	1,5	4	4	3
Resistencia a plagas y enfermedades	1	2	3	4
Facilidad de propagación	0,5	3	3	3
Total		23,5	24,5	22

### 3.3.5. Alternativa elegida

El patrón que ha obtenido una mayor puntuación es el M-9 Pajam-2 Cepiland. Este patrón, dado que proporciona un mayor vigor que el M-9 Pajam-1, se empleará para las variedades Golden. Sin embargo, como la variedad Gala tiene un mayor vigor, se empleará un patrón más enanizante, el M-9 Pajam-1.

Tanto el M-9 Pajam-1, como el Pajam-2, son una selección clonal que proporciona un vigor reducido, frutos de buena calidad, buen calibre y con buena coloración. Además, es poco sensible a *Phytophthora* y burkonts, y medianamente sensible a la asfixia radicular y emisión de rebrotes.

Todas estas características hacen de estos patrones los más adecuados para su uso en la explotación.

## 3.4. Elección de la forma de explotación

La elección de la forma de explotación puede conllevar diferentes decisiones en cuanto al manejo de la plantación, tipos de tratamientos y necesidades de mano de obra, entre otras. Atendiendo a las características de cada forma de explotación hay, en algunos casos, legislación de obligado cumplimiento que acredita el seguimiento de dicha forma de explotación.

### 3.4.1. Identificación de las alternativas

Se distinguen tres modelos básicos de producción agrícola: la producción convencional, producción integrada y producción ecológica.

### **3.4.2. Criterios de valor**

Para elegir la forma de explotación, se van a tener en cuenta los siguientes criterios de valor.

#### Productividad

Diferentes investigadores han determinado que la productividad de la agricultura ecológica es un 19,2% inferior a la productividad del modelo convencional. En cuanto a la producción integrada, su productividad se mantiene ligeramente por debajo de la agricultura convencional. Esta reducción de la producción se debe, entre otras razones, a las limitaciones en el uso de fitosanitarios.

#### Respeto al medio ambiente

La producción integrada y la producción ecológica persiguen como objetivo común la producción de manzana respetando el medioambiente, mediante el uso limitado de plaguicidas y fertilizantes (en el caso de la producción integrada), o bien con un uso muy reducido, tal y como indica el reglamento ecológico (en el caso de la producción ecológica).

Por contra, la producción convencional tiene el objetivo de maximizar la producción junto, reduciendo inputs y mano de obra. Por ello produce alimentos empleando fitosanitarios, abonos de síntesis y cualquier otro tipo de recurso autorizado, bajo la normativa existente.

#### Necesidad de mano de obra

La producción convencional requiere de una menor mano de obra que la producción integrada y la producción ecológica. Esto se debe a la imposibilidad de emplear determinados productos químicos para controlar la presencia de malas hierbas, enfermedades y plagas. Por ello es necesario un mayor control humano de las explotaciones. También es conveniente, para la producción integrada, disponer de personal con adecuada formación técnica y medioambiental.

#### Gastos de insumos

La forma de explotación que produce a menor coste es la producción convencional, por lo que es la más rentable, económicamente hablando, de todas. Por su parte, la producción integrada y la producción ecológica tienen un gasto mayor que la producción convencional, en especial la producción ecológica. Sin embargo, estas ofrecen un producto final con un mayor valor añadido y un proceso de producción respetuoso con el medio ambiente, que ofrece unas mayores garantías de seguridad al consumidor final.

#### Comercialización de productos

La sensibilización con el medioambiente y los nuevos modelos de alimentación saludable han aumentado la inquietud de los consumidores hacia una compra más sostenible y segura, buscando en su adquisición calidad, seguridad y salubridad del alimento.

Tanto la producción integrada como la ecológica pretenden producir alimentos de la máxima calidad posible, siempre conservando los recursos naturales.

Estos sistemas de producción valorizan el producto final adjuntando su marca, logotipo o identificación de garantía de calidad certificada. Esto conlleva un incremento en el valor añadido del producto. Consultando los precios del mercado, una pieza de manzana ecológica puede alcanzar hasta un 60% más de valor que una pieza de manzana producida convencionalmente.

### 3.4.3. Evaluación de las alternativas

A continuación se desarrollan los principales métodos de producción de manzana existentes en la actualidad.

- **Producción convencional.** La producción convencional ha sido y es el modelo mayoritario. Está orientada a obtener el máximo rendimiento en el menor tiempo posible y con una elevada mecanización de las operaciones de cultivo y el uso de productos químicos (fertilizantes, herbicidas, pesticidas). Algunos de sus principales inconvenientes son el empobrecimiento de la fertilidad del terreno a largo plazo, el coste que representa para los agricultores la defensa fitosanitaria, la toxicidad (para quienes los aplican y quizás para los consumidores, en caso de que queden residuos en la fruta) y la posible contaminación de las aguas subterráneas.
- **Producción integrada.** La producción integrada, es una versión con menos impacto medioambiental que el cultivo convencional, que surge para poner en práctica la transición hacia una agricultura más respetuosa. Este tipo de agricultura reduce el uso convencional de insumos químicos y artificiales, combinándolos con otros más respetuosos, como los métodos biológicos.
- **Producción ecológica.** La producción ecológica, también llamada biológica u orgánica, es un sistema de gestión y producción agroalimentaria que combina las mejores prácticas ambientales junto con un elevado nivel de biodiversidad y de preservación de los recursos naturales, así como la aplicación de normas exigentes sobre bienestar animal, con la finalidad de obtener una producción conforme a las preferencias de determinados consumidores por los productos obtenidos a partir de sustancias y procesos naturales.

Como distintivo para que el consumidor pueda diferenciar los productos ecológicos, todas las unidades envasadas, deberán llevar impreso el logotipo de la UE y el código numérico de la entidad de control de quien depende el operador responsable del producto ecológico, además de su propia marca y los términos específicos de la producción ecológica.

La producción ecológica se encuentra regulada en España desde 1989. En 1993 entró en aplicación el primer Reglamento comunitario que fue sustituido por el actual Reglamento 834/2007 del Consejo sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos, desarrollado por los Reglamentos de la Comisión, 889/2008 y 1235/2008.

### 3.4.4. Análisis multicriterio de las alternativas

La elección del modelo de producción se realiza mediante una matriz de efectos. Para cada patrón se evalúan los factores considerados en el punto 0. , producción integrada y producción ecológica.

Criterios de valor.

La Tabla 3. muestra la matriz de efectos para la forma de explotación. Cada característica se puntúa en una escala de 1 (muy desfavorable) a 5 (muy favorable). Los coeficientes de ponderación pueden ser 0,5, 1,0, 1,5 y 2,0, en función de la importancia relativa del factor en cuestión. El resultado final para cada forma de explotación se obtiene de realizar el sumatorio del producto de cada parámetro por su coeficiente de ponderación. Se considera que la forma de explotación más interesante para su uso en la plantación es aquella que obtiene una mayor puntuación.

Tabla 3. Matriz de efectos para la elección de la forma de explotación

Factor	Coef.	Producción convencional	Producción integrada	Producción ecológica
Rendimiento	1,5	4	3	3
Respeto al medio ambiente	2	1	4	4
Necesidad de mano de obra	0,5	4	3	1
Gastos de insumos	0,5	3	3	1
Comercialización de productos	2	2	4	4
Total		15,5	23,5	21,5

### 3.4.5. Alternativa elegida

El tipo de explotación que se va a llevar a cabo en la plantación en proyecto será la producción integrada, como método para obtener productos diferenciados, garantizando al consumidor la calidad y seguridad alimentaria y protegiendo el medio ambiente mediante de la utilización racional de los distintos medios de producción (suelo, agua, semillas, abonos, maquinaria y fitosanitarios) en todas las fases.

La Producción integrada permite el uso equilibrado de los productos fitosanitarios, controlando plagas y enfermedades, utilizando de forma prioritaria métodos culturales, biológicos y naturales, sobre los químicos y eligiendo estos de forma cuidadosa y equilibrada, procedimientos propios de una agricultura sostenible con un alto nivel de autocontrol por parte de los productores y que ofrece como contrapartida el reconocimiento de esos productos.

## 3.5. Elección del diseño de la plantación

El diseño de la plantación engloba la disposición, la densidad, el marco de plantación de los árboles y la orientación de las filas de la plantación. A continuación se analizan las distintas alternativas en cuanto al diseño de la plantación.

### 3.5.1. Tipo de plantación

El tipo de plantación viene dado por la superficie de la plantación y por el número de especies a cultivar. La plantación objeto de estudio tiene una superficie de 18,83 ha y se explotará una única especie, el manzano. Por ello, se va a establecer una plantación familiar, dado que la superficie y el cultivo de una única especie, son características propias del tipo de plantación elegido, descartando así el huerto frutal clásico y la plantación comercial moderna.

### 3.5.2. Disposición de la plantación

El diseño y establecimiento de una plantación frutal moderna requiere distribuir los árboles a lo largo y ancho de la parcela de forma regular. La disposición uniforme de los manzanos pretende busca conseguir un buen aprovechamiento de la superficie del terreno, una mayor facilidad y economía en la realización de las tareas de cultivo y de dar una estética adecuada a la explotación.

#### 3.5.2.1. Identificación de las alternativas

La parcela donde se va a ubicar la plantación carece de pendiente se trata de un terreno llano, por lo que los tipos de disposición más habituales en estos casos son el marco real, la disposición rectangular o en líneas y la disposición al tresbolillo.

#### 3.5.2.2. Criterios de valor

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

##### Densidad de plantación

Se pretende obtener una importante densidad en la plantación para aprovechar al máximo la superficie del terreno disponible. Por ello se valorará con una mayor puntuación aquellas disposiciones que permitan reducir el marco de plantación.

##### Vigor de los árboles

La disposición elegida ha de adaptarse correctamente al vigor del conjunto patrón – variedad. En este caso el vigor de los árboles ha de ser reducido para aumentar la densidad de la plantación.

##### Mecanización de las operaciones de cultivo

Es importante analizar la facilidad de mecanización de las operaciones de cultivo en cada una de las posibles disposiciones de plantación, de tal modo que se pueda reducir el tiempo y las necesidades de mano de obra invertidos en la plantación.

##### Exposición a la luz solar

En las plantaciones de regadío el principal factor limitante es la exposición de los árboles a la luz solar. La disposición de la plantación debe garantizar una correcta iluminación de la masa foliar y de los frutos, evitando, en la medida de lo posible, el sombreado entre árboles.

#### 3.5.2.3. Evaluación de las alternativas

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

- **Marco real.** Los árboles van dispuestos en los vértices de cuadrados. Esta alternativa ha sido una de las disposiciones de plantación más empleadas hace años. Esta disposición posibilita un aprovechamiento racional del terreno, permitiendo realizar labores cruzadas. Es una disposición adecuada para terrenos llanos, plantaciones poco densas, árboles formados en vaso y condiciones de secano.

- **Disposición rectangular o en líneas.** Los árboles van situados en los vértices de un rectángulo. El sistema rectangular o en líneas es la disposición más empleada en la actualidad en plantaciones de manzano en regadío, de densidad media o elevada. Esta disposición permite dejar una calle suficientemente amplia para el paso del tractor con distintos aperos.
- **Disposición al tresbolillo.** Los árboles se sitúan en los vértices de un triángulo equilátero. Con esta disposición se consigue un aprovechamiento bueno muy bueno del terreno, posibilitando, al mismo tiempo, una elevada densidad de plantación. A igual marco de plantación que en el marco real se consigue una mayor densidad de árboles, pero con una más difícil mecanización. En el caso del manzano, esta disposición se ha empleado muy poco

En la Figura 2. se muestra una representación gráfica de cada una de las alternativas.

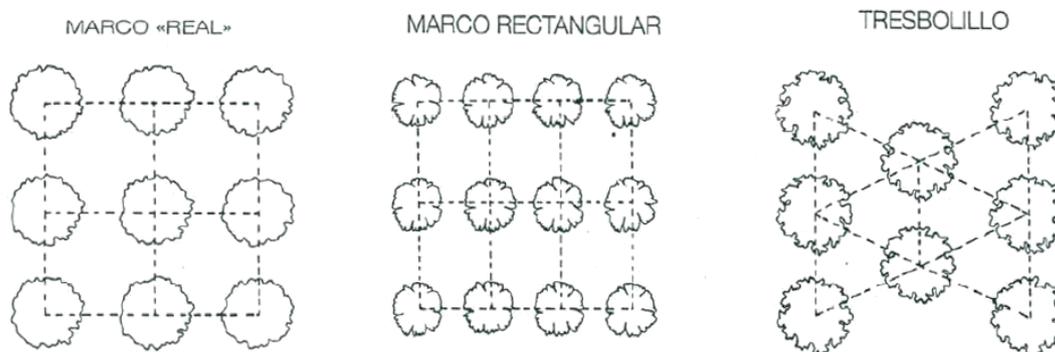


Figura 2. Representación gráfica de la disposición en marco real, en líneas y al tresbolillo

#### 3.5.2.4. Análisis multicriterio de las alternativas

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

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

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

Factor	Coef.	Marco real	Marco rectangular	Tresbolillo
Densidad de plantación	2,0	2	4	4
Vigor de los árboles	1,5	4	3	3
Mecanización de las operaciones	1,5	3	4	1
Exposición a la luz solar	1,0	4	3	4
Total		18,5	21,5	18

### 3.5.2.5. Alternativa elegida

Una vez comparadas las alternativas y en función del resultado obtenido en el análisis multicriterio, se opta por elegir la alternativa con mayor puntuación, el marco rectangular o en líneas. Esta disposición se adapta correctamente a plantaciones densas, aprovecha perfectamente los recursos del terreno y facilita las labores de cultivo en la dirección de la línea de árboles.

### 3.5.3. Densidad y marco de plantación

La densidad de la explotación es el número de árboles que entran en una hectárea de plantación.

#### 3.5.3.1. Identificación de las alternativas

Las plantaciones frutales se clasifican en función de su densidad, diferenciando plantaciones de baja densidad, plantaciones de densidad media, plantaciones densas y plantaciones muy densas o de alta densidad.

#### 3.5.3.2. Criterios de valor

Los factores principales que determinan la densidad y el marco de plantación pueden ser los siguientes:

##### Potencial productivo

La intensificación del cultivo suele ir asociada a la obtención de cosechas más abundantes. Por lo tanto, conviene establecer plantaciones densas para maximizar la rentabilidad de la explotación.

##### Vigor de los árboles

El vigor del árbol, resultante de la combinación entre patrón y variedad, determina el tamaño final de éste. En cuanto a la densidad de plantación, conviene encontrar un equilibrio entre un buen aprovechamiento del terreno y dejar una separación suficiente entre los árboles para que estos puedan desarrollarse correctamente, evitando problemas de sombreamientos, además de poder realizar adecuadamente las labores de cultivo. En la plantación en proyecto los árboles van a presentar un vigor reducido, lo que va a permitir reducir el marco de plantación y aumentar la densidad de la plantación.

### Sistema de poda de formación

Se debe considerar el volumen que ocupa cada árbol, en función de su sistema de formación, así como la facilidad para realizar las labores de poda, de forma manual y mecánica.

#### 3.5.3.3. Evaluación de las alternativas

Actualmente se tiende a aumentar la densidad de plantación en los cultivos leñosos, utilizando árboles de pequeño desarrollo, especialmente en frutales de pepita. Las opciones en la elección de la densidad de plantación son las siguientes.

- **Plantaciones tradicionales o de baja densidad.** En este tipo de plantaciones, con un número de pies reducido, se suelen emplear árboles de vigor elevado con un desarrollo importante, dado que la distancia entre estos permite su crecimiento. El sistema de formación más adecuado en estas plantaciones es el vaso. Sin embargo, el potencial productivo de las plantaciones tradicionales, poco densas, es relativamente bajo y los costes de producción por árbol elevados.
- **Plantaciones densas.** Este tipo de plantaciones emplea un número más elevado de pies por hectárea, por lo que el vigor de los árboles debe ser menor para evitar sombros y facilitar la mecanización del cultivo. El sistema de poda de formación más frecuente hoy en día es el eje central. El potencial productivo de estas plantaciones densas es más elevado, aunque la inversión inicial es mayor. A pesar de ello, la rentabilidad es mayor y el coste de producción por árbol es menor.
- **Plantaciones de alta densidad.** El empleo de una elevada densidad de árboles exige el empleo de variedades de bajo vigor, con sistemas de poda de formación que permitan obtener árboles compactos. En consecuencia, el sistema de formación más adecuado para estas plantaciones es el muro frutal. El potencial productivo es muy elevado, al igual que la mecanización del cultivo. Sin embargo, la inversión inicial es muy elevada, lo que puede suponer un descenso de la rentabilidad si no se realiza un manejo adecuado del cultivo. Este tipo de plantaciones aún se encuentran en fase experimental.

#### 3.5.3.4. Análisis multicriterio de las alternativas

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

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

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

Factor	Coef.	Plantación tradicional	Plantación semiintensiva	Plantación alta densidad
Productividad	2,0	2	4	4
Vigor	1,5	2	4	3
Sistema de poda de formación	1,0	4	4	3
Total		11	18	15,5

### 3.5.3.5. Alternativa elegida

Una vez comparadas las alternativas y en función del resultado obtenido en el análisis multicriterio, se opta por elegir la plantación densa, al ser la que ha obtenido una mayor puntuación.

En plantaciones de manzano densas, la densidad va de 1.600 a 3.000 árboles por hectárea con un marco de plantación de 3,5 – 4,2 x 0,9 – 1,5 metros. Teniendo en cuenta el vigor reducido del portainjerto y la correspondiente a la variedad (medio, medio-alto), se va a optar por una densidad de 2.080 árboles por hectárea, con un marco de 4 x 1,2 m.

### 3.5.4. Diseño de la polinización

El diseño de la polinización varía en función del tipo de polinización, ya sea anemófila o entomófila, y del método de recolección de la fruta, que puede realizarse mezclando la fruta o haciendo varias pasadas para recoger cada variedad por separado.

Es conveniente buscar una disposición regular y homogénea de los polinizadores que no complique demasiado los trabajos de plantación, ni cree problemas a la hora de realizar determinadas técnicas de cultivo. En la Figura 3. se muestran los distintos modos de disponer los polinizadores en la explotación.

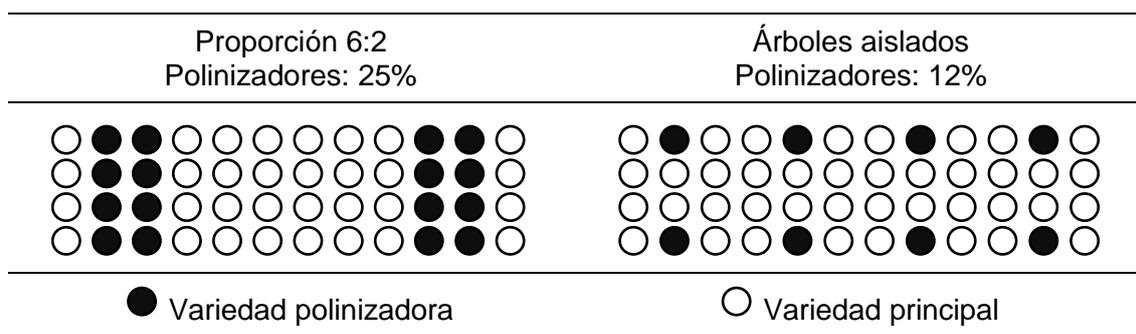


Figura 3. Disposición de los árboles polinizadores en la plantación

La recolección de la fruta se facilita si se disponen filas completas con árboles de la misma variedad, especialmente cuando interesa hacerla separadamente para no mezclar fruta de variedades diferentes y la maduración de éstas no es simultánea. También, es necesario disponer de un número suficiente de árboles polinizadores, priorizando a la variedad base, grupo Golden. Por ello, se decide instalar los polinizadores en líneas completas, en proporción 6:2.

### 3.5.5. Orientación de las filas

Es necesario decidir la orientación de las filas. Para ello, hay que considerar tres factores fundamentales: iluminación, dirección de los vientos dominantes y contorno de la plantación. La orientación de las filas se determinará conjugando el efecto de esos factores y tratando de disminuir el más desfavorable.

#### 3.5.5.1. Identificación de las alternativas

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

#### 3.5.5.2. Criterios de valor

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

##### Iluminación

Las filas deben orientarse en la dirección Norte-Sur, pues con ello se consigue una iluminación uniforme en ambas caras de la fila de árboles, que repercute en un mayor equilibrio de la vegetación.

##### Dirección de los vientos dominantes

El viento puede afectar negativamente a la plantación, en particular si se canaliza por las calles afectando a todos los árboles de esta. Este inconveniente puede evitarse con la instalación de cortavientos; pero aun así, una disposición de las filas en la dirección perpendicular a los vientos dominantes permite que las primeras filas protejan al resto de la plantación. Es evidente que una disposición de este tipo está justificada siempre que asegure una buena iluminación de la plantación. En la zona donde se va a ubicar el proyecto no va a haber problemas por vientos dominantes, ya que son de baja intensidad.

##### Aprovechamiento del terreno y optimización de las labores

Desde un punto de vista económico, las filas deberían orientarse de forma que coincidan con la longitud máxima de las parcelas, al objeto de disminuir, en lo posible, los tiempos muertos de maquinaria, y de facilitar las operaciones de cultivo.

#### 3.5.5.3. Evaluación de las alternativas

Teniendo en cuenta la conformación de la parcela, las dos principales alternativas para la orientación de las líneas de árboles son las siguientes.

- **Orientación Norte – Sur.** Las espalderas orientadas en dirección Norte-Sur, o próxima a ésta, presentan una buena distribución de la luz, ya que las caras Este y Oeste reciben una insolación similar.
- **Orientación Este – Oeste.** En esta orientación, las diferencias en la distribución de la luz son muy notorias, ya que la cara norte recibe muy pocas horas de sol directo.

En ambas alternativas, hay que garantizar que las líneas quedan dispuestas conforme a la forma de la parcela.

#### 3.5.5.4. Análisis multicriterio de las alternativas

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

La Tabla 6 muestra la matriz de efectos para las orientaciones consideradas. Cada característica se puntúa en una escala de 1 (muy desfavorable) a 5 (muy favorable). Los coeficientes de ponderación pueden ser 0,5, 1,0, 1,5 y 2,0, en función de la importancia relativa del factor en cuestión. El resultado final para cada orientación se obtiene de realizar el sumatorio del producto de cada parámetro por su coeficiente de ponderación. Se considera que la orientación más interesante para su uso en la explotación es aquella que obtiene una mayor puntuación.

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

Factor	Coef.	Norte - Sur	Este - Oeste
Iluminación	1,5	4	2
Vientos dominantes	0,5	3	4
Aprovechamiento del terreno	1,5	5	4
Total		15	11

#### 3.5.5.5. Alternativa elegida

Por orden de preferencia, la orientación de las líneas que se va a establecer en la plantación en proyecto será la Norte – Sur. Se modificará ligeramente para que guarde paralelismo con los límites de la parcela, que prácticamente atienden a la dirección Norte – Sur. Con esta elección se consigue un correcto aprovechamiento del terreno y una alta optimización del tiempo invertido en las operaciones de cultivo.

### 3.6. Elección de las técnicas de cultivo

A continuación se detallan todas las alternativas vinculadas a las técnicas de cultivo que se van a desarrollar en la explotación. Entre ellas se incluye la poda de formación, el sistema de riego, la fertilización, el mantenimiento del suelo, el método de defensa contra heladas primaverales y el sistema de recolección.

#### 3.6.1. Poda de formación

##### 3.6.1.1. Identificación de las alternativas

Actualmente, los sistemas de formación más habituales en el cultivo del manzano en plantaciones densas son la formación en eje central (en todas las modalidades) dando lugar a plantaciones con una rápida entrada en producción, el muro frutal proporcionando plantaciones con elevadas producciones y una buena mecanización en las operaciones de cultivo, y pal-spindle para combinaciones variedad-patrón de vigor medio-alto. Este último sistema de formación permite configurar plantaciones algo menos densas, pero con un buen manejo del árbol.

##### 3.6.1.2. Criterios de valor

Los criterios a tener en cuenta en la elección del sistema de poda de formación son los siguientes.

### Características propias del sistema de formación

Se deben de tener en cuenta todas las características que implica el sistema de formación, como los costes derivados de las operaciones de poda, necesidad de personal especializado, rapidez de entrada en producción, producción total de la plantación adulta o la necesidad de elementos auxiliares de apoyo.

### Material vegetal elegido

Dentro de la especie, hay que tener en cuenta el vigor de la combinación patrón-variedad y la tendencia natural del crecimiento (basal o apical) de la variedad.

### Densidad de la plantación

El sistema de poda de formación condiciona en gran medida el tamaño final del árbol y, por ello, del número de árboles que entran en una hectárea de plantación. El desarrollo de los árboles debe ser compatible y acorde con la densidad de plantación elegida.

### Facilidad para realizar las operaciones de cultivo

La forma y tamaño de los árboles debe permitir una adecuada mecanización del cultivo y buena eficiencia en la aplicación de las labores.

#### 3.6.1.3. Evaluación de las alternativas

A continuación se desarrollan las alternativas más empleadas en la actualidad en el cultivo del manzano.

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

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

El sistema de formación en eje central permite un desarrollo más natural del árbol, rapidez de formación y facilidad de poda, reduciendo considerablemente las necesidades de mano de obra en esta operación. El árbol presenta también una buena aireación e insolación en el interior de la copa y una entrada en producción rápida, así como una gran facilidad de renovación de las ramas laterales y de fructificación. La mayor dificultad, en este sistema de poda, consiste en mantener perfectamente equilibrado el árbol a lo largo de los años.

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

- **Pal-spindle.** Se trata de una formación intermedia entre la palmeta y el eje central. El árbol consta de una base en forma de palmeta (integrada por un primer piso de la palmeta) y un eje central que integra el resto del árbol.

Este sistema de formación está especialmente indicado para el manzano, utilizando variedades standard sobre portainjertos de mediano vigor (EM-7, MM-106 y MM-111) en suelos fértiles.

Los árboles formados en pal-spindle disponen de una buena estructura en su base, que permite absorber gran parte del vigor de la planta, posibilitando, al mismo tiempo, una mecanización adecuada del cultivo. El resto del árbol formado en eje central permite una adecuada penetración de la luz, así como una constante y fácil renovación de las ramas, a medida que van envejeciendo. La entrada en fructificación del árbol es relativamente rápida. Este sistema de poda requiere la instalación de una estructura de apoyo en la plantación.

- **Muro frutal.** El árbol se conduce a través de un sistema en espaldera, que llena el espacio sobre la línea. La poda con barras largas perfila la planta en los costados, haciéndola ordenada, delgada y plana, favoreciendo la producción de toda la fruta muy cerca de la superficie del follaje. Las distancias de plantación entre hileras deben ser entre 3,0 y 3,3 metros, y sobre hileras de 0,8 a 1,5 metros, lo que da densidades de plantación de entre 2.020 y 4.160 árboles/ha.

#### 3.6.1.4. Análisis multicriterio de las alternativas

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

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

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

Factor	Coficiente	Eje central	Pal-Spindle	Muro frutal
Características del sistema de formación	1,0	4	2	3
Material vegetal	1,0	4	2	3
Densidad de plantación	0,5	4	4	5
Operaciones de cultivo	1,5	3	4	3
<b>Total</b>		<b>14,5</b>	<b>12,0</b>	<b>13</b>

### 3.6.1.5. Alternativa elegida

El sistema de poda de formación elegido es el eje central, ya que ha obtenido una mayor puntuación en el análisis multicriterio. Es el sistema más empleado en plantaciones actuales de manzano densas, ya que permite aumentar la cantidad de árboles por hectáreas incrementando su rendimiento y una pronta entrada en producción.

### 3.6.2. Sistema de riego

La mayoría de las plantaciones frutales se encuentran en regadío, ya que permite obtener una producción óptima de una calidad aceptable. Un buen manejo del agua de riego influye, además, en la nutrición mineral de los árboles, por una mejor asimilación de los elementos esenciales, y puede incluso disminuir la incidencia de ciertas plagas o enfermedades.

#### 3.6.2.1. Identificación de las alternativas

Existen diversos métodos de riego aptos para su utilización en cultivos leñosos frutales. Se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- **Riego por gravedad.** Incluye dos variantes importantes, como son el riego por inundación y riego por surcos.
- **Riego a presión.** Incluye fundamentalmente el riego por aspersión, el riego por goteo y el riego por microaspersión.

#### 3.6.2.2. Criterios de valor

Los criterios que se van a analizar para decidir el sistema de riego a instalar en la plantación son los siguientes:

##### Factores climáticos

La elección del sistema de riego puede estar condicionada por el clima de la zona, en particular por la frecuencia e intensidad de los vientos. Estos pueden provocar pérdidas de agua por evaporación y problemas en la distribución del agua de riego. Este factor afecta en mayor medida a los métodos de riego a presión que a los de gravedad. Las pérdidas y problemas de distribución se verán agravadas en aquellos sistemas en los que el agua se distribuye a través de finas gotas (o pulverización).

##### Características del terreno

La parcela tiene una textura franco-arenosa, por lo que necesitará de riegos frecuentes que permitan mantener un bulbo húmedo casi permanente. Esto se debe a la fracción de arena del suelo, que facilita una percolación del agua y que, por lo tanto, deja de ser aprovechable.

##### Uniformidad y eficiencia del riego

Se persigue un sistema de riego que proporcione un reparto uniforme del agua de riego por toda la plantación.

### Calidad del agua de riego

Un alto contenido de sales disueltas en el agua de riego, aparte de provocar una salinización del suelo regado y una precipitación de estas sobre la superficie vegetativa del árbol, pueden obstruir los emisores del sistema de riego a presión, impidiendo su correcto funcionamiento.

### Necesidades de mano de obra

Se persigue un sistema de riego que reduzca las necesidades de mano de obra en la plantación, disminuyendo sus costes y aumentando la rentabilidad de la plantación.

### Coste del sistema

Cada sistema de riego lleva asociado un coste de instalación, mantenimiento y energía. A mayor coste, menor es la rentabilidad de la explotación. Este criterio penaliza las alternativas que suponen un mayor desembolso, como son los sistemas de riego a presión frente a los de gravedad.

#### 3.6.2.3. Evaluación de las alternativas

Se diferencian cuatro tipos de alternativas, dos correspondientes a sistemas de riego por gravedad (riego por inundación y riego por surcos) y otros dos pertenecientes a sistemas de riego a presión: el riego por aspersión y el riego localizado, en sus diferentes variantes, el riego por goteo y por microaspersión. A continuación se detallan las características de cada alternativa.

- **Riego por inundación.** El riego por inundación es el sistema más antiguo y, en la actualidad, aún uno de los más utilizados. Este sistema requiere una buena nivelación del terreno, con pendientes inferiores al 1%, y un gran flujo de agua, del orden de 1,6 l/seg y ha, para cubrir todo el suelo. En ocasiones, los costes de nivelación y las disponibilidades de agua limitan la utilización de este sistema.

Sus principales ventajas son de orden económico, pues, en terrenos relativamente llanos y buena nivelación, es, posiblemente, el sistema más barato. Por otro lado con los costes de labores y de mantenimiento son moderados. Las limitaciones más importantes se refieren a la dificultad de aplicación del agua eficientemente, pues las pérdidas por percolación pueden ser elevadas al principio de las tablas de riego, en particular en suelos arenosos. Como las necesidades de agua son elevadas, si ésta es limitada o cara es preferible la elección de otro sistema.

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

- **Riego por surcos.** El riego por surcos es otro sistema de riego por gravedad que requiere, asimismo, una buena nivelación del terreno. No obstante, la nivelación puede ser menor que por inundación y puede utilizarse con pendientes inferiores al 2%. Si la pendiente es superior puede causar graves problemas de erosión. El riego por surcos es adecuado en suelos donde la penetración del agua es lenta. Requiere, en general, menos flujo de agua que por inundación, del orden de 1,2 a 1,6 l/seg y ha.

La principal ventaja de este sistema es el bajo coste de instalación en suelos nivelados. Asimismo, permite la utilización de sifones y otras técnicas para alimentar los surcos, que facilitan su manejo. Las limitaciones son similares a las del riego por inundación, con altas pérdidas por percolación al comienzo del surco, por lo que la eficiencia del riego es del orden del 40 al 70%. Los costes de las labores para la preparación de los surcos son, por otra parte, mayores que en otros sistemas. Sin embargo, este sistema permite la aplicación uniforme de pequeñas cantidades de agua mejor que por inundación.

Para asegurar una mayor uniformidad, el agua debería alcanzar el final de los surcos en  $1/5$  o  $1/4$  del tiempo total de riego, y éstos deben estar juntos para asegurar un reparto eficiente. La separación entre surcos debe estar comprendida entre 75 y 150 cm, según la textura del suelo. El tiempo normal de riego debe ser inferior a 24 horas, para aumentar la eficiencia y no propiciar condiciones favorables para el desarrollo de patógenos del suelo.

- **Riego por aspersión.** El riego por aspersión se aplica, fundamentalmente, en terrenos de topografía irregular, no nivelados, o en suelos poco uniformes o porosos, con una velocidad de infiltración es excesiva o inadecuada. Asimismo, si la disponibilidad de agua es limitada, o si se requiere una protección antiheladas, el riego por aspersión resulta adecuado.

La principal ventaja de este sistema es su utilización en terrenos donde los costes de nivelación son elevados. Con independencia de ello, la aspersión evita pérdidas excesivas por percolación, en comparación con los sistemas por gravedad, y permite una buena uniformidad en la distribución del agua. Elimina, por consiguiente, algunos problemas de drenaje y la construcción de caballones para el riego. La principal limitación del sistema es elevado coste inicial de instalación y el de energía. El agua de riego debe contener pocas sales, pues al depositarse en las hojas pueden producir daños de consideración. Asimismo, puede fomentar el desarrollo de enfermedades si moja la copa del árbol. Para evitar estos problemas se recomienda la utilización de aspersores de ángulo bajo en las plantaciones.

El sistema de aspersión puede ser móvil, semipermanente o permanente, en función del material que sea necesario desplazar entre riegos. En los sistemas fijos o permanentes, es necesario cuidar el diseño del riego para no dificultar las labores de cultivo. Con independencia de la movilidad del sistema, el riego por aspersión requiere un flujo continuo de agua de 1 l/seg y ha, algo inferior a los riegos por gravedad. La necesidad de agua aumenta hasta 7 l/seg y ha en el caso de su utilización para la protección antiheladas. Normalmente, la aplicación de agua es de 2 a 4 mm/hora, salvo en suelos con problemas de permeabilidad donde debe descender a 1,5 o 2 mm/hora. La eficiencia del riego debería ser del orden del 85% con vientos en calma.

- **Riego por goteo.** El riego por goteo es el sistema más moderno de riego y consiste, básicamente, en la aplicación frecuente de agua a un volumen de suelo limitado y con un consumo inferior a cualquier otro sistema. El agua se aplica mediante emisores llamados goteros.

Las principales ventajas del riego por goteo se derivan de la posibilidad de regar si se dispone de poca cantidad de agua, si ésta es cara, si la topografía del terreno es irregular, o en suelos de permeabilidad inadecuada para otros sistemas. Como este

sistema de riego moja poco volumen de suelo, el crecimiento de malas hierbas se reduce en la plantación, pues éstas se concentran alrededor de los goteros y es fácil controlarlas con el empleo de herbicidas. Las aplicaciones frecuentes también diluyen las sales en el suelo, y hace posible el empleo de agua más salina que con cualquier otro sistema. Sin embargo, las sales se acumulan en la periferia del bulbo mojado y en la superficie cuando cesa el riego, por lo que si las lluvias de otoño son insuficientes para el lavado de las sales, hay que seguir regando o proceder al lavado por cualquier otro sistema. El riego frecuente, por otra parte, mejora la disponibilidad de agua por las plantas y puede mejorar la absorción de nutrientes aplicados por el riego.

La limitación más importante es la obstrucción de los goteros por las partículas del suelo, por precipitados de material inorgánico o por el material orgánico portado por el agua. Esto hace disminuir la uniformidad del riego y puede causar daños en los árboles. Si ocurre con frecuencia, aumenta considerablemente el coste de desatasque de los goteros. Por otra parte, si la recolección es mecánica, las zonas húmedas provocan atascos en la maquinaria, y es necesario cortar el riego para evitar estos problemas.

El flujo de agua en los goteros es variable, según la presión, y puede estar comprendido entre 2 y 7,5 l/hora. El sistema debe tener capacidad para aplicar la máxima demanda diaria en no más de 16 horas, al objeto de tener tiempo para revisiones, averías, atascos, etcétera.

- **Riego por microaspersión.** El riego por microaspersión es una variante del riego por aspersión, ya que lanza a presión cortinas de gotas de agua que salen de un emisor, pero con menor alcance y gotas más pequeñas.

Se trata de un sistema muy versátil, su uso supone un ahorro de agua en comparación con el riego por aspersión tradicional o sistemas de riego por gravedad. La distribución del agua es muy uniforme y es menos probable que se obstruyan los emisores, pues los conductos y la velocidad del agua son mayores. Es un sistema más cómodo y requiere menos esfuerzo físico, además permite su automatización. Mejora la lixiviación del suelo de forma que aleja las sales perjudiciales de las raíces de la planta y es apto para terrenos irregulares con desniveles y pendientes.

Como inconvenientes, este sistema de riego requiere una alta inversión inicial, puede interferir en labores de cultivo o de acondicionamiento del terreno, su alta exposición aumenta la facilidad de avería o rotura, las boquillas y reguladores de presión pueden taponarse y los fuertes vientos pueden afectar a la uniformidad del riego.

#### 3.6.2.4. Análisis multicriterio de las alternativas

A continuación se va a realizar un análisis multicriterio, en función de los factores mencionados anteriormente.

La Tabla 8. muestra la matriz de efectos para los sistemas de riego considerados. Cada característica se puntúa en una escala de 1 (muy desfavorable) a 5 (muy favorable). Los coeficientes de ponderación pueden ser 0,5, 1,0, 1,5 y 2,0, en función de la importancia relativa del factor en cuestión. El resultado final para cada sistema de riego se obtiene de realizar el sumatorio del producto de cada parámetro por su

coeficiente de ponderación. Se considera que el sistema de riego más interesante para su uso en la explotación es aquél que obtiene una mayor puntuación.

Tabla 8. Matriz de efectos para la elección del sistema de riego

Factor	Coef.	Riego por inundación	Riego por surcos	Riego por aspersión	Riego por goteo	Riego por microaspersión
Factores climáticos	1,0	3	3	2	3	3
Características del terreno	1,0	1	1	2	4	4
Eficiencia del riego	1,5	1	2	5	5	4
Calidad del agua	0,5	4	4	4	4	4
Mano de obra	1,0	1	1	4	5	5
Coste del sistema	1,5	4	4	3	3	1
Total		14,5	16	22	26	21,5

### 3.6.2.5. Alternativa elegida

El riego más aconsejable y el que más se adapta a los criterios anteriores, es el riego localizado, optando por el método de riego por goteo. Este sistema de riego es el que mayor eficiencia tiene, permite la fertirrigación y la automatización del riego.

### 3.6.3. Fertilización

Los objetivos del empleo de fertilizantes en la explotación son obtener el máximo rendimiento en la producción, mejorar la calidad del fruto, minimizar el impacto ambiental del uso de dichos fertilizantes y reducir el tiempo y necesidades de energía.

#### 3.6.3.1. Identificación de las alternativas

Podemos distinguir tres formas de aplicar los abonos o fertilizantes, dependiendo de los diferentes productos, sus cualidades y los resultados que necesitamos en nuestros cultivos.

Estos tres métodos son la aplicación radicular, aplicación foliar y la fertirrigación.

#### 3.6.3.2. Criterios de valor

Los criterios que se van a tener en cuenta para determinar el sistema de fertilización son los siguientes:

##### Eficiencia de aplicación

Se busca una óptima distribución y aplicación de los fertilizantes a los árboles. Alcanzando de esta forma un reparto homogéneo del fertilizante y un aprovechamiento máximo de dicho recurso por los manzanos.

##### Mano de obra

Para la aplicación de fertilizantes es necesaria una adecuada formación por parte del fruticultor para desempeñar la tarea con eficacia y eficiencia. Aplicando los

fertilizantes en el momento adecuado aumenta los rendimientos, reduce las pérdidas de nutrientes, aumenta la eficiencia del uso de nutrientes y previene daños al medio ambiente.

Es necesario tener en cuenta que el promotor del proyecto persigue el objetivo de reducir la mano de obra necesaria, por ello se puntuará positivamente esta reducción en las alternativas propuestas.

#### Coste del sistema

Entre los costes del sistema se incluye el equipo de aplicación, el mantenimiento y la energía. Cada método de fertilización lleva asociado un coste diferente. Se busca aquel que proporcione a la explotación una mayor rentabilidad, valorando positivamente aquellas alternativas que no exijan una alta inversión económica para realizar esta labor.

#### 3.6.3.3. Evaluación de las alternativas

Los sistemas de fertilización más habituales en las plantaciones de manzano actuales son los siguientes:

- **Aplicación radicular.** Consiste en aplicar el fertilizante de manera directa o diluida en agua, en la base de la planta o en el sustrato, para que los nutrientes se encuentren presentes lo más cercano a sus raíces y éste pueda ser aprovechado por la planta. Esta fertilización permite que las plantas capten los nutrientes en forma adecuada con un suelo firme y un drenaje adecuado, para que se aproveche durante un período de tiempo más prolongado, pero si un suelo es muy suelto, el agua de riego escurrirá rápidamente y no podrá ser aprovechada por las raíces.

Si se usan productos químicos hay que tener especial cuidado en la dosis para no quemar sus raíces. Una mala aplicación puede llegar a matar a la planta.

- **Aplicación foliar.** La misión de los fertilizantes de aplicación foliar es la de poner a disposición de planta de una forma rápida los nutrientes primarios como el fósforo, el potasio y el nitrógeno, ya sea de forma combinada o individual. Este tipo de aplicación es ideal para corregir las deficiencias en las plantas en los momentos que los nutrientes se encuentran muy fijados en el suelo, y los cultivos no pueden asimilarlos de forma óptima.

Se aplica en forma similar a la lluvia y son absorbidos por las hojas. Este tipo de aplicación suele usarse como complemento a los fertilizantes o abonos de suelo, o cuando las condiciones del suelo limitan la absorción de nutrientes por las raíces.

Al ser absorbidos foliarmente sus efectos en los cultivos se aprecian con mucha rapidez. Es conveniente para un uso eficaz de la aplicación foliar, tener en cuenta factores como, el calor, la humedad y la luz que puede interferir en su asimilación por parte de las plantas.

Es conveniente conocer que la cantidad de macronutrientes que se pueden suministrar por aplicación foliar es limitada, por lo cual con este método no se pueden asegurar todas las necesidades nutricionales de las plantas.

- **Aplicación con el agua de riego (fertirrigación).** La fertirrigación es una técnica que permite la aplicación simultánea de agua y fertilizantes a través del sistema de

riego. Se trata por tanto de aprovechar los sistemas RLAF (Riegos Localizados de Alta Frecuencia) para aplicar los nutrientes necesarios a las plantas. A pesar de utilizarse en múltiples sistemas RLAF, la técnica de la fertirrigación está totalmente extendida en el caso del riego por goteo.

Este sistema de fertirrigación presenta numerosas ventajas, ya que el agua y los nutrientes quedan perfectamente localizados en la zona de absorción de las raíces y se pueden establecer diferentes planes de fertilización en consonancia con el estado fenológico del cultivo o en función de las curvas de absorción de los nutrientes. Permite la posibilidad de corregir rápidamente cualquier deficiencia nutritiva del cultivo. Se puede emplear en aguas de baja calidad agronómica. Este es un aspecto muy importante a considerar, ya que con un buen manejo y los conocimientos necesarios, podemos utilizar aguas de baja calidad (Conductividad eléctrica superiores a 3 dS/m). Además de garantizar un uso más racional del agua y los fertilizantes. Una incidencia directa sobre la capacidad productiva del cultivo. Respeto del medio ambiente y un mínimo impacto ambiental.

#### 3.6.3.4. Análisis multicriterio de las alternativas

A continuación se va a realizar un análisis multicriterio, en función de los factores mencionados anteriormente.

La Tabla 9. muestra la matriz de efectos para los sistemas de fertilización considerados. Cada característica se puntúa en una escala de 1 (muy desfavorable) a 5 (muy favorable). Los coeficientes de ponderación pueden ser 0,5, 1,0, 1,5 y 2,0, en función de la importancia relativa del factor en cuestión. El resultado final para cada sistema de fertilización se obtiene de realizar el sumatorio del producto de cada parámetro por su coeficiente de ponderación. Se considera que el sistema de fertilización más interesante para su uso en la explotación es aquel que obtiene una mayor puntuación.

Tabla 9. Matriz de efectos para la elección del sistema de fertilización

<b>Factor</b>	<b>Coef.</b>	<b>Radicular</b>	<b>Foliar</b>	<b>Fertirrigación</b>
Eficacia de aplicación	2	2	3	5
Mano de obra	0,5	3	2	4
Coste del sistema	1,5	2	2	3
<b>Total</b>		<b>8,5</b>	<b>9,0</b>	<b>19,0</b>

#### 3.6.3.5. Alternativa elegida

En función del resultado obtenido en la matriz de efectos, se opta por elegir la fertirrigación como sistema de fertilización en el presente proyecto. Esta decisión viene respaldada por las numerosas ventajas que presenta dicho sistema.

La fertirrigación tiene una alta eficiencia de aplicación, mantiene el sistema radicular del manzano en condiciones óptimas de agua y nutrientes y no emplea el suelo como reservorio de nutrientes, reduciendo las pérdidas de nutrientes en el suelo. El único problema que puede presentar es la obturación de los emisores del ramal de riego.

### 3.6.4. Mantenimiento del suelo

Las técnicas de mantenimiento del suelo son una serie de labores que se realizan para controlar la vegetación espontánea, evitar la formación de costra superficial del terreno, mejorar la capacidad de retención del agua del suelo y evitar los problemas de escorrentía.

#### 3.6.4.1. Identificación de las alternativas

El mantenimiento del suelo en plantaciones frutales puede realizarse por diversos métodos, que incluyen métodos mecánicos, químicos, biológicos, o una combinación de varios de ellos.

#### 3.6.4.2. Criterios de valor

##### Condicionantes ecológicos

En cuanto a la pluviometría, tanto por su cantidad como por su irregular distribución a lo largo del año, condiciona las posibilidades de implantación y desarrollo de cubiertas vegetales. En cuanto a las heladas primaverales, el riesgo es menor en terrenos compactados y limpios de vegetación. La estructura del suelo, el nivel de nutrientes, la permeabilidad del perfil y el contenido en materia orgánica son factores edafológicos a tener en cuenta en la elección del sistema de mantenimiento del suelo.

##### Condicionantes técnicos

El marco de plantación, la disposición de los árboles, la densidad de plantación, la distribución de las raíces, el porte, edad y vigor del árbol, así como la rusticidad del patrón, son factores importantes en cuanto a la elección del método de manejo del suelo. Además de la superficie y las dimensiones de la parcela, las máquinas a utilizar y el sistema de riego elegido también se han de tener en cuenta en la elección del sistema de mantenimiento del suelo.

##### Condicionantes económicos

Se deben tener en consideración la cuantía de la inversión inicial, las posibilidades de financiación y los costes de establecimiento. Independientemente de la inversión inicial, la comparación de los costes anuales de cada sistema es otro criterio importante para tener en cuenta en la elección del sistema de mantenimiento del suelo.

#### 3.6.4.3. Evaluación de las alternativas

- **Laboreo.** La destrucción de la vegetación espontánea se asegura por operaciones consistentes en remover el suelo; según el apero utilizado será por enterramiento (tipo vertedera), arranque (tipo cultivador), fraccionamiento (tipo fresa). La cava manual y el laboreo con tracción animal quedan hoy en desuso o muy restringido. A pesar de ser uno de los métodos más empleados en las plantaciones frutales, se encuentra en un proceso de regresión debido al gasto que conlleva.
- **No laboreo.** Consiste en la destrucción o control de vegetación de las calles mediante el empleo de productos químicos de acción herbicida. Los problemas que presenta son el elevado uso de herbicidas, compactación del terreno y mayor sensibilidad del cultivo a las heladas invernales.

- **Cubierta vegetal.** Se trata de una alternativa que mantiene el suelo completamente cubierto con una pradera natural. Este sistema presenta una elevada competencia por agua y nutrientes con el cultivo de manzana.
- **Sistema mixto.** Los sistemas mixtos combinan dos de las técnicas mencionadas anteriormente, no laboreo y cubierta vegetal. En este caso se compensan los inconvenientes que presentan ambos sistemas de forma individual. La combinación de labores más frecuente es la de técnicas simultáneas. En ésta se realiza laboreo en las calles y aplicación de herbicidas en las líneas.

#### 3.6.4.4. Análisis multicriterio de las alternativas

A continuación se va a realizar un análisis multicriterio, en función de los factores mencionados anteriormente.

La Tabla 10. muestra la matriz de efectos para los sistemas de mantenimiento del suelo considerados. Cada característica se puntúa en una escala de 1 (muy desfavorable) a 5 (muy favorable). Los coeficientes de ponderación pueden ser 0,5, 1,0, 1,5 y 2,0, en función de la importancia relativa del factor en cuestión. El resultado final para cada sistema de mantenimiento del suelo se obtiene de realizar el sumatorio del producto de cada parámetro por su coeficiente de ponderación. Se considera que el sistema de mantenimiento del suelo más interesante para su uso en la explotación es aquel que obtiene una mayor puntuación.

Tabla 10. Matriz de efectos para la elección del mantenimiento del suelo

Factor	Coef.	Laboreo	No laboreo	Cubierta vegetal	Sistema mixto
Condicionantes ecológicos	1,0	4	2	3	5
Condicionantes técnicos	0,5	1	4	2	4
Condicionantes económicos	1,5	2	3	3	4
Total		7,5	8,5	8,5	13

#### 3.6.4.5. Alternativa elegida

Una vez comparadas todas las alternativas y atendiendo al resultado obtenido en el análisis multicriterio, la alternativa de mantenimiento del suelo elegido es el sistema mixto, mediante cubierta permanente y aplicación de herbicidas en las líneas.

Este sistema mixto protege el suelo de la compactación, reduce la erosión, permite el paso de maquinaria y facilita el trabajo en la explotación. En los primeros años, debido a la juventud de la plantación, el empleo de herbicidas puede presentar algún riesgo para la plantación. Por ello se van a colocar protectores de troncos durante la plantación.

### 3.6.5. Defensa contra las heladas primaverales

#### 3.6.5.1. Identificación de las alternativas

Los métodos de protección contra heladas pueden clasificarse como directos o indirectos. Dentro de los métodos directos están las torres antihelada, el riego por

aspersión y el sistema SIS, sistemas que se ponen en marcha en el momento de la helada. Sin embargo, con los métodos indirectos ayuda a prevenir los efectos de las heladas primaverales, por ejemplo eligiendo especies y variedades más resistentes, cambiando la ubicación de la plantación o con técnicas de cultivo apropiadas. Para la plantación objeto de estudio se analizarán los métodos directos.

#### 3.6.5.2. Criterios de valor

Los criterios que se van a tener en cuenta para determinar el sistema de protección contra heladas primaverales se detallan a continuación:

##### Condiciones climáticas de la zona

La elección del sistema de protección contra heladas está condicionada por el clima de la zona, en particular por la frecuencia e intensidad de las heladas.

##### Eficacia

Se debe establecer un método de defensa seguro y eficaz contra las heladas, aunque éstas alcancen temperaturas muy bajas.

##### Sistema de plantación y técnicas de cultivo

Es necesario cuidar el diseño del sistema de protección contra heladas para no dificultar las labores de cultivo.

##### Costes

Se estudia el coste de inversión, mantenimiento, consumo de energía y mano de obra de cada método de defensa contra heladas, considerando este criterio como negativo ya que, al aumentar los costes se reduce la rentabilidad del proyecto.

#### 3.6.5.3. Evaluación de las alternativas

Los sistemas directos de defensa contra heladas primaverales más habituales en las plantaciones de manzano son los siguientes:

- **Torres antihelada.** Este método de defensa tiene por objeto reducir o evitar el efecto negativo de la inversión térmica. El sistema consiste en generar de forma artificial corrientes de aire, mediante el empleo de estas torres, que permitan mezclar las distintas capas de aire caliente y frío, estratificadas a distintas alturas, aumentando la temperatura en los niveles inferiores, o bien desplazar el aire frío de las capas bajas fuera de la plantación, facilitando el descenso del aire cálido a la altura de los árboles.

Las torres antiheladas pueden ser móviles o estáticas, e ir montados a nivel del suelo o sobre torres de una cierta altura (10 -12 m.), que es lo más normal. Suelen utilizarse motores de 60 a 150 HP., y para mejorar la defensa es habitual asociar varios equipos, de forma que cada uno defienda de 2 a 5 hectáreas.

- **Riego por aspersión.** La defensa anti-heladas mediante riego por aspersión está basada en el desprendimiento de calor que se produce al congelarse el agua, lo que impide el enfriamiento de los órganos del árbol sobre los que se produce la formación del hielo, haciendo que éstos se mantengan a 0° C o un poco por encima de esta

temperatura, siempre y cuando exista agua en estado líquido sobre la superficie del hielo. En consecuencia, el método consiste en aportar el agua necesaria, recubriendo el árbol mediante aspersión sobre la vegetación, mientras duran las condiciones de helada, de tal forma que su congelación continua garantice la protección de los tejidos vegetales frente al frío.

La instalación de riego por aspersión para la defensa anti-heladas exige una cobertura total de la plantación, así como un reparto uniforme del agua sobre la vegetación. Para que la defensa sea eficaz, se han de emplear aspersores con un alcance medio (10-15 m.), adecuadamente distribuidos, que proporcionen una lluvia fina y con una velocidad de rotación próxima a una vuelta por minuto o ligeramente superior.

- **Sistema SIS.** El Sistema de Sumidero Invertido Selectivo (SIS) es un método de defensa, útil para controlar heladas de irradiación, que se basa en la extracción selectiva del aire frío de las capas inferiores al suelo.

El SIS es un equipo mecánico que drena de forma selectiva el aire más frío extrayéndolo y lanzándolo con fuerza fuera de la zona de cultivo. Esto produce un ligero aumento de la temperatura y una disminución de los tiempos de exposición del cultivo al frío, lo que permite reducir los efectos de las heladas.

El sistema de protección consta de una batería de equipos extractores, que se instalan en puntos estratégicos de la plantación. Cada aparato, que puede tener dimensiones variables (hasta 2,3 m. de diámetro), dependiendo de la potencia, dispone de una hélice accionada por un motor. La efectividad de este sistema se puede mejorar mediante la colocación de cortinas naturales o artificiales en determinadas zonas de la plantación.

Este sistema, que únicamente produce incrementos de temperatura leves en la zona de cultivo de 1 ó 2 °C, tiene unos costes de inversión y funcionamiento (sólo necesita de 2 a 6 HP/ha.) relativamente bajos y unos requerimientos mínimos de mano de obra, ya que se puede automatizar fácilmente.

#### 3.6.5.4. Análisis multicriterio de las alternativas

A continuación se va a realizar un análisis multicriterio, en función de los factores mencionados anteriormente.

La Tabla 11. muestra la matriz de efectos para los sistemas de defensa contra heladas primaverales considerados. Cada característica se puntúa en una escala de 1 (muy desfavorable) a 5 (muy favorable). Los coeficientes de ponderación pueden ser 0,5, 1,0, 1,5 y 2,0, en función de la importancia relativa del factor en cuestión. El resultado final para cada sistema de defensa contra heladas primaverales se obtiene de realizar el sumatorio del producto de cada parámetro por su coeficiente de ponderación. Se considera que el sistema de defensa contra heladas primaverales más interesante para su uso en la explotación es aquel que obtiene una mayor puntuación.

Tabla 11. Matriz de efectos para la elección del sistema de defensa contra heladas primaverales

<b>Factor</b>	<b>Coef.</b>	<b>Torres antiheladas</b>	<b>Riego por aspersión</b>	<b>Sistema SIS</b>
Condiciones climáticas	1,5	4	4	2
Eficacia	2	3	4	3
Plantación y técnicas de cultivo	0,5	4	2	4
Costes	1	3	1	2
<b>Total</b>		<b>17</b>	<b>16</b>	<b>13</b>

### 3.6.5.5. Alternativa elegida

Comparadas las alternativas, las dos soluciones más valoradas son las torres antiheladas y el riego por aspersión. Basándose en la puntuación y en la preferencia de la alternativa, la elegida son las torres antiheladas.

#### **4. Descripción de la alternativa a desarrollar**

Se va a realizar una plantación de manzanos en producción integrada. La variedad principal de la plantación va a ser Golden Parsi y Golden Crielaard (del grupo varietal Golden) injertadas sobre M-9 Pajam-2 Cepiland. La variedad secundaria o polinizadora va a ser Brookfield Gala (del grupo varietal Gala) injertada sobre M-9 Pajam-1. Se colocarán 3 líneas de la variedad polinizadora por cada cinco líneas de la variedad principal.

El marco de plantación va a ser rectangular, con una separación entre árboles de 1,20 metros y entre líneas de 4 metros. La densidad de plantación será de 2.080 árboles por hectárea. La orientación de las líneas será N-S, inclinado ligeramente para seguir el contorno limítrofe de la parcela. El sistema de formación de la explotación es en eje central, instalando un sistema de apoyo en espaldera.

El riego se llevará a cabo mediante un sistema de riego localizado por góteros, acoplado a un sistema de fertirrigación. En cuanto al mantenimiento del suelo se va a emplear un sistema mixto de vegetación espontánea en las calles y aplicación de herbicidas en las líneas. Como método de defensa contra heladas se van a instalar torres antiheladas.

# **ANEJO IV: INGENIERÍA DEL PROCESO**

## ÍNDICE ANEJO IV

1. Actividades del proceso productivo .....	1
1.1. Plantación .....	1
1.1.1. Preparación del terreno.....	1
1.1.2. Establecimiento de la plantación .....	2
1.1.3. Cuadro resumen .....	4
1.2. Poda.....	4
1.2.1. Aspectos generales .....	5
1.2.2. Poda de formación.....	5
1.2.3. Poda de fructificación.....	8
1.2.4. Gestión de la madera de poda.....	9
1.2.5. Equipos de poda.....	9
1.2.6. Cuadro resumen .....	9
1.3. Diseño agronómico del riego.....	10
1.3.1. Aspectos generales .....	10
1.3.2. Cálculo de las necesidades de riego.....	10
1.3.3. Número de emisores por árbol y caudal del emisor .....	18
1.3.4. Frecuencia y tiempo de riego.....	20
1.3.5. Límites de utilización del proyecto .....	21
1.3.6. Cuadro resumen .....	23
1.4. Fertilización .....	24
1.4.1. Aspectos generales .....	24
1.4.2. Abonado orgánico.....	25
1.4.3. Abonado mineral.....	28
1.4.4. Cuadro resumen .....	39
1.5. Mantenimiento del suelo.....	40
1.5.1. Aspectos generales .....	40
1.5.2. Cubierta vegetal espontánea en las calles.....	40
1.5.3. Aplicación de herbicida en las líneas de los árboles .....	40
1.5.4. Cuadro resumen .....	40
1.6. Tratamientos fitosanitarios .....	41
1.6.1. Plagas.....	41

---

1.6.2. Enfermedades .....	48
1.6.3. Seguimiento y control de las plagas y enfermedades .....	54
1.6.4. Cuadro resumen .....	57
1.7. Aclareo .....	58
1.7.1. Aclareo manual .....	58
1.7.2. Aclareo mecánico .....	58
1.7.3. Aclareo químico .....	58
1.8. Recolección.....	59
1.8.1. Determinación de la época de recolección.....	59
1.8.2. Ejecución de la recolección.....	60
2. Necesidades del proceso productivo .....	64
2.1. Maquinaria y equipos .....	64
2.1.1. Maquinaria necesaria en la explotación .....	64
2.1.2. Capacidad y tiempos de trabajo.....	66
2.1.3. Consumo de carburante.....	70
2.1.4. Consumo de lubricantes .....	71
2.2. Coste horario de la utilización de la maquinaria.....	71
2.2.1. Costes de las labores alquiladas.....	71
2.2.2. Costes de la maquinaria adquirida.....	72
2.3. Mano de obra .....	72
2.3.1. Mano de obra fija .....	72
2.3.2. Mano de obra eventual .....	73
3. Cuadros del proceso productivo.....	74

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de las labores de plantación.....	4
Tabla 2. Resumen de las labores de poda.....	9
Tabla 3. Evapotranspiración de referencia ( $ET_0$ ) decadiaria, según el método FAO Penman-Monteith .....	10
Tabla 4. Valores de $ET_0$ , $ET_c$ , P, $Pe$ y déficit hídrico decadiario.....	11
Tabla 5. Relación entre $K_1$ y FAS.....	13
Tabla 6. Cálculo de las necesidades netas de riego para el manzano .....	14
Tabla 7. Valores de $E_a$ en climas áridos .....	16
Tabla 8. Valores de CU recomendables en riego localizado referidos a zonas áridas. 17	
Tabla 9. Cálculo de las necesidades totales de riego para el manzano .....	17
Tabla 10. Fórmulas para determinar el diámetro mojado del bulbo en función de la textura .....	18
Tabla 11. Características de los emisores .....	18
Tabla 12. Tiempo de duración del riego decadiario para cada uno de los meses de la campaña de riego.....	21
Tabla 13. Cuadro resumen de riego de la plantación en proyecto. Dosis a aplicar en cada riego, tiempo de aplicación de un riego y tiempo aplicación total al día (expresados en horas).....	23
Tabla 14. Datos característicos del suelo de la parcela y del estiércol para la enmienda orgánica .....	25
Tabla 15. Balance del nivel de materia orgánica en el suelo.....	28
Tabla 16. Necesidades de nitrógeno del manzano por etapas vegetativas .....	29
Tabla 17. Necesidades del manzano en nitrógeno según el estado de desarrollo vegetativo .....	30
Tabla 18. Contenido de nitratos en el agua de riego y aportación anual de nitrógeno al cultivo expresado en kg N/ha .....	31
Tabla 19. Balance de nitrógeno .....	31
Tabla 20. Necesidades de fósforo del manzano por etapas vegetativas .....	32
Tabla 21. Necesidades del manzano en fósforo según el estado de desarrollo vegetativo .....	32
Tabla 22. Balance de fósforo .....	34
Tabla 23. Necesidades de potasio del manzano por etapas vegetativas .....	34
Tabla 24. Necesidades del manzano en potasio según el estado de desarrollo vegetativo .....	34
Tabla 25. Contenido de potasio en el agua de riego y aportación anual de potasio al cultivo expresado en kg $K_2O$ /ha.....	36
Tabla 26. Balance de potasio.....	36
Tabla 27. Necesidades nutritivas de los árboles y cantidad de abono mineral a aportar .....	37
Tabla 28. Calendario de fertirrigación para la plantación en proyecto .....	38
Tabla 29. Cuadro resumen de enmiendas y fertilizantes.....	39
Tabla 30. Cuadro resumen del mantenimiento del suelo .....	41
Tabla 31. Formulados insecticidas permitidos en plantaciones de manzano en producción integrada contra <i>Carpocapsa</i> .....	42

Tabla 32. Formulados acaricidas permitidos en plantaciones de manzano en producción integrada .....	44
Tabla 33. Formulados insecticidas que se pueden emplear en plantaciones de manzano en producción integrada contra la mosca de la fruta.....	45
Tabla 34. Formulados insecticidas que se pueden emplear en plantaciones de manzano en producción integrada contra el piojo de San José.....	46
Tabla 35. Formulados insecticidas que se pueden emplear en plantaciones de manzano en producción integrada contra el pulgón .....	47
Tabla 36. Formulados fungicidas que se pueden emplear en plantaciones de manzano contra moteado .....	49
Tabla 37. Formulados fungicidas que se pueden emplear en plantaciones de manzano contra oídio .....	52
Tabla 38. Formulados fungicidas que se pueden emplear en plantaciones de manzano contra fuego bacteriano .....	54
Tabla 39. Época de control, método de muestreo y umbral de tratamiento para cada plaga o enfermedad del manzano. ....	54
Tabla 40. Previsión de tratamientos de la plantación en proyecto.....	56
Tabla 41. Formulados elegidos para cada plaga y enfermedad, dosis, especificaciones necesarias y plazo de seguridad (PS) en días.....	57
Tabla 42. Formulados de fitorreguladores de crecimiento para el manzano en producción integrada .....	59
Tabla 43. Índices de maduración para determinar el inicio de la recolección mediante penetromía .....	60
Tabla 44. Índices de maduración para determinar el inicio de la recolección mediante refractometría .....	60
Tabla 45. Necesidades de mano de obra y palots para la recolección .....	62
Tabla 46. Datos de velocidad, anchura y eficiencia de cada apero .....	70
Tabla 47. Consumo de carburante.....	71
Tabla 48. Consumo de lubricantes.....	71
Tabla 49. Definición de las necesidades del año 1 .....	74
Tabla 50. Definición de las necesidades del año 2 .....	79
Tabla 51. Definición de las necesidades del año 3 .....	82
Tabla 52. Definición de las necesidades del año 4 .....	87
Tabla 53. Definición de las necesidades del año 5 .....	92
Tabla 54. Definición de las necesidades del año 6 .....	97
Tabla 55. Definición de las necesidades del año 7 .....	102

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Poda de formación en primavera del primer año.....	6
Figura 2. Poda de formación en invierno del primer año .....	7
Figura 3. Poda de formación en invierno a partir del segundo año para favorecer la iluminación en zonas bajas del árbol .....	8
Figura 4. Representación gráfica de la ETo, precipitación y déficit hídrico de la parcela .....	12
Figura 5. Variación del factor de corrección por advección .....	14

## 1. Actividades del proceso productivo

### 1.1. Plantación

La plantación se va a ubicar en el término municipal de Becerril de Campos, provincia de Palencia. Catastralmente, se sitúa en las parcelas 30012 y 80012 del polígono 12, junto al Canal de Castilla. La superficie de la finca, catalogada como parcela de regadío, tiene una superficie de 18,83 ha.

La parcela presenta un contorno regular, con forma de paralelogramo, y un terreno llano. A la explotación se accede mediante un camino colindante con la linde sur de la parcela.

#### 1.1.1. Preparación del terreno

Para poder realizar una correcta plantación es preciso realizar una serie de labores previas en el terreno de la explotación. El objetivo de estas tareas preparatorias del terreno es solventar problemas edafológicos del suelo, mejorar la permeabilidad del terreno, y limpiar la parcela de raíces y vegetación espontánea.

Siguiendo un orden cronológico, las actividades a llevar a cabo para la preparación del suelo son las siguientes:

##### 1.1.1.1. Enmienda orgánica

El suelo de la parcela tiene un contenido bajo en materia orgánica (1,60%), tal y como se muestra en el Anejo I. Condicionantes. Se recomienda disponer en el terreno de un contenido mínimo de materia orgánica del 1,80% para el cultivo de especies leñosas frutales. Por este motivo, es necesario realizar una enmienda orgánica, a fin de incrementar el contenido orgánico actual con las recomendaciones.

La enmienda orgánica se va a realizar en la segunda quincena del mes de octubre. En la enmienda se emplearán 57,03 toneladas de estiércol de vacuno por hectárea, tal y como queda reflejado en el apartado 1.4.2.1. Enmienda orgánica previa a la plantación. Esta labor se va a contratar a una empresa de servicios.

##### 1.1.1.2. Desfonde

Dado que anteriormente se ha realizado la enmienda orgánica, resulta necesario incorporarla al terreno. Esta operación tiene lugar a finales del mes de octubre. Se trata de una labor con un arado de desfonde que voltea el terreno a una profundidad de 80 centímetros. El desfonde tiene como objetivo voltear la tierra para romper la suela de labor, mejorar el drenaje y enterrar el estiércol aportado previamente. Esta operación debe de realizarse con el suelo en tempero.

La labor se va a realizar con maquinaria alquilada y se va a trabajar la totalidad del terreno.

##### 1.1.1.3. Abonado de fondo

Dado que la parcela no presenta deficiencias en nutrientes en cuanto a fósforo y potasio, no será necesario realizar ningún abonado de estos elementos.

#### 1.1.1.4. Labores complementarias

Tras las labores anteriores, es necesario dejar el terreno con las condiciones idóneas para el establecimiento de la plantación, ya que quedará irregular y aterronado después del desfonde.

En la primera semana de noviembre y segunda quincena de enero se van a realizar un par de pases cruzados de cultivador, a una profundidad de entre 12 y 15 centímetros, para dejar el terreno listo, limpio de malas hierbas y facilitar el replanteo.

Se va a emplear en esta operación un tractor de 80 CV con un cultivador.

#### 1.1.2. Establecimiento de la plantación

##### 1.1.2.1. Replanteo

Tras la preparación del suelo, se procede a establecer la plantación. En primer lugar se realiza el replanteo, que consiste en marcar la posición que van a ocupar las líneas de los árboles en la parcela. No es necesario señalar el emplazamiento de cada árbol, ya que la máquina plantadora los coloca donde corresponde.

Esta tarea se realiza con la ayuda de una estación total y de los planos, marcando en primer lugar las calles de servicio y posteriormente las filas de árboles. Al inicio y final de las líneas, en las cabeceras, se instalarán jalones.

##### 1.1.2.2. Compra y recepción de plantones

Los plantones se van a adquirir en un vivero que presenta las suficientes garantías con una antelación suficiente, con el objetivo de garantizar el correcto suministro del patrón y variedad solicitadas. Éstas son Golden Parsi y Golden Crielaard sobre M-9 Pajam-2 Cepiland, y Brookfield Gala sobre M-9 Pajam -1.

La plantación se va a realizar a raíz desnuda, empleando plantones de un año de injerto, presentando un adecuado estado sanitario, buen desarrollo y correctamente certificados. Se comprará en el vivero el aprovisionamiento de 36.674 unidades con cepellón, de las cuales 13.829 son de Golden Parsi sobre M-9 Pajam-2 Cepiland, 13.502 de Golden Crielaard sobre M-9 Pajam-2 Cepiland y 9.343 de Brookfield Gala sobre M-9 Pajam 1. En dichas unidades está incluido un 1% de unidades más para la posterior reposición de marras.

Una vez recibidos los plantones, conviene comprobar su buen desarrollo y estado sanitario.

La recepción de los plantones va a ser a finales de enero. Se recomienda conservar los plantones en zanjas de 50-60 cm de profundidad, localizadas en una zona sombreada, ventilada y con una humedad adecuada, recubriendo sus raíces con tierra o arena húmeda, hasta el momento de realizar la plantación.

Antes de la plantación, los plantones se sacan de las zanjas donde se han conservado y se procede a una poda ligera de raíces, eliminando aquellas demasiado largas o dañadas.

### 1.1.2.3. Plantación

La plantación se va a realizar a mediados del mes de febrero, dentro del período de reposo invernal del manzano. La técnica de plantación va a ser parcialmente mecánica. Para ésta se va a emplear un tractor con reja subsoladora que va abriendo un surco en el terreno. De forma manual, se colocan los plantones en dicho surco a la distancia adecuada (de 1,20 metros). Posteriormente, dos rejas aporcadoras tapan el surco, dejando los árboles correctamente instalados. Este servicio se va a contratar a una empresa externa.

Se deben plantar los manzanos a la misma profundidad a la que se encontraban los plantones en el vivero. Siempre ha de mantenerse la unión del injerto por encima del suelo para evitar el franqueamiento de la variedad.

### 1.1.2.4. Cuidados posteriores a la plantación

Una vez realizada la plantación es preciso efectuar una serie de operaciones que faciliten el enraizamiento, crecimiento y desarrollo de las plantas.

#### 1.1.2.4.1. Instalación del sistema de riego

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

#### 1.1.2.4.2. Riego de plantación

Una vez realizada la plantación es fundamental aplicar un riego, con más motivo aún si no se va a producir ninguna precipitación. Es conveniente humedecer el terreno hasta alcanzar la capacidad de campo en todo el volumen que contiene las raíces del árbol. Se va a emplear el sistema de riego por goteo.

#### 1.1.2.4.3. Revisión de planta

Después del riego de plantación se va a realizar una revisión general de todos los árboles, en la que se colocarán correctamente aquellos que estén defectuosamente instalados.

#### 1.1.2.4.4. Poda de plantación

Dado que los árboles se van a formar en eje central, los plantones no se van a despuntar, salvo que presenten daños en su yema terminal. En este caso se van a descabezar las yemas terminales malformadas. La poda de plantación se va a realizar a mediados de marzo por una cuadrilla de 4 operarios, en un máximo de 2 días.

#### 1.1.2.4.5. Reposición de marras

Consiste en la sustitución de los árboles muertos o en mal estado por nuevos ejemplares, siguiendo las pautas de la plantación inicial. Esta labor ha de realizarse lo antes posible, a finales del mes de mayo, empleando plantas con cepellón.

La reposición de marras va a ser realizada por un equipo de cuatro peones mediante el empleo de palas royeras y azadas, en aproximadamente 3 días.

### 1.1.3. Cuadro resumen

A continuación, en la Tabla 1., se presenta un resumen cronológico de las labores necesarias para establecer la plantación de manzanos, indicando la época de realización de cada una ellas, así como las necesidades de maquinaria y mano de obra.

Tabla 1. Resumen de las labores de plantación

Época	Labor	Descripción	Maquinaria	Mano de obra
finales octubre	Enmienda orgánica	Reparto de 57,03 t/ha de estiércol vacuno	Tractor 180 CV y remolque esparcidor de estiércol	1 tractorista
finales octubre	Desfonde	Pase con arado de desfonde con una profundidad de 80 cm	Tractor 180 CV y arado de desfonde	1 tractorista
principios de noviembre	Pases del cultivador	Par de pases cruzados	Tractor 80 CV y cultivador de 15 brazos	1 tractorista
principios enero	Pases del cultivador	Par de pases cruzados	Tractor 80 CV y cultivador de 15 brazos	1 tractorista
finales enero	Replanteo	Replanteo y marcado de las calles y líneas de cultivo	Jalones, cuerda, cinta métrica y estación total	3 peones
mediados febrero	Recepción / preparación de la planta	Revisión y almacenamiento de plántones	Tijeras de poda	3 peones
mediados febrero	Plantación	Recorte de raíces y plantación	Tractor 180 CV y equipo de plantación	1 tractorista 2 peones
finales febrero	Instalación del sistema de riego	Extensión de los ramales portagoteros	-	3 peones
principios marzo	Riego de plantación	Realización del riego de plantación	Sistema de riego por goteo	1 peón
principios marzo	Revisión de la planta	Comprobar el estado de los plántones y colocarlos	-	2 peones
mediados marzo	Poda de plantación	Eliminar yemas terminales malformadas	Tijeras de poda	4 peones
finales mayo	Reposición de marras	Sustitución de los árboles que no han prendido	Tractor 80 CV con remolque, dos palas y dos azadas	4 peones

### 1.2. Poda

La poda es la técnica de cultivo que consiste en conducir las plantas modificando su desarrollo natural, a fin de equilibrar su capacidad vegetativa y productiva y obtener la máxima producción, con frutos de alta calidad que permiten conseguir el máximo rendimiento económico.

### 1.2.1. Aspectos generales

La poda, dependiendo de su finalidad, se puede clasificar en:

- **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.** Se realiza una vez concluido el desarrollo del árbol para eliminar elementos viejos y agotados del árbol.

### 1.2.2. Poda de formación

El sistema de poda de formación que se va a emplear es el eje central. En este tipo de formación no se recomienda descabezar el plantón, salvo casos excepcionales como en variedades tipo Spur o en plantones con yemas terminales mal formadas o dañadas. En estos casos el plantón se rebaja a 70-80 centímetros. La poda de formación se va a desarrollar de la siguiente forma.

#### **Primer año**

En primavera se realiza la poda en verde cuando los brotes tienen unos 10 centímetros, si es necesario se repite en junio y julio. Se pinzan con la mano los brotes que compiten con la guía, los brotes que salen cerca del suelo (40-50 cm) y los brotes que salen muy verticales. En la Figura 1. se presenta gráficamente la poda del primer año en primavera.

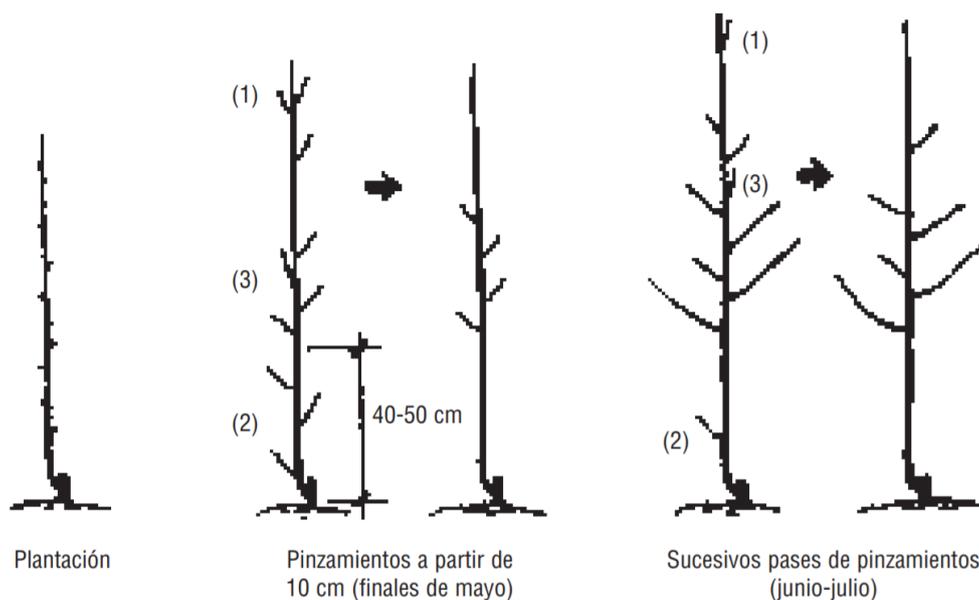


Figura 1. Poda de formación en primavera del primer año

En invierno, como puede verse en la Figura 2., se podan las ramas que compiten con la guía, las que están muy altas, las ramas muy verticales y las que tienen el mismo grosor que la guía.

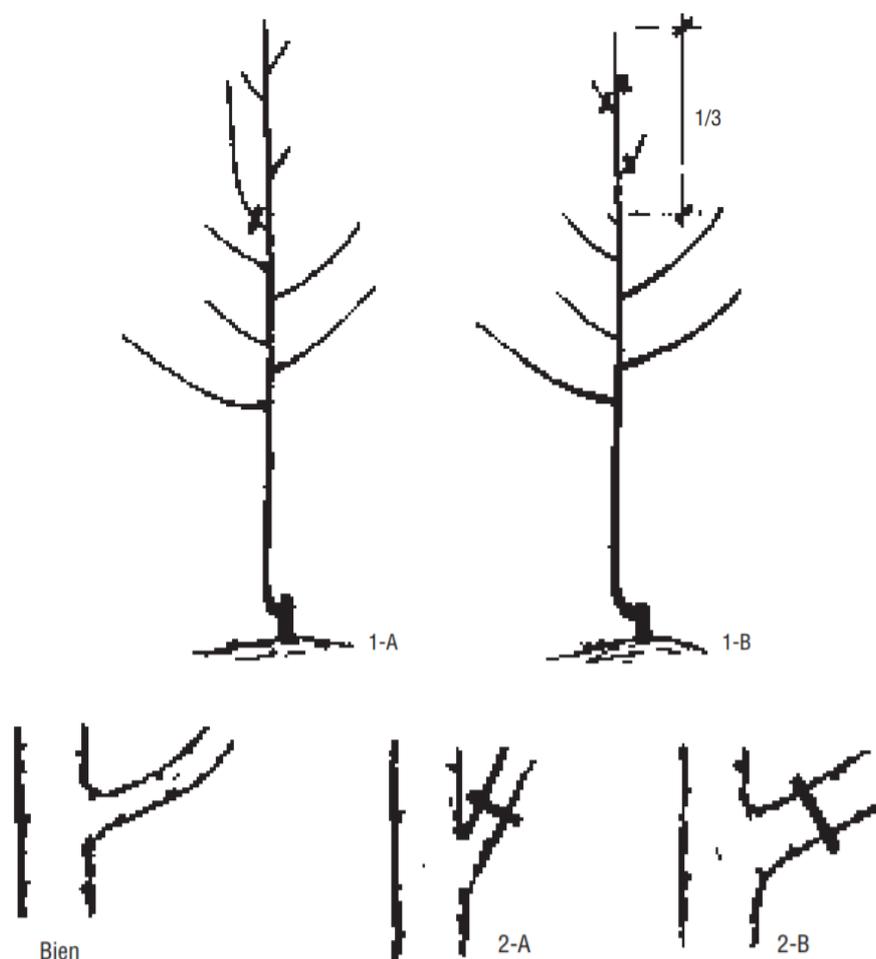


Figura 2. Poda de formación en invierno del primer año

### ***Segundo año y sucesivos***

En primavera se realizará poda en verde por medio de pinzamientos con los mismos criterios que el primer año.

En invierno, la poda debe tender a favorecer la iluminación de la zona baja y de las ramas de fruta. Cuando dos ramas se superponen se suprime una de ellas. Con el mismo fin, se aclara un espacio de 40 a 50 centímetros por encima de la zona baja del tronco. Ver Figura 3.

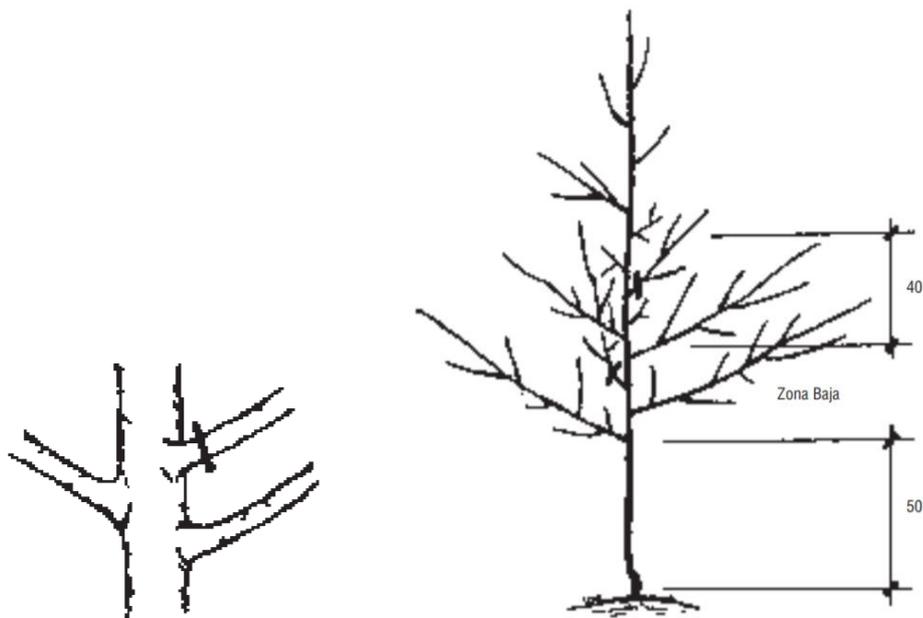


Figura 3. Poda de formación en invierno a partir del segundo año para favorecer la iluminación en zonas bajas del árbol

### 1.2.3. Poda de fructificación

Una vez que el manzano entra en producción, se establece una competencia entre la fructificación y el vigor del árbol, que provoca la disminución del crecimiento en altura.

La poda de fructificación tiene como principales objetivos:

- Renovar sistemáticamente las ramas fructíferas a fin de asegurar una producción abundante de fruta de buen calibre.
- Favorecer la fructificación lo más cerca posible del tronco y ramas principales.
- Reducir el número de yemas de flor para evitar o disminuir la alternancia de cosechas.
- Favorecer la llegada de luz solar y la ventilación a todas las partes del árbol para la buena formación de las yemas de flor, la coloración de los frutos y para disminuir los ataques de parásitos y enfermedades.
- Asegurar anualmente la emisión de ramas nuevas de reemplazo.

Para realizar una buena poda de fructificación en manzano es preciso conocer e hábito de fructificación de las distintas variedades, realizar la poda en la época más conveniente y asegurar al árbol una forma piramidal, más ancha en la que en el extremo terminal.

El tipo de madera sobre la que fructifica el manzano es de dos y tres años, por lo que la intensidad de poda va a ser intermedia. La poda en los árboles jóvenes comienza al iniciarse la producción de las ramas más viejas en la parte baja de la planta,

al tercer año. Ésta se realiza en invierno, durante la parada vegetativa del árbol, evitando días de heladas, para que no se dañen los cortes efectuados.

La poda se va a efectuar de la siguiente forma:

1. Se dejan crecer los ramos del año libremente.
2. Al año siguiente, la parte de rama que tiene dos años se cubre de yemas de flor para dar cosecha y en la zona próxima a la punta de la rama aparecen ramificaciones fructíferas.
3. Un año después, la rama de tres años produce fruta de peor calidad. La punta de la rama se ha inclinado ya demasiado. Hay que renovar la rama sustituyéndola por la ramificación más cercana a la base para comenzar de nuevo el ciclo.

#### 1.2.4. Gestión de la madera de poda

Los restos de poda se van a incorporar al suelo para aprovechar así el recurso que proporcionan, mejorando las condiciones físicas del terreno y el aporte de materia orgánica al suelo.

Una vez finalizada la poda, los residuos de madera se van a triturar y esparcir por las calles de la plantación. Se va a emplear maquinaria propia de la explotación.

#### 1.2.5. Equipos de poda

La poda se va a llevar a cabo empleando tijeras neumáticas accionadas por un compresor con seis tomas, ya que permiten aumentar el rendimiento de la poda y disminuyen el trabajo del peón.

La poda de las partes bajas del árbol se va a realizar desde el suelo, empleando para las zonas altas una plataforma auxiliar, que también se utilizará para la recolección de frutos.

#### 1.2.6. Cuadro resumen

A continuación, en la Tabla 2., se presenta un resumen cronológico de las labores de poda, especificando la maquinaria necesaria y las necesidades de mano de obra.

Tabla 2. Resumen de las labores de poda

Año	Época	Labor	Maquinaria	Mano de obra
1 - 3	Primavera	Poda de formación	Tijeras manuales	6 peones
3 +	Invierno	Poda de fructificación	Tijeras neumáticas y compresor	6 peones
3 +	Primavera	Triturado de los restos de poda	Tractor 80 CV y trituradora	1 peón

### 1.3. Diseño agronómico del riego

#### 1.3.1. Aspectos generales

El diseño agronómico del riego tiene como objetivo determinar la cantidad de agua que necesita el cultivo en sus distintas fases y establecer al mismo tiempo las necesidades brutas de riego en las épocas de máxima demanda.

#### 1.3.2. Cálculo de las necesidades de riego

##### 1.3.2.1. Necesidades netas de riego

El cálculo de las necesidades netas de riego se realiza mediante el método del balance hídrico. Este método está basado en la diferencia entre las pérdidas y ganancias de agua, en un cultivo y período concreto.

En el caso del riego localizado, las aportaciones por precipitación efectiva no se consideran, ya que dada la gran frecuencia de riego (diaria) resulta prácticamente imposible que llueva siempre entre dos intervalos de riego. Tampoco se consideran los aportes capilares ni las variaciones de almacenamiento. Por ello, el balance global de agua que proporciona las necesidades netas de agua de riego (Nn) en riego localizado se determina mediante la siguiente fórmula:

$$Nn = ET_0 \cdot k_c \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3$$

Donde:

- Nn: necesidades netas de riego, en mm/día
- ET<sub>0</sub>: evapotranspiración de referencia, en mm/día.
- K<sub>c</sub>: coeficiente de cultivo, variable a lo largo del año, en tanto por uno.
- K<sub>1</sub>: coeficiente corrector por localización, en tanto por uno.
- K<sub>2</sub>: coeficiente corrector por variación climática, en tanto por uno.
- K<sub>3</sub>: coeficiente corrector por advección, en tanto por uno.

La ET<sub>0</sub>, evapotranspiración de referencia, depende de las variables meteorológicas temperatura, humedad relativa, velocidad del viento y radiación. Éste cultivo de referencia es un cultivo de gramíneas en crecimiento activo, de altura uniforme entre 8 y 15 cm, que sombrea completamente el suelo, libre de plagas y enfermedades y nunca escaso de agua y de nutrientes. A partir de los datos meteorológicos obtenidos en el Anejo 1: Condicionantes, se calcula la ET<sub>0</sub>, para la cual se obtienen los valores que se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Evapotranspiración de referencia (ET<sub>0</sub>) decadiaria, según el método FAO Penman-Monteith

Mes	Enero			Febrero			Marzo			Abril		
Días	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30
ET <sub>0</sub>	5,1	5,2	6,3	7,4	8,5	13,3	18,0	22,7	24,5	26,2	28,0	30,2
<b>Total</b>	16,6			29,2			65,2			84,4		

Mes	Mayo			Junio			Julio			Agosto		
Días	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30
ETo	32,3	34,5	38,2	41,9	45,5	48,4	51,2	54,0	52,7	51,4	50,1	44,4
<b>Total</b>	105,1			135,8			157,9			146,0		

Mes	Septiembre			Octubre			Noviembre			Diciembre		
Días	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30
ETo	38,7	33,0	28,7	24,4	20,1	16,9	13,7	10,5	8,7	6,9	5,1	5,1
<b>Total</b>	100,5			61,4			32,8			17,0		

La precipitación efectiva (Pe) es aquella fracción de la precipitación total que es aprovechada por el cultivo. Esta se determina mediante la siguiente fórmula:

$$Pe = P \cdot 0,7$$

Donde:

- Pe: precipitación efectiva, en mm/mes
- P: precipitación media mensual, en mm/mes

En la Tabla 4. se presentan los valores de la precipitación efectiva. Así mismo, se muestran los valores que toma el coeficiente de cultivo Kc y el déficit hídrico cada 10 días, calculado como la diferencia entre la precipitación efectiva y la evapotranspiración del cultivo. Ésta se obtiene del producto entre la ETo y Kc.

Tabla 4. Valores de ETo, ETc, P, Pe y déficit hídrico decadiario

Mes	Enero			Febrero			Marzo			Abril		
Días	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30
ETo	5,1	5,2	6,3	7,4	8,5	13,3	18,0	22,7	24,5	26,2	28,0	30,2
Kc	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,5	0,5	0,6
ETc	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	7,3	13,1	14,0	17,8
Pe	10,9	10,3	9,0	7,6	6,3	6,3	6,3	6,3	8,1	10,0	11,8	12,6
Def.	10,9	10,3	9,0	7,6	6,3	6,3	6,3	4,0	0,8	<b>-3,2</b>	<b>-2,2</b>	<b>-5,2</b>
Def. T <sup>1</sup>	30,1			20,3			11,1			<b>-10,6</b>		

Mes	Mayo			Junio			Julio			Agosto		
Días	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30
ETo	32,3	34,5	38,2	41,9	45,5	48,4	51,2	54,0	52,7	51,4	50,1	44,4
Kc	0,7	0,9	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
ETc	23,6	30,4	39,3	46,1	50,1	53,2	56,3	59,4	58,0	56,6	55,2	48,9
Pe	13,4	14,2	12,2	10,3	8,3	7,2	6,1	5,0	5,1	5,1	5,1	5,9
Def.	<b>-10,2</b>	<b>-16,2</b>	<b>-27,1</b>	<b>-35,8</b>	<b>-41,8</b>	<b>-46,0</b>	<b>-50,2</b>	<b>-54,4</b>	<b>-52,9</b>	<b>-51,5</b>	<b>-50,0</b>	<b>-42,9</b>
Def. T <sup>1</sup>	<b>-53,5</b>			<b>-123,5</b>			<b>-157,5</b>			<b>-144,4</b>		

<sup>1</sup> Def. T = Déficit total

Mes	Septiembre			Octubre			Noviembre			Diciembre		
Días	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30
ETo	38,7	33,0	28,7	24,4	20,1	16,9	13,7	10,5	8,7	6,9	5,1	5,1
Kc	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,3	0,0	0,0	0,0
ETc	40,7	31,4	24,4	19,0	15,1	12,0	9,6	6,8	2,6	0,0	0,0	0,0
Pe	6,7	7,5	9,6	11,7	13,8	13,0	12,2	11,4	11,7	11,9	12,2	11,5
Def.	-33,9	-23,8	-14,8	-7,3	-1,3	1,0	2,7	4,6	9,1	11,9	12,2	11,5
Def. T <sup>1</sup>	-72,6			-7,5			16,4			35,7		

En la Figura 4. se representan gráficamente los valores de la ETo, precipitación y déficit hídrico de la parcela donde se ubicará la plantación de manzanos.

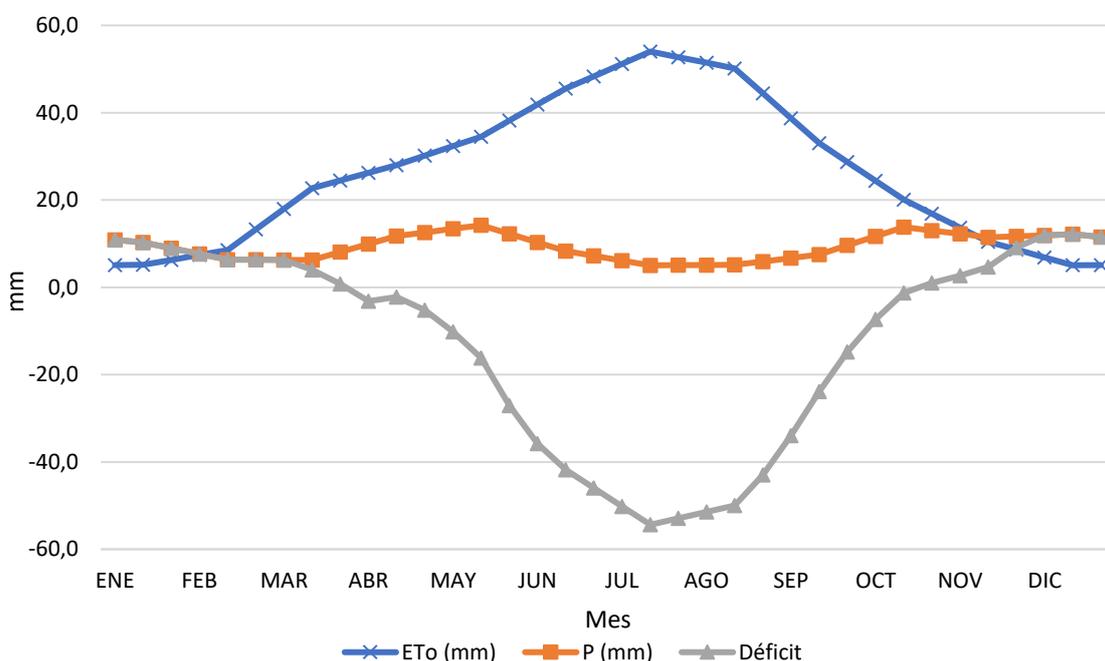


Figura 4. Representación gráfica de la ETo, precipitación y déficit hídrico de la parcela

El comienzo y final de la campaña de riego viene determinada por el déficit hídrico. Por lo que es necesario regar desde principios de abril hasta mediados de octubre, fechas en las que el balance pasa la barrera del cero. Se fija como inicio de la campaña de riego el 1 de abril y el fin el 10 de octubre, dejando fuera la segunda década de octubre por su mínimo déficit. Para el resto del periodo no es necesario el riego ya que el balance es positivo.

Antes de proceder con el cálculo de las necesidades netas de riego es necesario establecer el valor de los distintos coeficientes de corrección.

### **Coeficiente corrector por localización $k_1$**

Se halla mediante la relación existente con la fracción de área sombreada por el cultivo, que se define como fracción de la superficie de suelo sombreada por la cubierta vegetal a mediodía en solsticio de verano, respecto a la superficie total.

Para determinar el coeficiente corrector por localización es necesario, en primer lugar, calcular FAS (fracción de área sombreada) mediante la siguiente fórmula, considerando que el radio de la copa es de 0,75 m y que el marco de plantación es de 4 x 1,2 m.

$$FAS = \frac{\text{Superficie de proyección de la copa}}{\text{Superficie del marco de plantación}} = \frac{\pi \cdot 0,75^2}{4 \cdot 1,2} = 0,37$$

Una vez determinado FAS se calcula  $K_1$ , que viene dado por varias fórmulas. Se calcula el coeficiente corrector por localización mediante los cuatro métodos, se excluyen los valores extremos y se realiza la media de los dos centrales. En la Tabla 5. se presentan las fórmulas de cálculo del coeficiente corrector por localización y su resultado.

Tabla 5. Relación entre  $K_1$  y FAS

Autor	Fórmula	Resultado
Aljibury et al.	$K_1 = 1,34 \cdot FAS$	0,49
Decroix	$K_1 = 0,1 + FAS$	0,47
Hoare et al.	$K_1 = FAS + 0,5 \cdot (1 - FAS)$	0,68
Keller	$K_1 = FAS + 0,15 \cdot (1 - FAS)$	0,46

Descartando los valores extremos, el coeficiente de corrección por localización es:

$$k_1 = \frac{0,47 + 0,49}{2} = 0,48$$

### **Coeficiente corrector por variación climática $k_2$**

Los valores de ETo corresponden a la media de los valores climáticos de un determinado número de años, lo que implica que las necesidades calculadas son insuficientes en la mitad de ese período. Como en riego localizado se puede aplicar con mucha exactitud la cantidad de agua necesaria, conviene mayorar esas necesidades en un 10 o 20 %. Se considera que  $k_2$  toma el valor de 1,10.

### **Coeficiente 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 este microclima depende, además 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  $K_a$  vendrá en función de la naturaleza del cultivo y del tamaño de la superficie regada (Figura 5). Se toma como superficie regada, no sólo la parcela considerada, sino también las que la rodean que también estén regadas.

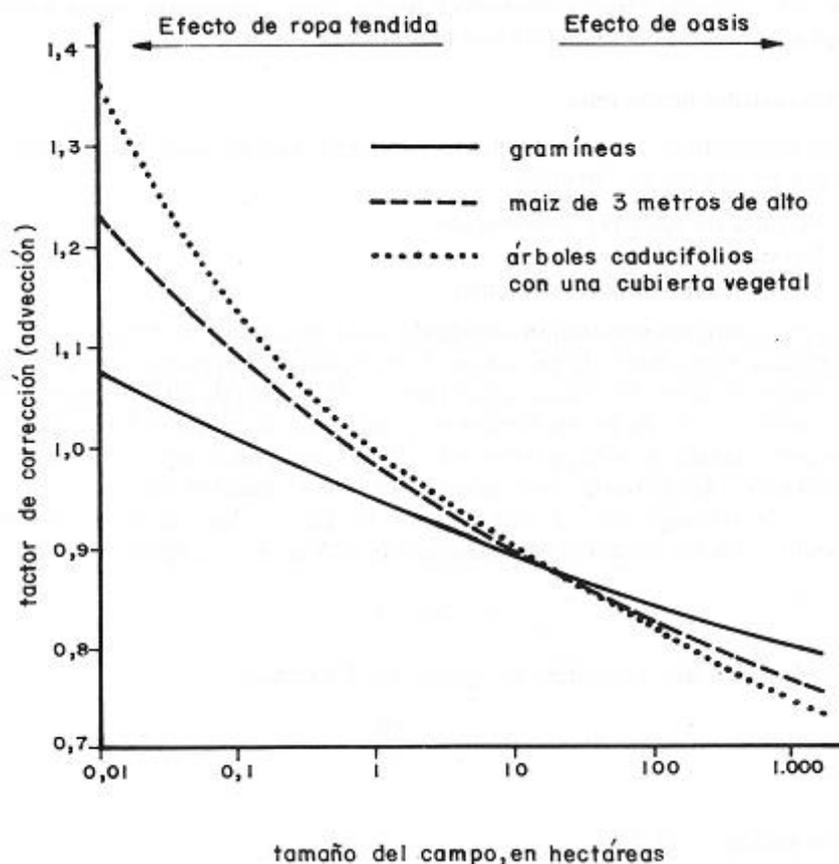


Figura 5. Variación del factor de corrección por advección

Atendiendo a la figura anterior, para árboles frutales caducifolios y superficie de parcela de 18,83 ha, el valor de  $K_3$  es de 0,92.

En la Tabla 6. se muestra el cálculo de las necesidades netas de agua de riego mensuales, para el período de la campaña de riego.

Tabla 6. Cálculo de las necesidades netas de riego para el manzano

	Abril			Mayo			Junio		
	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30
<b>ET<sub>o</sub> mm/día</b>	2,62	2,80	3,02	3,23	3,45	3,82	4,19	4,55	4,84
<b>k<sub>c</sub></b>	0,50	0,50	0,59	0,73	0,88	1,03	1,10	1,10	1,10
<b>k<sub>1</sub></b>	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
<b>k<sub>2</sub></b>	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
<b>k<sub>3</sub></b>	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
<b>Nn mm/día</b>	0,64	0,68	0,86	1,15	1,48	1,91	2,24	2,43	2,58
<b>Nn mm/mes</b>	<b>21,81</b>			<b>45,35</b>			<b>72,54</b>		

	Julio			Agosto			Septiembre		
	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30
<b>ETo mm/día</b>	5,12	5,40	5,27	5,14	5,01	4,44	3,87	3,30	2,87
<b>k<sub>c</sub></b>	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,05	0,95	0,85
<b>k<sub>1</sub></b>	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
<b>k<sub>2</sub></b>	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
<b>k<sub>3</sub></b>	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
<b>Nn mm/día</b>	2,74	2,89	2,82	2,75	2,68	2,37	1,98	1,52	1,19
<b>Nn mm/mes</b>	<b>84,40</b>			<b>78,02</b>			<b>46,84</b>		

	Octubre		
	1-10	11-20	21-30
<b>ETo mm/día</b>	2,44	2,01	1,69
<b>k<sub>c</sub></b>	0,78	0,75	0,71
<b>k<sub>1</sub></b>	0,48	0,48	0,48
<b>k<sub>2</sub></b>	1,10	1,10	1,10
<b>k<sub>3</sub></b>	0,92	0,92	0,92
<b>Nn mm/día</b>	0,92	0,73	0,58
<b>Nn mm/mes</b>	<b>22,39</b>		

### 1.3.2.2. Necesidades totales de riego

Las necesidades totales de riego son superiores a las necesidades netas ya que es necesario aportar cantidades adicionales para compensar aquellas posibles pérdidas causadas por percolación, salinidad y falta de uniformidad del riego.

El cálculo de las necesidades totales de riego viene determinado por la siguiente ecuación:

$$Nt = \frac{Nn}{(1 - K) \cdot CU}$$

Donde:

- Nt: necesidades totales de riego, expresadas en mm/día.
- Nn: necesidades netas de riego, calculadas anteriormente, expresadas en mm/día.
- K: toma el valor más alto entre  $1 - Ea$  y  $RL$
- Ea: eficiencia de aplicación, en tanto por uno.
- CU: coeficiente de uniformidad, en tanto por uno.

#### **Eficiencia de aplicación (Ea)**

La eficiencia de aplicación está tabulada. Los valores orientativos de Ea que se deben tomar en el diseño del riego aparecen en la Tabla 7. en función del tipo de clima, profundidad de las raíces y textura del suelo.

Tabla 7. Valores de Ea en climas áridos

Profundidad de raíces (m)	Textura			
	Muy porosa	Arenosa	Media	Fina
< 0,75	0,85	0,90	0,95	0,95
0,75 – 1,50	0,90	0,90	0,95	1,00
> 1,50	0,95	0,95	1,00	1,00

Así, para un suelo de textura media y una profundidad de raíces de hasta 1,50 metros, la relación de percolación toma un valor de 0,95.

### **Requerimientos de lavado (RL)**

Los requerimientos de lavado en riego localizado de alta frecuencia se calculan mediante la fórmula siguiente:

$$RL = \frac{CEa}{2 \cdot \text{máx } CEa}$$

Donde:

- RL: requerimientos por lixiviación, expresado en tanto por uno.
- CEa: conductividad eléctrica del agua de riego, expresada en dS/m o mmhos/cm.
- máx CEe: conductividad eléctrica del extracto de saturación para la cual la producción es del 100 %, expresado en dS/m o mmhos/cm. Este valor se obtiene de las publicaciones de la FAO.

Atendiendo a la conductividad eléctrica del agua de riego (ver Anejo 1: Condicionantes) y a la CEe máxima para el manzano, la cual toma un valor de 1,7 dS/m, el valor de RL es:

$$RL = \frac{0,286}{2 \cdot 1,7} = 0,0841$$

### **Coeficiente de uniformidad (CU)**

El coeficiente de uniformidad (CU) se utiliza para evaluar las instalaciones en funcionamiento y para el diseño de nuevas instalaciones. En el diseño, el CU es una condición que se impone y que viene determinada por factores económicos. Un CU elevado exige mayor coste inicial de la instalación (mayores diámetros de las tuberías, laterales más cortos, mayor número de reguladores de presión, etc.), mientras que un CU más bajo trae como consecuencia un mayor consumo de agua.

Los valores de CU que suelen recomendarse para el diseño de riego localizado se especifican en la Tabla 8.

Tabla 8. Valores de CU recomendables en riego localizado referidos a zonas áridas

Emisor	Emisores por planta	Topografía y pendiente	CU
Goteros espaciados más de 1 metro	Más de 3	Uniforme ( $i < 2\%$ )	0,90 – 0,95
		Uniforme ( $i > 2\%$ ) y ondulada	0,85 – 0,90
	Menos de 3	Uniforme ( $i < 2\%$ )	0,85 – 0,90
		Uniforme ( $i > 2\%$ ) y ondulada	0,80 – 0,90
Goteros espaciados menos de 1 metro, mangueras y cintas de exudación	-	Uniforme ( $i < 2\%$ )	0,80 – 0,90
		Uniforme ( $i > 2\%$ ) y ondulada	0,70 – 0,85
Difusores y microaspersores	-	Uniforme ( $i < 2\%$ )	0,90 – 0,95
		Uniforme ( $i > 2\%$ ) y ondulada	0,85 – 0,90

En la plantación se emplearán goteros espaciados menos de un metro con una topografía uniforme y una pendiente inferior al 2%. Por ello, el valor del coeficiente de uniformidad es de 0,85.

Dado que el valor de K viene determinado como el mayor valor entre  $1 - Ea$  (0,05) y  $RL$  (0,084), este tiene un valor de 0,084.

Una vez determinados los coeficientes anteriores, en la Tabla 9. se procede al cálculo de las necesidades totales.

Tabla 9. Cálculo de las necesidades totales de riego para el manzano

	Abril			Mayo			Junio		
	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30
<b>N<sub>n</sub> mm/día</b>	0,64	0,68	0,86	1,15	1,48	1,91	2,24	2,43	2,58
<b>CU</b>	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
<b>RL</b>	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
<b>N<sub>t</sub> mm/día</b>	0,82	0,87	1,11	1,47	1,90	2,45	2,87	3,12	3,32
<b>N<sub>t</sub> mm/mes</b>	<b>28,01</b>			<b>58,24</b>			<b>93,17</b>		
	Julio			Agosto			Septiembre		
	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30
<b>N<sub>n</sub> mm/día</b>	2,74	2,89	2,82	2,75	2,68	2,37	1,98	1,52	1,19
<b>CU</b>	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
<b>RL</b>	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
<b>N<sub>t</sub> mm/día</b>	3,51	3,71	3,62	3,53	3,44	3,05	2,54	1,96	1,52
<b>N<sub>t</sub> mm/mes</b>	<b>108,40</b>			<b>100,21</b>			<b>60,16</b>		

	Octubre		
	1-10	11-20	21-30
<b>N<sub>n</sub> mm/día</b>	0,92	0,73	0,58
<b>CU</b>	0,85	0,85	0,85
<b>RL</b>	0,08	0,08	0,08
<b>N<sub>t</sub> mm/día</b>	1,19	0,94	0,75
<b>N<sub>t</sub> mm/mes</b>	<b>28,76</b>		

### 1.3.3. Número de emisores por árbol y caudal del emisor

Una vez calculadas las necesidades de riego hay que determinar la dosis, frecuencia y duración del riego, así como el número de emisores por planta y el caudal por emisor. Finalmente se decide la disposición de los emisores.

#### **Superficie mojada por emisor**

La superficie mojada por un emisor es la proyección horizontal del bulbo húmedo que forma ese emisor. Se determina mediante pruebas de campo o mediante fórmulas o tablas.

El diámetro de la superficie mojada se puede calcular mediante las fórmulas de la Tabla 10. en función del tipo de suelo y del caudal del emisor

Tabla 10. Fórmulas para determinar el diámetro mojado del bulbo en función de la textura

Textura del suelo	Diámetro
Textura fina	$D = 1,2 + 0,10 \cdot q$
Textura media	$D = 0,7 + 0,11 \cdot q$
Textura gruesa	$D = 0,3 + 0,12 \cdot q$

Donde D es el diámetro de la superficie mojada (m) y q el caudal del emisor (l/h)

Conocida la textura de la parcela donde se ubicará la plantación (ver Anejo 1: Condicionantes), la fórmula a emplear será  $D = 0,7 + 0,11 \cdot q$

En primer lugar, es necesario determinar el caudal del emisor que se va a emplear. Se van a emplear emisores pinchados en el ramal de riego con un caudal de 1,6 litros por hora, disminuyendo así los caudales totales de la instalación con respecto a emisores de mayor caudal. En la Tabla 11. se presentan las características de los emisores.

Tabla 11. Características de los emisores

Características	Abreviatura	Valor
Caudal nominal	q	2,00 L/h
Rango de presiones de trabajo	P	10,00-50,00 m.c.a.
Curva caudal-presión	q	$q = 2,1228 \cdot h^{0,0275}$
Coefficiente de variación de fabricación	CV	0,035

Conociendo el caudal del emisor, se calcula el diámetro de la superficie mojada.

$$D = 0,7 + 0,11 \cdot 2,00 \text{ L/h} = 0,920 \text{ m}$$

La superficie mojada por emisor es la siguiente:

$$\text{Superficie mojada por emisor} = \pi \cdot (0,5 \cdot d^2) = \pi \cdot (0,5 \cdot 0,920^2) = 1,33 \text{ m}^2$$

La profundidad del bulbo debe estar comprendida entre el 90 y el 120 % de la profundidad de las raíces. A la menor profundidad del bulbo corresponde mayor número de emisores y mayor eficiencia desde el punto de vista agronómico, pero la instalación resulta más cara.

En el caso del manzano, el 80% de las raíces se sitúan en los primeros 60 cm o 1 m del perfil de terreno, por lo que se considera que una profundidad de raíces de 0,80 m es adecuada.

La profundidad máxima del bulbo, por tanto, será la siguiente:

$$\text{Profundidad máxima del bulbo húmedo} = 0,80 \text{ m} \cdot 1,20 = 0,96 \text{ m}$$

La profundidad máxima del bulbo húmedo debe ser de 0,96 m. No conviene que el bulbo húmedo supere dicha profundidad, pues el agua que pase de 0,96 m no se encontrará completamente disponible para la planta y será un gasto inútil.

### **Porcentaje de superficie mojada**

Dado que en riego localizado se moja solamente una fracción del suelo, hay que prever un mínimo de superficie mojada para que el sistema radical se desarrolle normalmente. Los valores altos de P dan mayor seguridad, sobre todo en situaciones de apuro (averías, evapotranspiración extrema), pero encarecen la instalación, al exigir mayor número de emisores. Cuanto mayor es el intervalo entre riegos, mayor es el riesgo en caso de un valor de P muy próximo al mínimo. Para una explotación con marco de plantación medio, el porcentaje se sitúa entre el 40 y 60%. En el caso de la plantación objeto de estudio, se va a considerar un porcentaje de superficie mojada del 45%.

### **Número de emisores por árbol**

El número de emisores por planta (n) viene dando por la siguiente expresión:

$$n = \frac{\text{Superficie ocupada por árbol} \cdot P}{100 \cdot \text{Superficie mojada por emisor}} = \frac{4 \text{ m} \cdot 1,2 \text{ m} \cdot 45}{100 \cdot 1,33 \text{ m}^2} = 1,62 \approx 2$$

Cada árbol deberá de disponer, como mínimo, de 2 emisores de riego.

### **Disposición de los emisores**

Al distribuir sobre el terreno las tuberías portaemisores hay que tener en cuenta varias consideraciones:

- Proporcionar a cada planta el número de emisores requeridos en el diseño agronómico.
- No dificultar las labores de cultivo.
- Hacer la mínima inversión.

En cuanto a la distancia entre goteros, queda definida mediante la siguiente ecuación:

$$D = r \cdot \left(2 - \frac{S}{100}\right)$$

Donde:

- D: distancia entre goteros consecutivos, en metros
- r: radio de la superficie mojada, en metros.
- S: solape entre bulbos húmedos, expresado en %.

En el caso del riego localizado, el solape debe estar comprendido entre el 15 y el 30%. Para la explotación objeto de estudio se considera un solape del 25%. El radio de la superficie mojada por cada emisor es de 0,44 m.

$$D = 0,44 \cdot \left(2 - \frac{25}{100}\right) = 0,77 \text{ m}$$

La distancia entre goteros es de 77 cm. Esta distancia no se adapta a valores normalizados. Por ello en la plantación se empleará una distancia de 60 cm. Esta distancia inferior permite aumentar la superficie de solape entre emisores, abaratar costes al adquirir un producto tipificado y cuadrar la distancia entre emisores con el diseño de la plantación, dado que los árboles se encuentran separados a una distancia de 1,2 metros. Estos emisores se van a situar en el punto medio entre los árboles de la línea.

### 1.3.4. Frecuencia y tiempo de riego

La cantidad de agua aplicada en cada riego o dosis de riego será:

$$D_t = n \cdot q \cdot t \quad | \quad D_t = N_t \cdot I$$

Donde:

- $D_t$ : Dosis total, en litros
- N: Número de emisores
- q: Caudal de cada emisor, en litros/hora
- t: Tiempo de duración del riego, en horas
- $N_t$ : Necesidades totales, en litros por día y árbol
- I: Intervalo entre riegos, en días

De ambas fórmulas se deduce la siguiente ecuación con dos incógnitas:

$$n \cdot q \cdot t = N_t \cdot I$$

Es necesario, de estas dos incógnitas (intervalo y tiempo), fijar una de ellas. En suelos con textura franco-arenosa se originan bulbos estrechos y profundos. Por ello, se tiende a intervalos cortos, con un riego diario. Una vez establecido el intervalo entre riegos (1 día) se puede resolver la ecuación anterior.

Las necesidades totales por día y árbol se calculan a partir de la mayor necesidad total decadiaria de la Tabla 9. Esta necesidad hídrica se multiplica por 10.000

m<sup>2</sup> y se divide entre la densidad de árboles por hectárea, dando un resultado de 17,99 mm/día y árbol.

$$t = \frac{N_t \cdot I}{n \cdot q} = \frac{17,99 \cdot 1 \text{ día}}{2 \cdot 1,6} = 5,62 \text{ horas}$$

La duración del riego durante la segunda década de julio, cuyas necesidades son máximas, es de 5 horas, 37 minutos y 12 segundos (5,62 h).

Tabla 12. Tiempo de duración del riego decadiario para cada uno de los meses de la campaña de riego

	Abril			Mayo			Junio		
	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30
<b>N<sub>t</sub> mm/día</b>	0,82	0,87	1,11	1,47	1,90	2,45	2,87	3,12	3,32
<b>N<sub>T</sub> mm/árbol y día</b>	3,97	4,23	5,38	7,14	9,20	11,90	13,93	15,15	16,10
<b>t horas</b>	1,24	1,32	1,68	2,23	2,87	3,72	4,35	4,74	5,03

	Julio			Agosto			Septiembre		
	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30
<b>N<sub>t</sub> mm/día</b>	3,51	3,71	3,62	3,53	3,44	3,05	2,54	1,96	1,52
<b>N<sub>T</sub> mm/árbol y día</b>	17,04	17,98	17,55	17,12	16,69	14,79	12,30	9,49	7,38
<b>t horas</b>	5,32	5,62	5,48	5,35	5,22	4,62	3,84	2,97	2,31

	Octubre		
	1-10	11-20	21-30
<b>N<sub>t</sub> mm/día</b>	1,19	0,94	0,75
<b>N<sub>T</sub> mm/árbol y día</b>	5,76	4,56	3,63
<b>t horas</b>	1,80	1,42	1,13

### 1.3.5. Límites de utilización del proyecto

Con el objetivo de disminuir el equipamiento necesario de bombeo y conducciones, se establecerán turnos de riego siempre y cuando sea posible.

El tiempo disponible para el riego durante el día es de 16 horas, el cual se realizará preferiblemente de 7 a 23h, momento en el cual las pérdidas por evaporación son mayores. Este tiempo establecido por el usuario es mayor al tiempo requerido para un riego y no es superior a las 20 horas, permitiendo operaciones de mantenimiento y recarga de abonos, por lo que resulta aceptable.

Una vez validado el tiempo disponible, para la determinación del número de turnos, de acuerdo con el intervalo de riego aceptado previamente, se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Número de turnos} = \frac{td}{tr} \cdot \text{días entre riegos}$$

Donde:

- td: Tiempo disponible para riego por día, 16 h

- tr: Tiempo de aplicación o duración de un riego máximo en un turno
- Días entre riegos: Número de días completos que median entre dos riegos consecutivos en el mismo turno

Aplicando la fórmula se obtiene el siguiente número de turnos.

$$\text{Número de turnos} = \frac{16}{5,62} \cdot 1 = 2,84 \approx 3 \text{ turnos de riego}$$

El riego en la plantación se realizará mediante tres turnos, regando todos los días de la campaña de riego, ambos turnos. El módulo de riego será de 5,93 ha (17,80 ha cultivadas entre tres turnos de riego).

El tiempo necesario para aplicar los tres turnos de riego se determina mediante la siguiente fórmula:

$$td_{diario} = tr \cdot \text{Número de turnos de riego} = 5,62 \text{ h} \cdot 3 \text{ riegos} = 16,86 \text{ horas}$$

Por último, se va a calcular el caudal medio del sistema y el tiempo de operación anual de la instalación. Respecto al caudal medio del sistema, se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula.

$$Q_s = 10 \cdot \frac{A}{\text{Número de turnos}} \cdot n_1 \cdot q$$

Donde:

- Qs: Caudal del sistema (m<sup>3</sup>/h)
- A: Superficie a regar (ha)
- Número de turnos de riego
- n<sub>1</sub>: Número de emisores por m<sup>2</sup>
- q: Caudal nominal del emisor (L/h)

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$Q_s = 10 \cdot \frac{17,80 \text{ ha}}{3 \text{ turnos}} \cdot \frac{2 \text{ emisores}}{1,2 \text{ m} \cdot 4 \text{ m}} \cdot 2,0 \text{ L/h} = 49,44 \text{ m}^3/\text{h}$$

Durante el riego, el caudal medio del sistema será de 49,44 m<sup>3</sup>/h. El tiempo de funcionamiento anual de la instalación se determina mediante la siguiente ecuación.

$$T_o = \frac{DR}{Q_s} = \frac{A \cdot Drha}{Q_s}$$

Donde:

- to: Tiempo de funcionamiento anual de la instalación (h)
- DR: Dotación anual de riego (m<sup>3</sup>)
- Qs: Caudal del sistema (m<sup>3</sup>/h)
- A: Superficie a regar (ha)
- Drha: Dotación anual de riego por ha (m<sup>3</sup>/ha)

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$T_o = \frac{17,80 \text{ ha} \cdot 4.769,4 \text{ m}^3/\text{ha}}{49,44 \text{ m}^3/\text{h}} = 1.717,14 \text{ horas}$$

El tiempo de funcionamiento anual de la instalación de riego localizado por goteo es de 1.717,14 horas al año.

### 1.3.6. Cuadro resumen

Los parámetros constantes del diseño agronómico del riego son los siguientes:

- Intervalo entre riegos: 1 día
- Distancia entre líneas: 4 m
- Caudal emisor: 2,0 L/h
- Distancia entre emisores: 0,60 m
- Número de emisores por árbol: 2
- Radio mojado: 0,438 m
- Superficie mojada: 45%
- Solape lateral: 25%
- Número de turnos de riego: 3
- Módulo de riego: 8,9 ha

La cantidad de agua aplicada en cada riego en el primer año de la plantación se considera el 25% de la aplicada en plena producción, en el segundo año el 35%, el tercer año el 50% y el cuarto año el 70%.

En la Tabla 13. se presenta el cuadro resumen del diseño agronómico del riego para la plantación objeto de proyecto.

Tabla 13. Cuadro resumen de riego de la plantación en proyecto. Dosis a aplicar en cada riego, tiempo de aplicación de un riego y tiempo aplicación total al día (expresados en horas)

		Abril			Mayo			Junio		
		1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30
1º año	Nt (mm/árbol día)	0,99	1,06	1,35	1,79	2,30	2,98	3,48	3,79	4,02
	tr	0,31	0,33	0,42	0,56	0,72	0,93	1,09	1,18	1,26
	td <sub>diario</sub>	0,62	0,66	0,84	1,12	1,44	1,86	2,18	2,37	2,51
2º año	Nt (mm/árbol día)	1,39	1,48	1,88	2,50	3,22	4,17	4,88	5,30	5,63
	tr	0,43	0,46	0,59	0,78	1,01	1,30	1,52	1,66	1,76
	td <sub>diario</sub>	0,87	0,93	1,18	1,56	2,01	2,60	3,05	3,31	3,52
3º año	Nt (mm/árbol día)	1,98	2,12	2,69	3,57	4,60	5,95	6,97	7,58	8,05
	tr	0,62	0,66	0,84	1,12	1,44	1,86	2,18	2,37	2,51
	td <sub>diario</sub>	1,24	1,32	1,68	2,23	2,87	3,72	4,35	4,74	5,03
4º año	Nt (mm/árbol día)	2,78	2,96	3,77	5,00	6,44	8,33	9,75	10,61	11,27
	tr	0,87	0,93	1,18	1,56	2,01	2,60	3,05	3,31	3,52
	td <sub>diario</sub>	1,74	1,85	2,36	3,13	4,02	5,21	6,10	6,63	7,04
5º año	Nt (mm/árbol día)	3,97	4,23	5,38	7,14	9,20	11,90	13,93	15,15	16,10
	tr	1,24	1,32	1,68	2,23	2,87	3,72	4,35	4,74	5,03
	td <sub>diario</sub>	2,48	2,64	3,36	4,47	5,75	7,44	8,71	9,47	10,06

		Julio			Agosto			Septiembre		
		1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30
1º año	Nt (mm/árbol día)	4,26	4,50	4,39	4,28	4,17	3,70	3,08	2,37	1,85
	tr	1,33	1,40	1,37	1,34	1,30	1,16	0,96	0,74	0,58
	td <sub>diario</sub>	2,66	2,81	2,74	2,67	2,61	2,31	1,92	1,48	1,15
2º año	Nt (mm/árbol día)	5,96	6,29	6,14	5,99	5,84	5,18	4,31	3,32	2,58
	tr	1,86	1,97	1,92	1,87	1,83	1,62	1,35	1,04	0,81
	td <sub>diario</sub>	3,73	3,93	3,84	3,74	3,65	3,24	2,69	2,08	1,62
3º año	Nt (mm/árbol día)	8,52	8,99	8,77	8,56	8,34	7,39	6,15	4,75	3,69
	tr	2,66	2,81	2,74	2,67	2,61	2,31	1,92	1,48	1,15
	td <sub>diario</sub>	5,32	5,62	5,48	5,35	5,22	4,62	3,84	2,97	2,31
4º año	Nt (mm/árbol día)	11,93	12,59	12,28	11,98	11,68	10,35	8,61	6,64	5,17
	tr	3,73	3,93	3,84	3,74	3,65	3,24	2,69	2,08	1,62
	td <sub>diario</sub>	7,45	7,87	7,68	7,49	7,30	6,47	5,38	4,15	3,23
5º año	Nt (mm/árbol día)	17,04	17,98	17,55	17,12	16,69	14,79	12,30	9,49	7,38
	tr	5,32	5,62	5,48	5,35	5,22	4,62	3,84	2,97	2,31
	td <sub>diario</sub>	10,65	11,24	10,97	10,70	10,43	9,24	7,69	5,93	4,61

		Octubre		
		1-10	11-20	21-30
1º año	Nt (mm/árbol día)	1,44	1,14	0,91
	tr	0,45	0,36	0,28
	td <sub>diario</sub>	0,90	0,71	0,57
2º año	Nt (mm/árbol día)	2,02	1,60	1,27
	tr	0,63	0,50	0,40
	td <sub>diario</sub>	1,26	1,00	0,79
3º año	Nt (mm/árbol día)	2,88	2,28	1,81
	tr	0,90	0,71	0,57
	td <sub>diario</sub>	1,80	1,42	1,13
4º año	Nt (mm/árbol día)	4,03	3,19	2,54
	tr	1,26	1,00	0,79
	td <sub>diario</sub>	2,52	1,99	1,59
5º año	Nt (mm/árbol día)	5,76	4,56	3,63
	tr	1,80	1,42	1,13
	td <sub>diario</sub>	3,60	2,85	2,27

A partir del quinto año las necesidades totales, el tiempo por riego y el tiempo diario de riego es el mismo.

## 1.4. Fertilización

### 1.4.1. Aspectos generales

Los elementos nutritivos necesarios para la alimentación de las plantas se pueden clasificar en macroelementos y microelementos. A su vez, los macroelementos se pueden subdividir en principales y secundarios.

Los macroelementos principales son el nitrógeno (N), el fósforo (P) y el potasio (K), elementos que fundamentalmente se aportan en la fertilización. Los macroelementos secundarios son el azufre (S), el calcio (Ca) y el magnesio (Mg), que se aportan sólo en caso de necesidad aparente de la planta.

Los microelementos son el hierro (Fe), el zinc (Zn), el cobre (Cu), el manganeso (Mn), el molibdeno (Mo), el boro (B) y el cloro (Cl). Por lo general no se aportan en la fertilización anual de mantenimiento, excepto en caso de estados carenciales.

Antes de la plantación se va a realizar una enmienda orgánica y un abonado de fondo. La fertilización mineral anual se va a realizar mediante un sistema de fertirrigación, aportando los nutrientes con el agua de riego.

## 1.4.2. Abonado orgánico

### 1.4.2.1. Enmienda orgánica previa a la plantación

La materia orgánica constituye un almacén de nutrientes, los cuales se van liberando lentamente, facilitando su posterior aprovechamiento por la planta. Además, favorece una buena estructura del suelo y forma complejos que retienen tanto macro como micronutrientes, evitando su pérdida por lixiviación. En definitiva, mejora la fertilidad del suelo.

La enmienda se realizará aportando estiércol de vacuno bien hecho, procedente de explotaciones bovinas próximas a la parcela. Para el cálculo de las necesidades de estiércol se emplean los datos de la Tabla 14.

Tabla 14. Datos característicos del suelo de la parcela y del estiércol para la enmienda orgánica

	Características	Símbolo	Valor
Suelo	Materia orgánica del suelo	MO	1,60%
	Densidad aparente	Da	1,32 t/m <sup>3</sup>
	Profundidad de la capa arable en preplantación	P	35 cm
Estiércol	Materia seca	MS	36%
	Coefficiente isohúmico	k <sub>1</sub>	45%

El peso de la capa arable se determina mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Peso capa arable} = \frac{10.000 \text{ m}^2}{\text{ha}} \cdot 0,35 \text{ m} \cdot \frac{1,32 \text{ t}}{\text{m}^3} = 4.620 \text{ t/ha}$$

El contenido de materia orgánica de la capa arable se calcula a continuación:

$$\text{Contenido MO capa arable} = \frac{4.620 \text{ t}}{\text{ha}} \cdot \frac{1,60 \text{ kg MO}}{100 \text{ kg suelo}} = 73,92 \text{ t/ha}$$

Una vez calculado el contenido real de materia orgánica actual, se repite el cálculo para conocer el contenido de materia orgánica recomendable para la parcela.

$$\text{Contenido MO al 2\%} = \frac{4.620 \text{ t}}{\text{ha}} \cdot \frac{1,80 \text{ kg MO}}{100 \text{ kg suelo}} = 83,16 \text{ t/ha}$$

El aporte necesario de materia orgánica en la enmienda es la diferencia entre el contenido recomendable (al 1,80% de MO) y el contenido actual.

$$\text{Necesidades MO} = 83,16 - 73,92 = 9,24 \text{ t/ha}$$

El valor obtenido en la última ecuación indica las necesidades de materia orgánica a incorporar. Esta cantidad hay que actualizarla, dado que el material que se incorpora no está completamente seco (tiene un 36% de materia seca) y no todo el estiércol forma humus (tiene un coeficiente isohúmico del 45%). Por ello, se determina la cantidad de estiércol que se necesita realmente por hectárea.

$$\text{Necesidades de estiércol} = \frac{9,24 \text{ t}}{\text{ha}} \cdot \frac{100}{36} \cdot \frac{100}{45} = 57,03 \text{ t/ha}$$

Se van a aportar 57,03 toneladas por hectárea de estiércol de vacuno. Las condiciones de la labor se concretan en el apartado 1.1.1. Preparación del terreno.

#### 1.4.2.2. Abonado orgánico de mantenimiento

##### **Pérdidas**

Una vez realizada la enmienda orgánica se debe mantener siempre el nivel óptimo de materia orgánica en el terreno. Para ello es necesario cubrir las pérdidas anuales por mineralización de la materia orgánica.

Las pérdidas por mineralización se calculan del siguiente modo:

$$\text{Pérdidas MO} = 10^4 \cdot \text{prof} \cdot \text{da} \cdot v_m \cdot \text{MO}_f$$

Donde:

- Pérdidas MO: Pérdidas de materia orgánica por mineralización (t/ha)
- prof: Profundidad del suelo (m)
- da: Peso específico del suelo (t/m<sup>3</sup>)
- v<sub>m</sub>: Velocidad de mineralización del estiércol
- MO<sub>f</sub>: Porcentaje de materia orgánica final

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$\text{Pérdidas MO} = 10^4 \cdot 0,35 \cdot 1,4 \cdot 0,019 \cdot 0,018 = 1,68 \text{ t/ha año}$$

La cantidad de materia orgánica que se pierde anualmente por mineralización es de 1,68 toneladas por hectárea.

##### **Aportaciones**

Los aportes de materia orgánica proceden de los restos de la poda, del cultivo y de la siega de la cubierta vegetal.

- **Aporte de materia orgánica por restos de poda.** Se cuantifica en función de la siguiente proporción:

$$RP = RP_{\text{estimados}} \cdot MS \cdot k_3$$

Donde:

- RP: Humus generado por los restos de poda (t/ha)
- $RP_{estimados}$ : Restos de poda estimados (t/ha)
- MS: Porcentaje de materia seca del residuo
- $k_3$ : Coeficiente isohúmico de la madera de poda

Se estima que se producen 4 toneladas de restos de poda por hectárea. El residuo contiene un 80% de materia seca y un coeficiente isohúmico de 0,3. Por ello, se obtiene el siguiente valor:

$$RP = 4 \cdot 0,8 \cdot 0,3 = 0,96 \text{ toneladas/ha}$$

La cantidad de humus generada a partir de los restos de poda anualmente es de 0,96 t/ha.

- **Aporte de materia orgánica por restos del cultivo.** Las hojas y frutos caídos a lo largo del periodo vegetativo contribuyen a la formación de humus. La cantidad de restos de cultivo viene determinada por la siguiente ecuación:

$$RC = RC_{estimados} \cdot MS \cdot k_4$$

Donde:

- RC: Humus generado por los restos del cultivo (t/ha)
- $RC_{estimados}$ : Restos del cultivo estimados (t/ha)
- MS: Porcentaje de materia seca del residuo
- $k_4$ : Coeficiente isohúmico de los restos del cultivo frutal

Se estima que se producen 1,5 toneladas de restos de cultivo por hectárea, con un 35% de materia seca y un coeficiente isohúmico de 0,3. Aplicado a la ecuación anterior se obtiene:

$$RC = 1,5 \cdot 0,35 \cdot 0,3 = 0,16 \text{ toneladas/ha}$$

La cantidad de humus generada a partir de los restos del cultivo anualmente es de 0,16 toneladas por hectárea.

- **Aporte de materia orgánica por siega de la cubierta vegetal.** La cantidad de cubierta vegetal equivalente a materia orgánica viene dada por la siguiente fórmula:

$$CV = CV_{estimados} \cdot MS \cdot k_5$$

Donde:

- CV: humus generado por los restos de la siega de la cubierta vegetal (t/ha)
- $CV_{estimados}$ : Restos de la cubierta vegetal estimados (t/ha)
- MS: porcentaje de materia seca del residuo
- $k_5$ : coeficiente isohúmico de los restos del cultivo frutal

Se estima que se producen 2 toneladas de residuos de cubierta vegetal con un 25% de materia seca y un coeficiente isohúmico de 0,3. Aplicando la ecuación se obtiene:

$$CV = 2 \cdot 0,25 \cdot 0,3 = 0,15 \text{ t/ha}$$

La cantidad de humus generada anualmente por los restos de la cubierta vegetal es de 0,15 t/ha.

### **Balance**

En la Tabla 15. se presenta el balance de pérdidas y aportes de materia orgánica en el suelo, así como las necesidades anuales.

Tabla 15. Balance del nivel de materia orgánica en el suelo

<b>Concepto</b>	<b>Humus (t/ha y año)</b>
Pérdidas por mineralización	1,68
Aportaciones por restos de poda	0,96
Aportaciones por restos de cultivo	0,16
Aportaciones por siega de cubierta vegetal	0,15
Necesidades de fertilizante orgánico	0,41

El balance es negativo, por lo que se recomienda realizar aportaciones periódicas de abonos o fertilizantes orgánicos.

### **Fertilización orgánica**

La fertilización orgánica se va a realizar con un compuesto líquido de ácidos húmicos y fúlvicos, autorizado en el Registro de Productos Fertilizantes del MAPAMA. El porcentaje de extracto húmico total es del 85% (ácidos húmicos 81% y ácidos fúlvicos 4%).

La cantidad de fertilizante que hay que aportar depende de las necesidades de enmienda orgánica húmica y de la riqueza del abono seleccionado. A continuación, se muestra cómo se va a calcular dicha cantidad.

$$kg \text{ fertilizante} = \text{necesidades de enmienda orgánica húmica} \cdot \frac{1 \text{ kg fertilizante}}{0,85 \text{ kg humus}}$$

Las necesidades de fertilizante orgánico, por hectárea, es de 41 kg. Este dato, aplicado a la ecuación anterior, da a conocer la cantidad de fertilizante necesario.

$$kg \text{ fertilizante} = 41 \text{ kg} \cdot \frac{1 \text{ kg fertilizante}}{0,85 \text{ kg humus}} = 48,23 \text{ kg/ha y año}$$

La dosis de fertilizante será de 48,23 kg por hectárea y año. Se aportará en una única dosis a finales del mes de octubre con maquinaria propia.

### **1.4.3. Abonado mineral**

#### **1.4.3.1. Abonado de fondo**

El suelo donde se va a ubicar la plantación objeto del proyecto tiene unas propiedades químicas óptimas para el cultivo del manzano (ver Anejo 1: Condicionantes del medio físico), por lo que no es necesaria una aportación de abonado de fondo de ningún elemento mineral, previa a la plantación.

### 1.4.3.2. Abonado mineral de mantenimiento

#### 1.4.3.2.1. Programa de fertilización de macronutrientes

La cuantificación de las necesidades netas de nitrógeno, fósforo y potasio se realiza mediante el método del balance. En primer lugar, se determinan las exportaciones de cada uno de los nutrientes, en el crecimiento del árbol y en la producción de frutos, así como las pérdidas. En segundo lugar, se calculan las aportaciones mediante la mineralización de la materia orgánica y el agua de riego. Por último, se halla la diferencia entre exportaciones y aportaciones, dando como resultado las necesidades netas de cada uno de los nutrientes.

##### 1.4.3.2.1.1. Nitrógeno

##### **Exportaciones**

- **Nitrógeno empleado en el crecimiento del árbol.** Se establece que las necesidades de la explotación en macronutrientes son la suma de las exportaciones netas de la plantación junto con las exportaciones de las hojas, madera de poda y las cantidades inmovilizadas en los órganos de reserva de los árboles.

Como la extracción de los elementos minerales varía a lo largo del ciclo anual, se establecen las siguientes etapas, diferenciándose sus necesidades:

- Primera etapa: evolución de los botones florales y yemas vegetativas (de abril al junio)
- Segunda etapa: crecimiento vegetativo y maduración de los frutos (de junio a mediados de septiembre)
- Tercera etapa: post-recolección y acumulación de reservas en el árbol (de finales de septiembre a octubre)

Esta misma clasificación por etapas se empleará a lo largo del presente documento para el análisis de todos los macronutrientes.

Respecto a las necesidades de nitrógeno, en la Tabla 16. se muestra la extracción por etapas y anual de nitrógeno para el cultivo del manzano.

Tabla 16. Necesidades de nitrógeno del manzano por etapas vegetativas

	<b>Nitrógeno (N)</b>
Primera etapa	30%
Segunda etapa	45%
Tercera etapa	25%
Anual	2,3 kg/tonelada de fruto

Durante los dos primeros años de vida de la explotación no se espera ninguna producción significativa. Esta pequeña fructificación se eliminará para favorecer la formación y desarrollo del árbol. Es por ello que el rendimiento productivo para el año 1 y 2 se considera cero. A partir del tercer año alcanza ya una producción significativa que va aumentando progresivamente hasta alcanzar una producción estable y máxima en el séptimo año. Se estima que la producción de la plantación adulta sea de 48 toneladas la hectárea.

En la Tabla 17. se presentan las necesidades totales de nitrógeno, en kilogramos por hectárea, desde que se establece la plantación hasta que ésta alcanza la plena producción.

Tabla 17. Necesidades del manzano en nitrógeno según el estado de desarrollo vegetativo

Año	Rendimiento (t/ha)	Etapa	Necesidades N (kg/ha)
1	-	1ª	0,90
		2º	1,35
		3º	0,75
		Anual	<b>3,00</b>
2	-	1ª	2,40
		2º	3,60
		3º	2,00
		Anual	<b>8,00</b>
3	11	1ª	4,68
		2º	7,02
		3º	3,90
		Anual	<b>15,60</b>
4	21	1ª	14,50
		2º	21,75
		3º	12,08
		Anual	<b>48,33</b>
5	29	1ª	18,92
		2º	28,38
		3º	15,77
		Anual	<b>63,06</b>
6	38	1ª	25,13
		2º	37,69
		3º	20,94
		Anual	<b>83,76</b>
7+	47	1ª	31,34
		2º	47,01
		3º	26,12
		Anual	<b>104,46</b>

- **Pérdidas.** Se considera que se pierden 8,6 kg/ha de nitrógeno en los procesos de desnitrificación y lixiviación.

### Aportaciones

- **Mineralización de la materia orgánica.** Antes de la plantación se va a realizar una enmienda orgánica en la cual se van a aportar 57,03 t/ha de estiércol de vacuno. La acción del estiércol sobre la fertilidad mineral del suelo puede manifestarse durante tres años, con el siguiente ritmo: 50% el primer año, 35% el segundo año y 15% el tercer año. El estiércol de vacuno que se va a aportar contiene 5,5 U.F. de nitrógeno.

$$N_{\text{año } 1} = 57,03 \text{ t/ha} \cdot 0,36 \cdot 0,45 \cdot 5,5 \text{ kg N/t estiércol} \cdot 0,50 = 25,40 \text{ kg N/ha}$$

$$N_{\text{año } 2} = 57,03 \text{ t/ha} \cdot 0,36 \cdot 0,45 \cdot 5,5 \text{ kg N/t estiércol} \cdot 0,35 = 17,78 \text{ kg N/ha}$$

$$N_{\text{año } 3} = 57,03 \text{ t/ha} \cdot 0,36 \cdot 0,45 \cdot 5,5 \text{ kg N/t estiércol} \cdot 0,15 = 7,62 \text{ kg N/ha}$$

La enmienda orgánica realizada antes de la plantación aporta 25,40 kg N/ha el primer año, 17,78 kg N/ha el segundo y 7,62 kg N/ha el tercero.

- **Agua de riego.** El agua de riego contiene nitrógeno. El contenido de este nutriente en el agua de riego sirve para reducir su cuantía en la fertilización.

A partir de las necesidades hídricas mensuales del cultivo (ver Tabla 12.) y del contenido de nitratos en el agua de 0,14 meq/L (ver Anejo I: Condicionantes), se obtiene la Tabla 18. en la que se presenta el contenido de nitratos en el agua de riego y la aportación anual en kg de nitrógeno por hectárea.

Tabla 18. Contenido de nitratos en el agua de riego y aportación anual de nitrógeno al cultivo expresado en kg N/ha

	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Anual
1º año	0,18	0,37	0,60	0,70	0,64	0,39	0,18	3,06
2º año	0,25	0,52	0,84	0,97	0,90	0,54	0,26	4,28
3º año	0,36	0,75	1,20	1,39	1,29	0,77	0,37	6,12
4º año	0,50	1,05	1,67	1,95	1,80	1,08	0,52	8,57
5º año y siguientes	0,72	1,49	2,39	2,78	2,57	1,54	0,74	12,24

### Balance de nitrógeno

Una vez calculadas las exportaciones y aportaciones por año de nitrógeno, se establece el balance de nitrógeno, como se puede ver en la Tabla 19. la fertilización nitrogenada desde el año 9 es igual a éste.

Tabla 19. Balance de nitrógeno

Año	Exportaciones (kg N/ha)		Aportaciones (kg N/ha)		Necesidades netas de N (kg N/ha)
	Producción	Pérdidas	MO	Riego	
1	3,00	8,6	25,4	3,06	-16,86
2	8,00	8,6	17,78	4,28	-5,46
3	15,60	8,6	7,62	6,12	10,46
4	48,33	8,6	0	8,57	48,36
5	63,06	8,6	0	12,24	59,42

Año	Exportaciones (kg N/ha)		Aportaciones (kg N/ha)		Necesidades netas de N (kg N/ha)
	Producción	Pérdidas	MO	Riego	
6	83,76	8,6	0	12,24	80,12
7+	104,46	8,6	0	12,24	100,82

Los valores de las necesidades netas de nitrógeno se hallan redondeados a la unidad más próxima. Los dos primeros años de la plantación no es necesario aportar nitrógeno vía fertirrigación.

#### 1.4.3.2.1.2. Fósforo

##### **Exportaciones**

- **Fósforo empleado en el crecimiento del árbol.** Respecto a las necesidades de fósforo, en la Tabla 20. se muestra la extracción por etapas y anual de fósforo para el cultivo del manzano.

Tabla 20. Necesidades de fósforo del manzano por etapas vegetativas

	Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )
Primera etapa	40%
Segunda etapa	50%
Tercera etapa	10%
Anual	0,6 kg/tonelada de fruto

En la Tabla 21. se presentan las necesidades totales de fósforo, en kilogramos por hectárea, desde que se establece la plantación hasta que ésta alcanza la plena producción.

Tabla 21. Necesidades del manzano en fósforo según el estado de desarrollo vegetativo

Año	Rendimiento (t/ha)	Etapas	Necesidades N (kg/ha)
1	-	1 <sup>a</sup>	0,92
		2 <sup>o</sup>	1,16
		3 <sup>o</sup>	0,23
		Anual	2,31
2	-	1 <sup>a</sup>	1,33
		2 <sup>o</sup>	1,67
		3 <sup>o</sup>	0,33
		Anual	3,33
3	11	1 <sup>a</sup>	1,50
		2 <sup>o</sup>	1,88
		3 <sup>o</sup>	0,38
		Anual	3,76

Año	Rendimiento (t/ha)	Etapas	Necesidades N (kg/ha)
4	21	1ª	6,56
		2º	8,20
		3º	1,64
		Anual	16,40
5	29	1ª	8,48
		2º	10,60
		3º	2,12
		Anual	21,20
6	38	1ª	10,64
		2º	13,30
		3º	2,66
		Anual	26,60
7+	47	1ª	12,80
		2º	16,00
		3º	3,20
		Anual	32,00

- **Pérdidas.** Se consideran unas pérdidas de fósforo por insolubilización de 3,8 kg/ha.

#### **Aportaciones**

Por otra parte, se consideran las aportaciones de fósforo que, al igual que en el caso del nitrógeno, ocurren por dos vías: la mineralización de la materia orgánica y el agua de riego.

- **Mineralización de la materia orgánica.** Antes de la plantación se va a realizar una enmienda orgánica aportando 57,03 t/ha de estiércol de vacuno. Se considera que el primer año se mineraliza la mitad de la materia orgánica, el 35% segundo año y el 15% tercer año. El estiércol de vacuno que se va a aportar contiene 3 U.F. de fósforo.

$$P_{2O_5_{año\ 1}} = 57,03 \text{ t/ha} \cdot 0,36 \cdot 0,45 \cdot 3 \text{ kg } P_{2O_5}/\text{t estiércol} \cdot 0,50 = 13,86 \text{ kg N/ha}$$

$$P_{2O_5_{año\ 2}} = 57,03 \text{ t/ha} \cdot 0,36 \cdot 0,45 \cdot 3 \text{ kg } P_{2O_5}/\text{t estiércol} \cdot 0,35 = 9,70 \text{ kg N/ha}$$

$$P_{2O_5_{año\ 3}} = 57,03 \text{ t/ha} \cdot 0,36 \cdot 0,45 \cdot 3 \text{ kg } P_{2O_5}/\text{t estiércol} \cdot 0,15 = 4,16 \text{ kg N/ha}$$

La enmienda orgánica realizada antes de la plantación aporta 13,86 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha el primer año, 9,70 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha el segundo y 4,16 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha el tercero.

- **Agua de riego.** El contenido en fosfatos del agua de riego es inapreciable, por lo que no se va a tener en cuenta en el balance.

### **Balance de fósforo**

En base a las premisas anteriores, en la Tabla 22. se presenta el balance de fósforo de la plantación, en función de la edad de los árboles.

Tabla 22. Balance de fósforo

Año	Exportaciones (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha)		Aportaciones (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha)	Necesidades netas de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha)
	Producción	Pérdidas	MO	
1	2,31	3,8	13,86	-7,75
2	3,33	3,8	9,70	-2,57
3	3,76	3,8	4,16	3,40
4	16,40	3,8	0	20,20
5	21,20	3,8	0	25,00
6	26,60	3,8	0	30,40
7+	32,00	3,8	0	35,80

Los valores de las necesidades netas de fósforo se hallan redondeados a la unidad más próxima. Los dos primeros años de la plantación no es necesario aportar fósforo vía fertirrigación.

#### 1.4.3.2.1.3. Potasio

##### **Exportaciones**

- **Potasio empleado en el crecimiento del árbol.** Respecto a las necesidades de potasio, en la Tabla 23. se muestra la extracción por etapas y anual de fósforo para el cultivo del manzano.

Tabla 23. Necesidades de potasio del manzano por etapas vegetativas

	Fósforo (K <sub>2</sub> O)
Primera etapa	15%
Segunda etapa	75%
Tercera etapa	10%
Anual	3,0 kg/tonelada de fruto

En la Tabla 24. se presentan las necesidades totales de potasio, en kilogramos por hectárea, desde que se establece la plantación hasta que ésta alcanza la plena producción.

Tabla 24. Necesidades del manzano en potasio según el estado de desarrollo vegetativo

Año	Rendimiento (t/ha)	Etapas	Necesidades K <sub>2</sub> O (kg/ha)
1	-	1 <sup>a</sup>	0,62
		2 <sup>o</sup>	3,11
		3 <sup>o</sup>	0,41
		Anual	4,14

Año	Rendimiento (t/ha)	Etapas	Necesidades K <sub>2</sub> O (kg/ha)
2	-	1ª	2,15
		2º	10,77
		3º	1,44
		Anual	14,36
3	11	1ª	3,03
		2º	15,14
		3º	2,02
		Anual	20,18
4	21	1ª	7,57
		2º	37,84
		3º	5,05
		Anual	50,45
5	29	1ª	10,17
		2º	50,84
		3º	6,78
		Anual	67,79
6	38	1ª	14,22
		2º	71,09
		3º	9,48
		Anual	94,79
7+	47	1ª	18,27
		2º	91,34
		3º	12,18
		Anual	121,79

- **Pérdidas.** Se deben considerar unas pérdidas por retrogradación del potasio de 3,0 kg/ha.

#### **Aportaciones**

- **Mineralización de la materia orgánica.** Antes de la plantación se va a realizar una enmienda orgánica aportando 57,03 t/ha de estiércol de vacuno. Se considera que el primer año se mineraliza la mitad de la materia orgánica, el 35% segundo año y el 15% tercer año. El estiércol de vacuno que se va a aportar contiene 9 U.F. de fósforo.

$$K_2O_{\text{año 1}} = 57,03 \text{ t/ha} \cdot 0,36 \cdot 0,45 \cdot 6 \text{ kg } K_2O/\text{t estiércol} \cdot 0,50 = 27,72 \text{ kg } K_2O/\text{ha}$$

$$K_2O_{\text{año 2}} = 57,03 \text{ t/ha} \cdot 0,36 \cdot 0,45 \cdot 6 \text{ kg } K_2O/\text{t estiércol} \cdot 0,35 = 19,40 \text{ kg } K_2O/\text{ha}$$

$$K_2O_{\text{año 2}} = 57,03 \text{ t/ha} \cdot 0,36 \cdot 0,45 \cdot 6 \text{ kg } K_2O/\text{t estiércol} \cdot 0,15 = 12,47 \text{ kg } K_2O/\text{ha}$$

La enmienda orgánica realizada antes de la plantación aporta 41,57 kg K<sub>2</sub>O/ha el primer año, 29,10 kg K<sub>2</sub>O/ha el segundo y 12,47 kg K<sub>2</sub>O/ha el tercero.

- **Agua de riego.** El agua de riego contiene potasio. El contenido de este nutriente en el agua de riego sirve para reducir su cuantía en la fertilización.

A partir de las necesidades hídricas mensuales del cultivo (ver Tabla 12.) y del contenido de potasio en el agua de 0,11 meq/L (ver Anejo I: Condicionantes), se obtiene la Tabla 25. en la que se presenta el contenido de potasio en el agua de riego y la aportación anual en kg de potasio por hectárea.

Tabla 25. Contenido de potasio en el agua de riego y aportación anual de potasio al cultivo expresado en kg K<sub>2</sub>O/ha

	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Anual</b>
1º año	0,33	0,68	1,08	1,26	1,17	0,70	0,33	5,55
2º año	0,46	0,95	1,52	1,77	1,63	0,98	0,47	7,77
3º año	0,65	1,36	2,17	2,52	2,33	1,40	0,67	11,10
4º año	0,91	1,90	3,04	3,53	3,27	1,96	0,94	15,55
5º año y siguientes	1,30	2,71	4,34	5,05	4,67	2,80	1,34	22,21

### ***Balance de potasio***

En la Tabla 26. se observa el balance de potasio de la plantación, en función de la edad de los árboles. Las necesidades del año 5 y sucesivos son iguales.

Tabla 26. Balance de potasio

<b>Año</b>	<b>Exportaciones (kg K<sub>2</sub>O /ha)</b>		<b>Aportaciones (kg K<sub>2</sub>O/ha)</b>		<b>Necesidades netas de N (kg K<sub>2</sub>O /ha)</b>
	<b>Producción</b>	<b>Pérdidas</b>	<b>MO</b>	<b>Riego</b>	
<b>1</b>	4,14	3,0	27,72	5,55	-26,13
<b>2</b>	14,36	3,0	19,40	7,77	-9,81
<b>3</b>	20,18	3,0	12,47	11,1	-0,39
<b>4</b>	50,45	3,0	0	15,55	37,90
<b>5</b>	67,79	3,0	0	22,21	48,58
<b>6</b>	94,79	3,0	0	22,21	75,58
<b>7+</b>	121,79	3,0	0	22,21	102,58

Los valores de las necesidades netas de potasio se hallan redondeados a la unidad más próxima. Los dos primeros años de la plantación no es necesario aportar fósforo vía fertirrigación

#### ***1.4.3.2.1.4. Fertilización mineral***

Como se ha definido al comienzo del apartado 1.4.3.2.1.1. Nitrógeno. se distinguen tres etapas diferentes a lo largo del desarrollo vegetativo. Estas se tendrán en cuenta a la hora de calcular la cantidad de abono mineral que aportar al cultivo.

En la plantación objeto de estudio, la fertilización mineral de mantenimiento se va a realizar de abril a octubre. En ella se emplearán fertilizantes líquidos, ya que éstos pueden incorporarse directamente al agua de riego sin ser necesario realizar una disolución previa. Así mismo, se han elegido fertilizantes con fórmulas que son fáciles de encontrar en el mercado y que su mezcla no precipita sales insolubles.

Los abonos minerales líquidos que se van a utilizar, autorizados en el Registro de Productos Fertilizantes del MAPAMA, son los siguientes:

- **Solución nitrogenada. N-25.** Características: riqueza del 25% en nitrógeno (19,4% ureico, 5,5% nítrico y 1,1% orgánico) y 3,6% CaO. Densidad de 1,2 kg/L.
- **Solución N-P-K. 7-21-7.** Características: riqueza: 7% en N (6% ureico y 1% orgánico), 21% en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 7% en K<sub>2</sub>O. Densidad: 1,4 kg/L.
- **Solución N-K. 5-0-20.** Características: riqueza: 5% en N (4% ureico y 1% orgánico), 20% en K<sub>2</sub>O y 1% en MgO. Densidad: 1,3 kg/L.

A continuación, se presenta la relación entre los kilogramos necesarios de macroelementos y los kilogramos de fertilizante a emplear.

$$A = \text{kg fertilizante (7 - 21 - 7)} = \text{kg necesarios P}_2\text{O}_5 \cdot \frac{1 \text{ kg A}}{0,21 \text{ kg P}_2\text{O}_5}$$

$$B = \text{kg fertilizante (5 - 0 - 20)} = (\text{kg necesarios K}_2\text{O} - x) \cdot \frac{1 \text{ kg B}}{0,20 \text{ kg K}_2\text{O}}$$

$$C = \text{kg fertilizante (N - 25)} = (\text{kg necesarios N} - y) \cdot \frac{1 \text{ kg C}}{0,25 \text{ kg N}}$$

$$x = A \cdot \frac{0,07 \text{ kg K}_2\text{O}}{1 \text{ kg A}}$$

$$y = A \cdot \frac{0,07 \text{ kg K}_2\text{O}}{1 \text{ kg A}} + B \cdot \frac{0,05 \text{ kg N}}{1 \text{ kg B}}$$

En la Tabla 27. se presentan las necesidades nutritivas de los árboles a partir del tercer año, ya que los dos primeros se consideran con producción cero, y la cantidad de fertilizante que hay que aportar para cubrirlas por etapas y anualmente.

Tabla 27. Necesidades nutritivas de los árboles y cantidad de abono mineral a aportar

Año	Etapa	Necesidades totales (kg/ha)			Fertilizante (kg/ha)			Fertilizante (L/ha)		
		N	P	K	7-21-7	5-0-20	N-25	7-21-7	5-0-20	N-25
3	1º	4,68	1,50	3,03	7,11	12,43	5,05	5,08	9,56	4,21
	2º	7,02	1,88	15,14	8,96	72,80	29,59	6,40	56,00	24,66
	3º	3,90	0,38	2,02	1,83	9,41	3,82	1,31	7,24	3,19
<b>Año</b>		<b>15,60</b>	<b>3,76</b>	<b>20,18</b>	<b>17,90</b>	<b>94,63</b>	<b>38,46</b>	<b>12,79</b>	<b>72,79</b>	<b>32,05</b>

Año	Etapa	Necesidades totales (kg/ha)			Fertilizante (kg/ha)			Fertilizante (L/ha)		
		N	P	K	7-21-7	5-0-20	N-25	7-21-7	5-0-20	N-25
4	1º	14,50	6,56	7,57	31,01	29,53	16,61	22,15	22,72	13,84
	2º	21,75	8,20	37,84	39,10	173,03	97,29	27,93	133,10	81,08
	3º	12,08	1,64	5,05	7,98	22,36	12,57	5,70	17,20	10,48
	<b>Año</b>	<b>48,33</b>	<b>16,40</b>	<b>50,45</b>	<b>78,10</b>	<b>224,92</b>	<b>126,47</b>	<b>55,78</b>	<b>173,01</b>	<b>105,39</b>
5	1º	18,92	8,48	10,17	40,09	39,86	21,43	28,63	30,67	17,86
	2º	28,38	10,60	50,84	50,55	233,57	125,59	36,10	179,67	104,66
	3º	15,77	2,12	6,78	10,32	30,18	16,23	7,37	23,21	13,52
	<b>Año</b>	<b>63,06</b>	<b>21,20</b>	<b>67,79</b>	<b>100,95</b>	<b>303,62</b>	<b>163,25</b>	<b>72,11</b>	<b>233,55</b>	<b>136,04</b>
6	1º	25,13	10,64	14,22	50,30	56,41	28,05	35,93	43,39	23,38
	2º	37,69	13,30	71,09	63,42	330,50	164,36	45,30	254,23	136,97
	3º	20,94	2,66	9,48	12,95	42,70	21,24	9,25	32,85	17,70
	<b>Año</b>	<b>83,76</b>	<b>26,60</b>	<b>94,79</b>	<b>126,67</b>	<b>429,62</b>	<b>213,65</b>	<b>90,48</b>	<b>330,47</b>	<b>178,04</b>
7+	1º	31,34	12,80	18,27	60,51	72,95	34,67	43,22	56,12	28,89
	2º	47,01	16,00	91,34	76,30	427,44	203,13	54,50	328,80	169,28
	3º	26,12	3,20	12,18	15,57	55,23	26,25	11,12	42,48	21,87
	<b>Año</b>	<b>104,46</b>	<b>32,00</b>	<b>121,79</b>	<b>152,38</b>	<b>555,62</b>	<b>264,05</b>	<b>108,84</b>	<b>427,40</b>	<b>220,04</b>

La dosis total de fertilizante ha de repartirse homogéneamente a lo largo del periodo vegetativo. En la Tabla 28. se muestra el calendario de fertirrigación para la plantación en proyecto con las cantidades de fertilizantes a inyectar cada día (para la superficie de cultivo útil de 17,80 ha), expresadas en litros.

Tabla 28. Calendario de fertirrigación para la plantación en proyecto

Año	Fertilizante	ABR			MAY			JUN			JUL			AGO			SEP			OCT		
		1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª
3	7-21-7	0,99 L/día						1,56 L/día						0,46 L/día								
	5-0-20	1,87 L/día						13,66 L/día						2,53 L/día								
	N-25	0,82 L/día						6,01 L/día						1,11 L/día								
4	7-21-7	4,33 L/día						6,81 L/día						1,99 L/día								
	5-0-20	4,44 L/día						32,45 L/día						6,00 L/día								
	N-25	2,71 L/día						19,77 L/día						3,66 L/día								
5	7-21-7	5,60 L/día						8,80 L/día						2,57 L/día								
	5-0-20	6,00 L/día						43,81 L/día						8,10 L/día								
	N-25	3,49 L/día						25,52 L/día						4,72 L/día								
6	7-21-7	7,03 L/día						11,05 L/día						3,23 L/día								
	5-0-20	8,49 L/día						61,99 L/día						11,46 L/día								
	N-25	4,57 L/día						33,40 L/día						6,18 L/día								
7+	7-21-7	8,45 L/día						13,29 L/día						3,88 L/día								
	5-0-20	10,98 L/día						80,17 L/día						14,83 L/día								
	N-25	5,65 L/día						41,28 L/día						7,63 L/día								

A la hora de realizar la fertirrigación, se debe tener en cuenta que la inyección de los fertilizantes debe ser posterior al inicio del riego. Asimismo, también debe terminar unos diez minutos antes de éste para evitar la deposición de sales sobre las tuberías y los goteros (obturaciones).

#### 1.4.3.2.2. Programa de fertilización de microelementos

Se consideran microelementos a aquellos nutrientes esenciales en la alimentación de los árboles y cuya concentración en los tejidos vegetales es menor a 0,1 % en peso seco. Se consideran microelementos el hierro, zinc, cobre, manganeso, cloro, boro y molibdeno. La carencia de estos microelementos se va a detectar mediante diagnóstico visual o por análisis foliar.

El manzano presenta una gran sensibilidad a la carencia de magnesio. Este hecho sumado al bajo contenido en magnesio de la parcela donde se va a ubicar la plantación, obliga a realizar aplicaciones ocasionales de un complejo fertilizante de oligoelementos que incluya este mineral.

A partir del segundo año, con el inicio de la fertirrigación, se va a aportar un complejo de oligoelementos con 5 aplicaciones desde la caída de pétalos, y después cada 14 días. La dosis del complejo a aplicar en cada dosis es de 6 L/ha, 106,8 L en toda la explotación.

La composición del complejo es del 1,0% de Na<sub>2</sub>O, 1,0% de MgO, 0,9% de CaO, 0,68% de Fe, 0,03% de Mn y 0,01% de B.

La aportación de N, P y K al cultivo mediante el complejo de oligoelementos no va a ser considerado en el cálculo de las necesidades de fertilizantes al ser una cantidad insignificante.

#### 1.4.4. Cuadro resumen

En la Tabla 29. se presenta el calendario de abonado orgánico y mineral de la explotación de manzanos en proyecto. También se especifica la maquinaria, mano de obra y descripción para cada labor.

Tabla 29. Cuadro resumen de enmiendas y fertilizantes

Época	Labor	Descripción	Maquinaria	Mano de obra
finales octubre	Enmienda orgánica	Reparto de 57,03 t/ha de estiércol vacuno	Tractor 180 CV y remolque esparcidor de estiércol	1 tractorista
mediados febrero	Aportes restos poda	Abonado orgánico de mantenimiento	Tractor 80 CV con trituradora	1 peón
de abril a octubre	Fertilización macroelementos	Abonado mineral	Sistema de riego	1 peón
de abril a junio	Fertilización microelementos	Abonado mineral	Sistema de riego	1 peón
principios noviembre	Fertilización orgánica	Aplicación de fertilizante húmico al 85%	Tractor 80 CV con pulverizador	1 peón

## 1.5. Mantenimiento del suelo

### 1.5.1. Aspectos generales

El mantenimiento del suelo de la plantación consiste en la aplicación de un método mixto que combina una cubierta vegetal espontánea en las calles de la plantación junto a la aplicación de herbicidas en las líneas de los árboles, tal y como queda establecido en el Anejo 2. Estudio de las alternativas.

### 1.5.2. Cubierta vegetal espontánea en las calles

La cubierta vegetal se sitúa en las calles de la plantación. El objetivo es que cubra el mayor porcentaje de suelo para proteger al terreno de la degradación y de la erosión a la que se vería sometido en el caso de estar desnudo. También actuará como medio de control de las malas hierbas.

Los dos primeros años de la plantación el suelo se va a mantener libre de vegetación, empleando para ello herbicidas a finales del mes de marzo.

La vegetación espontánea más común en Becerril de Campos son *Avena spp*, *Avena sterilis*, *Bromus sp.*, *Cynodon dactylon*, *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa cruz-galli*, *Hordeum spp.*, *Lolium rigidum*, *Phalaris spp.*, *Poa annua* y *Setaria spp*.

En este proceso se van a emplear materias activas permitidas en la producción integrada de frutales de pepita presentadas en el Anejo 1. Condicionantes.

Una vez establecida la cubierta vegetal espontánea puede que produzca una competencia con los árboles, en cuanto al agua y nutrientes. Por ello se va a ejercer un control sobre el crecimiento de la cubierta, reduciendo esta competencia mediante la siega mecánica. Se van a realizar 2 o 3 cortes a lo largo del año, en función de las condiciones climáticas. La primera siega tendrá lugar a finales del mes de marzo (y así se reducen los problemas por heladas primaverales) y a mediados del mes de junio (época de mayor crecimiento). En septiembre se puede aplicar una tercera siega si se presenta un otoño lluvioso y la cubierta vegetal presenta un alto grado de desarrollo.

Tanto la siega como la aplicación de materias activas se van a realizar con el tractor de la explotación y los correspondientes aperos.

### 1.5.3. Aplicación de herbicida en las líneas de los árboles

Se van a realizar dos o tres aplicaciones de herbicidas, permitidos por el RTE de producción integrada para frutales de pepita de Catilla y León (ver Anejo 1. Condicionantes) en las líneas de los árboles. Se realizarán en la misma época que las labores en la cubierta vegetal, a finales de marzo, mediados de junio y mediados de septiembre, con maquinaria propia de la explotación.

### 1.5.4. Cuadro resumen

En la Tabla 30. se muestra el calendario del mantenimiento del suelo de la explotación de manzanos en proyecto. En ella se especifica la época, labor, maquinaria y mano de obra necesario.

Tabla 30. Cuadro resumen del mantenimiento del suelo

Año	Época	Labor	Descripción	Maquinaria	Mano de obra
1 y 2	mediados de marzo	Herbicida	Aplicación en las calles	Tractor 80 CV con pulverizador hidráulico	1 peón
3 +	mediados de marzo	Herbicida	Aplicación de herbicida en las líneas	Tractor 80 CV con pulverizador hidráulico	1 peón
3 +	principios de abril	Siega	Siega mecánica	Tractor 80 CV con segadora	1 peón
3 +	finales de mayo	Herbicida	Aplicación de herbicida en las líneas	Tractor 80 CV con pulverizador hidráulico	1 peón
3 +	principios de junio	Siega	Siega mecánica	Tractor 80 CV con segadora	1 peón
3+	mediados de septiembre	Siega	Siega mecánica	Tractor 80 CV con segadora	1 peón
3+	finales de septiembre	Herbicida	Aplicación de herbicida en las líneas	Tractor 80 CV con pulverizador hidráulico	1 peón

## 1.6. Tratamientos fitosanitarios

El manzano, al igual que otros cultivos, puede verse afectado por una serie de plagas y enfermedades que ocasionan disminuciones en la producción o incluso la muerte del cultivo.

### 1.6.1. Plagas

El estudio se limita a las plagas más comunes en la comarca de Tierra de Campos, zona donde se va a ubicar la plantación en proyecto.

#### 1.6.1.1. Carpocapsa (*Cydia pomonella* L.)

Se trata de unas de las plagas con mayor incidencia. Esta plaga endémica se encuentra en casi todas las zonas productoras de fruta dulce.

##### A. Síntomas y daños

La larva penetra en los frutos para alimentarse de ellos, realizando una galería sinuosa hasta la zona carpelar. Se aprecian en los orificios sobre los frutos.

Pérdida de los frutos por caída o por depreciación de la calidad comercial.

##### B. Periodo crítico para el cultivo

Los daños de la primera generación empiezan a observarse a mediados de mayo. Los daños de la segunda generación se dan en la primera quincena de julio y la tercera generación (si tiene lugar) produce daños en agosto y septiembre.

### C. Control

Se pueden aplicar los siguientes métodos de control:

- Evaluar la densidad de población y el máximo de curva de vuelos mediante trampas con feromonas sexuales.
- Técnicas de confusión sexual.
- Aplicación de productos biológicos a base de *Bacillus thuringiensis* o de *Virus granulosus carpocapsa*.
- Tratamientos con productos ovicidas selectivos de baja toxicidad o con productos larvicidas al inicio de la eclosión
- Tratamientos químicos

Es importante que en caso de superarse los umbrales establecidos se actúe adecuadamente contra la primera generación. De esta manera pueden atenuarse los problemas en momentos posteriores.

Se podrán utilizar los productos fitosanitarios insecticidas autorizados en el Registro de Productos Fitosanitarios del MAPAMA y permitidos por el RTE de producción integrada de frutales de pepita de Castilla y León, de 1 de junio de 2017, que se muestran en la Tabla 31.

Tabla 31. Formulados insecticidas permitidos en plantaciones de manzano en producción integrada contra Carpocapsa

Sustancia activa	Composición
Bacillus thuringiensis kurstaki	Bacillus thuringiensis kurstaki 54[WG] P/P
	Bacillus thuringiensis kurstaki 11,8% [SC] P/V
	Bacillus thuringiensis kurstaki 16% [WP] P/P
	Bacillus thuringiensis kurstaki 32% [WG] P/P
	Bacillus thuringiensis kurstaki 9,74% [SC] P/V
Fenoxicarb	Fenoxicarb 25% [WG] P/P
Betaciflutrin	Betaciflutrin 2,5% [SC] P/V
	Betaciflutrin 2,5% [EC] P/V
Clorantraniliprol	Clorantraniliprol 20% [SC] P/V
	Deltametrin 1,5% (ESP) [EW] P/V
	Deltametrin 1,5% [EW] P/V
Deltametrin	Deltametrin 10% [EC] P/V
	Deltametrin 2% + Tiacloprid 15% [OD] P/V
	Deltametrin 2,5% [EC] P/V
Metoxifenocida	Deltametrin 2,5% [EW] P/V
	Metoxifenocida 24% [SC] P/V
Tebufenocida	Tebufenocida 24% [SC] P/V
Tiacloprid	Tiacloprid 48% [SC] P/V
Virus de la granulosis	Virus granulosis carpocapsa 26,5% [SC] P/V
	Virus granulosis carpocapsa-V15 1% [SC] P/V

Tipo de preparado: Concentrado Soluble (SL), Concentrado Emulsionante (EC) Suspensión Concentrada (SC), Cebo listo para su uso (RB), Gránulos Solubles en agua (SG), Suspensión de Cápsulas (CS), Dispersión Oleosa (OD), Emulsión de aceite en agua (EW), Granulado dispersable en agua (WG), Polvo Soluble en agua (SP) o Polvo Mojable (WP)

Dentro de una misma materia activa, siempre conviene utilizar la fórmula o formulado que presente menor toxicología.

#### 1.6.1.2. Araña roja (*Panonychus ulmi* Koch.)

Presenta una mayor incidencia en el manzano, especialmente en variedades rojas. Posee una elevada capacidad de multiplicación y su desarrollo se ve estimulado por la aplicación de tratamientos indiscriminados.

##### A. Síntomas y daños

La superficie foliar adquiere un color plomizo. Posteriormente las hojas se desecan y adquieren un color atabacado.

Se produce una disminución de la fotosíntesis y aumento de la transpiración, caída anticipada de las hojas y reducción del tamaño de los frutos.

##### B. Periodo crítico para el cultivo

Los daños revisten especial virulencia en dos épocas diferentes, la primera en marzo-abril cuando gran cantidad de individuos procedentes de los huevos de invierno se concentran en unas pocas hojas en desarrollo y la segunda en julio-primer quincena de agosto momento en el que la prolificidad es máxima.

##### C. Control

Se recomiendan los siguientes métodos de control:

- No aplicar prácticas culturales que puedan favorecer el desarrollo de poblaciones de araña roja. Respeto de la fauna auxiliar.
- Tratamiento con aceite de parafina, próximo al inicio de la eclosión de huevos, solo o mezclado con acaricidas ovicidas.
- Tratamiento justo después de la caída de pétalos con Abamectina, mezclado con un aceite parafínico.
- Tratamientos químicos

Se dará absoluta preferencia al control biológico. La utilización de acaricidas se autoriza hasta alcanzar el equilibrio biológico.

Se podrán utilizar los productos fitosanitarios insecticidas autorizados en el Registro de Productos Fitosanitarios del MAPAMA y permitidos por el RTE de producción integrada de frutales de pepita de Castilla y León, de 1 de junio de 2017. En la Tabla 32. se muestran los formulados acaricidas permitidos en plantaciones de manzano en producción integrada.

Tabla 32. Formulados acaricidas permitidos en plantaciones de manzano en producción integrada

Sustancia activa	Composición
Abamectina	Acamectina 1,8% [EC] P/V
	Acamectina 1,8% [EW] P/V
	Acamectina 1,8% [SC] P/V
Hexitiazox	Hexitiazox 10% [WP] P/P
	Hexitiazox 25% [SC] P/V
Fenpiroximato	Fenpiroximato 5,12% [SC] P/V

Tipo de preparado: Concentrado Emulsionante (EC), Emulsión de aceite en agua (EW), Suspensión Concentrada (SC) o Polvo Mojable (WP)

Debe intentarse no repetir en el mismo ciclo de cultivo materias activas de idéntico modo de acción para limitar la aparición de resistencias, circunstancia que es frecuente y tiene graves consecuencias en esta plaga.

#### 1.6.1.3. Mosca de la fruta (*Ceratitis capitata* Weid.)

A continuación se analiza la incidencia de la mosca de la fruta, aunque en la plantación objeto de estudio será una plaga que no tendrá presencia alguna por características edafo-climáticas.

La mosca de la fruta es una plaga muy prolifera que ataca a la mayoría de las especies frutales, sobre todo a frutos de pulpa carnosa y dulce, en especial a variedades de recolección tardía y de piel amarilla. Es una plaga endémica en la zona mediterránea, sur y levante.

##### A. Síntomas y daños

Se reconoce como síntomas el punto de puesta, ya que éste se ennegrece y se observa una aureola de color marrón claro que lo rodea. Además, las larvas destruyen interiormente la pulpa del fruto.

En cuanto a daños, puede darse la pérdida total de los frutos atacados. Las larvas producen la descomposición interna del fruto.

##### B. Periodo crítico para el cultivo

Cuando los frutos inician la maduración

##### C. Control

Se establecen los siguientes métodos de control:

- Captura masiva mediante trampas, utilizando feromonas sexuales o atrayentes alimenticios (entorno 50 y 120 trampas por hectárea).
- Efectuar un seguimiento del vuelo de adultos y evaluación de la densidad de la plaga mediante trampas.
- Técnicas de atracción y muerte. Los adultos son atraídos mediante feromonas sexuales, contactan entonces con una superficie blanca o amarilla impregnada de un piretroide sistémico que produce su muerte.

- Tratamientos químicos.

En la Tabla 33. se presentan las sustancias activas y su correspondiente composición permitidas en plantaciones de manzano en producción integrada (RTE de producción integrada de frutales de pepita de Castilla y León, de 1 de junio de 2017) contra la mosca de la fruta.

Tabla 33. Formulados insecticidas que se pueden emplear en plantaciones de manzano en producción integrada contra la mosca de la fruta

Sustancia activa	Composición
Deltametrin	Deltametrin 10% [EC] P/V Deltametrin 2,5% [EW] P/V
Fosmet	Fosmet 50% [WP] P/P
Lamba-cihalotrin	Lambda cihalotrin 5% [EG] P/P

Tipo de preparado: Concentrado Emulsionante (EC), Emulsión de aceite en agua (EW), Suspensión Concentrada (SC) o Polvo Mojable (WP)

Pueden realizarse tratamientos químicos a la totalidad de la copa del árbol u optar por realizar tratamientos cebo, utilizando un insecticida mezclado con una proteína hidrolizada que actúa como atrayente.

#### 1.6.1.4. Pijo de San José (*Quadraspidiotus perniciosus* Comst.)

El Piojo de San José es una de las plagas más extendida en la mayor parte de las leñosas, está citado sobre más de 150 especies vegetales.

##### A. Síntomas y daños

Los síntomas más comunes se presentan sobre ramas, brotes y frutos. En las ramas se observa presencia de caparazones de las cochinillas pudiendo llegar a formar costras, con aspecto chancroso.

En los frutos, fijación de caparazones de cochinillas, especialmente en la zona peduncular y calcina, rodeados casi siempre de una aureola roja.

En cuanto a daños, los frutos afectados quedan totalmente despreciados para su comercialización. También se produce el debilitamiento de las ramas y brotes afectados, que pueden terminar secándose.

##### B. Periodo crítico para el cultivo

A partir del mes de mayo, en adelante.

##### C. Control

Se establecen los siguientes métodos de control:

- Empleo de patrones totalmente exentos de la plaga.
- Control visual en invierno sobre la madera de más de dos años para determinar el nivel de plaga y la necesidad de realizar tratamientos contra la primera generación.

- Tratamientos en vegetación, coincidiendo con la emergencia de larvas móviles, a finales de mayo.
- Tratamientos químicos

En la Tabla 34. se presentan las sustancias activas y su correspondiente composición permitidas en plantaciones de manzano en producción integrada (RTE de producción integrada de frutales de pepita de Castilla y León, de 1 de junio de 2017) contra el piojo de San José.

Tabla 34. Formulados insecticidas que se pueden emplear en plantaciones de manzano en producción integrada contra el piojo de San José

Sustancia activa	Composición
Azadiractin	Azadiractin 3,2% [EC]
Fenoxicarb	Fenoxicarb 25% [WG]
Polisulfuro de calcio	Polisulfuro de calcio 18,5% [SL]
Aceite de parafina	Aceite de parafina 72% [EC] Aceite de parafina 83% [EC]
Buprofezin	Buprofezin 23,4 % [SC]
Fosmet	Fosmet 50% [WP]
Metil-clorpirifos	Metil clorpirifos 22,4% [EC]
Piriproxifen	Piriproxifen 10% [EC] Piriproxifen 10% (ESP1) [EC] Piriproxifen 10% [EC] (ESP.) Piriproxifen 10% [EW]

Tipo de preparado: Concentrado Emulsionante (EC), Emulsión de aceite en agua (EW), Suspensión Concentrada (SC) o Polvo Mojable (WP)

#### 1.6.1.5. Pulgones (*Dysaphis plataginea* Passerini y *Aphis pomi* DeGeer)

Existen multitud de pulgones, únicamente se van a estudiar las especies *Dysaphis plataginea* Passerini y *Aphis pomi* DeGeer.

##### A. Síntomas y daños

Presencia de pulgones en las partes terminales de los brotes en crecimiento en el envés de las hojas.

Abarquillado de las hojas o deformación de las mismas, enrollándose hace el envés, donde se refugian los pulgones. Algunas especies producen amarilleo y decoloración de las hojas.

Presencia de melaza que atrae a gran cantidad de hormigas, aumentando la posibilidad de desarrollar hongos, tipo negrilla.

En cuanto a daños, son variables dependiendo del número de colonias y del estado vegetativo y vigor del árbol. Produce el debilitamiento del árbol, reducción de la actividad vegetativa, posible desecación de brotes e incidencia negativa sobre el cuajado de los frutos. Tiene una especial incidencia en vivero y en el periodo de formación.

## B. Periodo crítico para el cultivo

Mientras haya brotes en crecimiento y desde el cuajado del fruto hasta que éste tiene un tamaño, aproximado, de 25 mm.

## C. Control

Se establecen los siguientes métodos de control:

- Si en los controles invernales se sobrepasa el umbral de tolerancia conviene realizar un tratamiento en el estado E/E2 con productos autorizados. Después de la floración, en caso de que sea necesario, repetir la aplicación.
- Tratamientos químicos

En la Tabla 35. se presentan las sustancias activas y su correspondiente composición permitidas en plantaciones de manzano en producción integrada (RTE de producción integrada de frutales de pepita de Castilla y León, de 1 de junio de 2017) contra el pulgón.

Tabla 35. Formulados insecticidas que se pueden emplear en plantaciones de manzano en producción integrada contra el pulgón

Sustancia activa	Composición
Azadiractin	Azadiractin 3,2% [EC]
Pirimicarb	Pirimicarb 50% [WG]
Acetamiprid	Acetamiprid 20% (ESP) [SG]
	Acetamiprid 20% [SP]
Cipermetrin	Acetamiprid 20% [SG]
	Cipermetrin 10% [EC]
Flonicamid	Flonicamid 50% [WG]
	Imidacloprid 20% [OD]
Imidacloprid	Imidacloprid 20% [SL]
	Imidacloprid 70% [WG]
Lamba-cihalotrin	Lamba cihalotrin 1,5% [CS]
	Lamba cihalotrin 10% [CS]
	Lamba cihalotrin 2,5% [WG]
Spirotetramat	Spirotetramat 10% [SC]
Tau-fluvalinato	Tau fluvalinato 24% [SC]
	Tau fluvalinato 10% [EW]
Tiametoxam	Tiametoxam 25% [WG]

Tipo de preparado: Concentrado Emulsionante (EC), Emulsión de aceite en agua (EW), Suspensión Concentrada (SC) o Polvo Mojable (WP)

### 1.6.1.6. Pulgón lanígero del manzano (*Eriosoma lanigerum* Hausmann)

#### A. Síntomas y daños

Puede colonizar el tronco, ramas, brotes y raíces del manzano.

Presencia de colonias de pulgones en el tronco y ramas de los árboles, casi siempre sobre heridas y cortes de poda, recubiertas completamente de una pelusa algodonosa.

Formación de tumores voluminosos, tanto en ramas como en raíces, que dificultan la circulación de savia.

En presencia de poblaciones elevadas, la melaza producida favorece el desarrollo de hongos tipo negrilla.

En cuanto a los daños, produce debilitamiento y disminución del crecimiento del árbol debido a la presencia de tumores y masas modulares en las raíces y cuello del árbol. También forma tumores y chancros sobre las ramas. Puede llegar a producir la muerte del árbol por desecación.

#### B. Periodo crítico para el cultivo

De mayo a agosto.

#### C. Control

Se establecen los siguientes métodos de control:

- Empleo de patrones resistentes y variedades sanas.
- Elección de suelos bien drenados.
- Destrucción de árboles con invasiones intensas.
- El himenóptero “*Aphelinus mali*” es un depredador natural importante que permite reducir en forma natural las poblaciones de pulgón lanígero.
- Máximo respeto a la fauna auxiliar durante los períodos de máxima actividad de las tijeretas, de abril a agosto.

### **1.6.2. Enfermedades**

El estudio se limita a las enfermedades más comunes en la comarca de Tierra de Campos, zona donde se va a ubicar la plantación en proyecto.

#### 1.6.2.1. Enfermedades criptogámicas

##### 1.6.2.1.1. Moteado del manzano (*Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter)

Enfermedad causada por un hongo (*Venturia inaequalis*). Tiene una mayor incidencia en zonas frutícolas y años con primaveras lluviosas.

#### A. Síntomas y daños

Presenta manchas circulares en las hojas, al principio traslúcidas y más tarde de color pardo oliváceo y aspecto aterciopelado.

En las flores presenta manchas típicas en sépalos, ovario y pedúnculo.

Los frutos muestran manchas de color marrón oscuro, a modo de costras sobre la epidermis del fruto, que pueden ocasionar agrietamientos y deformaciones.

En los brotes aparecen pequeñas pústulas negras en la corteza que provocan fisuras y lesiones, que evolucionan hasta convertirse en chancros.

En cuanto a daños, se produce la desecación de hojas, defoliaciones prematuras y debilitamiento del árbol, que afecta negativamente a la calidad de la cosecha. Caída de flores afectadas, si la infección se produce durante la floración. Pérdida de cosecha por caída de frutos o por carecer estos de valor comercial. Y formación de chancros en ramas, que constituyen un reservorio de inóculo para la enfermedad.

#### B. Período crítico para el cultivo

Desde el estadio C3 (botón hinchado) hasta mitad de mayo pueden aparecer daños en hojas y frutos debidos a las infecciones primarias, y hasta finales de julio, pueden aparecer daños debidos a las infecciones secundarias.

#### C. Control

Se establecen los siguientes métodos de control:

- No realizar plantaciones en zonas sombrías y muy húmedas.
- Descartar variedades demasiado sensibles.
- Aplicar prácticas de cultivo que eviten períodos de humectación prolongados en los árboles.
- Reducir el inóculo invernante mediante la aplicación a caída de hoja de urea o de compuestos cúpricos.
- Prevenir o evitar infecciones primarias en primavera.
- Tratamientos químicos

En la Tabla 36. se presentan las sustancias activas y su correspondiente composición permitidas en plantaciones de manzano en producción integrada (RTE de producción integrada de frutales de pepita de Castilla y León, de 1 de junio de 2017) contra el moteado.

Tabla 36. Formulados fungicidas que se pueden emplear en plantaciones de manzano contra moteado

Sustancia activa	Composición
Cobre	Hidróxido cúprico 30% [WG]
	Hidróxido cúprico 35% [WG]
	Hidróxido cúprico 36% [WG]
	Hidróxido cúprico 40% [WG]
	Hidróxido cúprico 50% [WP]
	Oxicloruro de cobre 37,5% [WG]
	Oxicloruro de cobre 38% [SC]
	Oxicloruro de cobre 50% [WG]
Oxicloruro de cobre 50% [WP]	

Sustancia activa	Composición
	Oxicloruro de cobre 52% [SC]
	Oxicloruro de cobre 70% [SC]
	Oxido cuproso 40% [01]
	Oxido cuproso 50% [WP]
	Oxido cuproso 75% [WG]
Bacillus subtilis	Bacillus subtilis 15,67% [WP]
Boscalida + piraclostrobin	Boscalida 25,2% + piraclostrobin 12,8% [WG]
	Captan 47,5% [SC]
Captan	Captan 50% [WP]
	Captan 80% [WG]
	Captan 80% [WG] (ESP.)
Ciproconazol	Ciproconazol 10% [WG]
	Ciproconazol 5% [EC]
Cipronidil	Cipronidil 50% [WG]
Clortalonil	Clortalonil 50% [SC]
	Difenoconazol 1,67% [EC]
Difenoconazol	Difenoconazol 25% (ESP1) [EC]
	Difenoconazol 25% [EC]
	Difenoconazol 25% [EC] (ESP.)
Ditianona	Ditianona 75% [SC]
Dodina	Dodina 40% [SC]
Fenbuconazol	Fenbuconazol 5% [EW]
Folpet	Folpet 10% + sulfato cuprocalcico 20% [WP]
Kresoximmetil	Kresoxim metil 50% [WG]
	Kresoxim metil 50% [WG] (ESP.)
	Mancozeb 35% [SC]
	Mancozeb 50% [SC]
	Mancozeb 75% (ESP III) [WG]
	Mancozeb 75% [WG]
	Mancozeb 75% [WG] (ESP.)
Mancozeb	Mancozeb 80% (ESP IV) [WP]
	Mancozeb 80% (ESPI) [WP]
	Mancozeb 80% (ESP II) [WP]
	Mancozeb 80% (ESP III) [WP]
	Mancozeb 80% [WP]
Maneb	Maneb 80% [WP]
	Metil tiofanato 50% (ESPI) [SC]
Metil tiofanato	Metil tiofanato 50% (ESP) [SC]
	Metil tiofanato 70% (ESP) [WP]
	Metil tiofanato 70% [WG]
Metiram	Metiram 70% [WG]
Miclobutanil	Miclobutanil 12,5% [EC]
	Miclobutanil 24% [EC]
Tebuconazol	Tebuconazol 20% [EW]

Sustancia activa	Composición
Tetraconazol	Tetraconazol 10% [EC] Tetraconazol 12,5% [ME] Tetraconazol 4% [ME]
Tiram	Tiram 50% [SC] Tiram 80% [WG]

#### 1.6.2.1.2. Oidio del manzano (*Podosphaera leucotricha* (Ellis & Everhart) Salmon)

##### A. Síntomas y daños

Los órganos afectados aparecen cubiertos de un polvillo blanco harinoso, bien visible, presentando con frecuencia ciertas deformaciones o abarquillamientos.

Los principales daños son la desecación de la hojas afectadas, defoliaciones prematuras, debilitamiento del árbol con repercusiones negativas sobre la producción y calidad de los frutos, escasa o nula brotación de las yemas afectadas, crecimiento muy deficiente de los brotes oidiados que pueden llegar a secarse, desecación, caída de frutos y reducción de la cosecha.

##### B. Periodo crítico para el cultivo

Para las infecciones primarias, desde inicio de vegetación hasta la caída de pétalos. Para las secundarias, mientras se mantengan condiciones climáticas

##### C. Control

Se establecen los siguientes métodos de control:

- Cortar en la poda de invierno los ramos con presencia de oidio.
- Durante el período vegetativo conviene eliminar todos los brotes atacados de oidio.
- No realizar abonados Nitrogenados ni riegos excesivos.
- En variedades sensibles la lucha química debe iniciarse pronto (Estado D3), reforzando la protección desde este momento hasta finales de junio. Sin embargo, a veces hay que seguir tratando hasta agosto.
- Tratamientos químicos

En la Tabla 37. se presentan las sustancias activas y su correspondiente composición permitidas en plantaciones de manzano en producción integrada (RTE de producción integrada de frutales de pepita de Castilla y León, de 1 de junio de 2017) contra el oídio.

Tabla 37. Formulados fungicidas que se pueden emplear en plantaciones de manzano contra oídio

Sustancia activa	Composición
Azufre	Hidróxido cúprico 30% [WG]
	Hidróxido cúprico 35% [WG]
	Hidróxido cúprico 36% [WG]
Urea	Abono nitrogenado de composición ureica
Boscalida+piraclostrobin	Boscalida 25,2% + Piraclostrobin 12,8% [Wg] P/P
Bupirimate	Bupirimate 25% [Ec] P/V
Difenoconazol	Difenoconazol 0,0167% [AI] P/V
	Difenoconazol 1,67% [Ec] P/V
	Difenoconazol 25% [Ec] P/V
Kresoximetil	Kresoxim-Metil 50% [Wg] P/P
Metil tiofanato	Metil Tiofanato 50% [Sc] P/V
	Metil Tiofanato 70% [Wg] P/P
	Metil Tiofanato 70% [Wp] P/P
Miclobutanil	Miclobutanil 0,0075% [AI] P/V
	Miclobutanil 12,5% [Ec] P/V
	Miclobutanil 2,5% [Ew] P/V
	Miclobutanil 24% [Ec] P/V
	Miclobutanil 4,5% [Ew] P/V
Penconazol	Penconazol 10% [Ec] P/V
	Penconazol 20% [Ew] P/V
Tebuconazol	Tebuconazol 20% [Ec] P/V
	Tebuconazol 20% [Ew] P/V
	Tebuconazol 25% [Ec] P/V
	Tebuconazol 25% [Ew] P/V
	Tebuconazol 25% [Wg] P/P
	Tebuconazol 43% [Sc] P/V
	Tebuconazol 75% [Wg] P/P
Tetraconazol	Tetraconazol 10% [Ec] P/V
	Tetraconazol 12,5% [Me] P/V
	Tetraconazol 4% [Me] P/V
Triadimenol	Triadimenol 25% [Ec] P/V

Tipo de preparado: Concentrado Emulsionante (EC), Suspensión Concentrada (SC), Concentrado Soluble (SL), Difusor de Vapores (VP), Cebo listo para su uso (RB), Polvo Mojable (WP), Granulado dispersable en agua (WG) o Suspensión de Cápsulas (CS).

#### 1.6.2.2. Enfermedades bacterianas

##### 1.6.2.2.1. Fuego bacteriano (*Erwinia amylovora* (Burril) Winslow et al.)

Las plantas con abundante floración secundaria resultan particularmente afectadas. El desarrollo de la enfermedad requiere la presencia de inóculo, temperaturas favorables (de 18 a 30°C) y una humedad superior al 70%.

Castilla y León actualmente es zona no protegida de Fuego Bacteriano.

### A. Síntomas y daños

Los corimbos florales se marchitan y ennegrecen, quedando unidos al árbol.

En cuanto a los brotes e hijas, oscurecimiento de la parte terminal de brotes en crecimiento que se curvan en forma de cayado. Marchitamiento y desecación de hojas que permanecen unidas al brote.

Los frutos recién cuajados se momifican y quedan colgados del árbol. Mientras que el tronco y ramas sufren necrosis y agrietamientos de la corteza, hundimiento de la misma y aparición de una coloración gris o una tonalidad rojiza en superficie. Secado total o parcial de las ramas y finalmente muerte del árbol.

Con humedad muy alta y temperatura suave, aparecen exudados blanco-amarillentos sobre los órganos afectados.

En cuanto a los daños, la productividad de los árboles se ve reducida, debido a la gran cantidad de flores y brotes destruidos. Los árboles afectados pueden llegar a morir de forma bastante rápida.

### B. Periodo crítico para el cultivo

Las condiciones óptimas para que se produzcan infecciones de *Erwinia amylovora* son una temperatura de entre 18 y 30°C con alta humedad relativa, rocío o lluvia.

La planta no tiene la misma receptividad durante toda su fenología, siendo los estados de floración y rápido crecimiento los más sensibles.

Otras puertas de entrada son las heridas producidas durante la poda, el aclareo de flor y fruto, la recolección y daños por granizo o viento que afectan a las hojas y frutos, facilitando la entrada de la bacteria.

### C. Control

Se establecen los siguientes métodos de control:

- Prácticas culturales, como regular riegos y abonado para evitar excesos de vigor, desinfectar los equipos de poda, maquinaria, y realizar inspecciones periódicas en la plantación.
- Eliminar los brotes, ramos y ramas infectadas.
- Tratamientos con cobre en los siguientes momentos clave: después de la cosecha, caída de hojas, después de la poda y en prefloración.
- Tratamientos químicos

En la Tabla 36Tabla 38. se presentan las sustancias activas y su correspondiente composición permitidas en plantaciones de manzano en producción integrada (RTE de producción integrada de frutales de pepita de Castilla y León, de 1 de junio de 2017) contra el fuego bacteriano.

Tabla 38. Formulados fungicidas que se pueden emplear en plantaciones de manzano contra fuego bacteriano

Sustancia activa	Composición
Aureobasidium pullulans	Aureobasidium Pullulans (Cepa Dsm 14940) 25% (2,5 X 10e9 Cfu/G) + Aureobasidium Pullulans (Cepa Dsm 14941) 25% (2,5 X 10e9 Cfu/G) [Wg] P/P
Bacillus subtilis	Bacillus Subtilis (Cepa Qst 713) 15,67% (5,13 X 10e10 Ufc/G Esp) [Wp] P/P
Cobre	Oxido Cuproso 50% (Expr. En Cu) [Wp] P/P
	Oxido Cuproso 75% (Expr. En Cu) [Wg] P/P

Tipo de preparado: Concentrado Emulsionante (EC), Suspensión Concentrada (SC), Concentrado Soluble (SL), Difusor de Vapores (VP), Cebo listo para su uso (RB), Polvo Mojable (WP), Granulado dispersable en agua (WG) o Suspensión de Cápsulas (CS).

### 1.6.3. Seguimiento y control de las plagas y enfermedades

El reglamento técnico específico de producción integrada de frutales de pepita de Castilla y León, de 1 de junio de 2017, obliga a realizar un seguimiento de la dinámica de las plagas y enfermedades de la plantación. Para realizar el mencionado seguimiento, se debe disponer de información aplicable a cada parcela, utilizando los métodos de muestreo para cada especie.

En la Tabla 39. se presenta la época de control, el método de muestreo de cada plaga o enfermedad, así como el umbral de tratamiento correspondiente establecido por el RTE.

Tabla 39. Época de control, método de muestreo y umbral de tratamiento para cada plaga o enfermedad del manzano.

Época	Plaga o enfermedad	Método de muestreo	Umbral de tratamiento
Invierno	Piojo De San José ( <i>Quadraspidiotus erniciosus</i> )	Observación de ramas	Presencia
	Araña Roja ( <i>Panonychus ulmi</i> )	Observación de ramas en madera de 2 años	Huevos de invierno claramente visibles
	Pulgón Lanígero ( <i>Eriosoma lanigerum</i> )	Observación de árboles	10% de árboles ocupados
Prefloral	Fuego Bacteriano ( <i>Erwinia amylovora</i> )	Observación de ramas y troncos	Presencia
	Pulgón Ceniciento ( <i>Dysaphis</i> sp.)	Observación de brotes	Presencia
	Fuego Bacteriano ( <i>Erwinia amylovora</i> )	Observación de corimbos. Vigilancia intensiva de las plantaciones para detectar los primeros síntomas. Empleo de modelos matemáticos (Cougarblight, Maryblyt, etc.) que estiman	Predicción de riesgo de infección por algún modelo matemático apropiado (Cougarblight, Maryblyt, etc.)

Época	Plaga o enfermedad	Método de muestreo	Umbral de tratamiento
		la probabilidad de contaminaciones en función de los datos fenológicos y meteorológicos.	Presencia de síntomas.
Post floración	Pulgón Ceniciento ( <i>Dysaphis sp.</i> )	Observación con frutos de unos 25 mm A partir de mayo	Presencia Más del 5% de brotes ocupados
	Araña Roja ( <i>Panonychus ulmi</i> )	Examinar 2 hojas por árbol (parte interior y parte exterior del árbol) en un mínimo de 25 árboles por parcela	Más del 50% de hojas ocupadas por arañas o huevos, y menos del 20% de hojas ocupadas por ácaros fitoseidos
Verano	Pulgón Verde ( <i>Aphis sp.</i> )	Observación de brotes	Más del 25% de brotes ocupados
	Carpocapsa ( <i>Cydia pomonella</i> )	Trampas de feromonas	2-3 adultos por trampa y semana en 1ª generación 1-2 adultos por trampa y semana en 2ª y 3ª generación
	Araña Roja ( <i>Panonychus ulmi</i> )	Muestreo de 50 hojas por parcela, del tercio central de las brindillas del año	Más del 60% de hojas con huevos o formas móviles y menos del 20% con fitoseidos, o bien: Más del 90% de hojas con huevos o formas móviles y menos del 40% de fitoseidos.
	Piojo De San José ( <i>Quadraspidiotus perniciosus</i> )	Observación de ramas y de fruta	Presencia
Todo el año	Moteado ( <i>Venturia sp.</i> )	Seguimiento de las condiciones climáticas	Tratar en el momento de la infección primaria Proteger la parcela mediante fungicidas. Renovar la protección cuando se haya terminado el plazo de persistencia del fungicida o se haya lavado el de contacto por lluvias de más de 12 mm, siempre que el

Época	Plaga o enfermedad	Método de muestreo	Umbral de tratamiento
			riesgo de infección sea medio-alto
	Oidio ( <i>Podosphaera leucotrycha</i> )	Observación de síntomas en órganos afectados	Evaluar el nivel de órganos afectados en función de la edad de la plantación y condiciones climáticas
	Fuego Bacteriano ( <i>Erwinia amylovora</i> )	Vigilancia intensiva, sistemática y constante de las plantaciones para detectar síntomas en brotes, ramas y frutos. Se deben revisar las plantaciones árbol por árbol, cada quince días, o cada semana en épocas de alto riesgo (tras lluvias, tormentas, granizadas o tiempo húmedo)	Presencia

Además, el RTE exige que los métodos de control natural, cultural o biológico sean prioritarios a la lucha química.

La aplicación de productos de defensa sanitaria sólo se hará en los casos que esté justificada según el nivel de riesgo o los umbrales de tolerancia. Se utilizarán los productos más respetuosos para las personas, la fauna auxiliar y el medio ambiente.

En la Tabla 40 se muestra el calendario previsible de tratamientos de la plantación frutal en proyecto.

Tabla 40. Previsión de tratamientos de la plantación en proyecto

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Araña Roja												
Carpocapsa												
Mosca de la fruta												
Moteado												
Oidio												
Piojo de San José												
Pulgón												

#### 1.6.4. Cuadro resumen

En la Tabla 41 se especifica el compuesto fitosanitario elegido para cada plaga y enfermedad.

Tabla 41. Formulados elegidos para cada plaga y enfermedad, dosis, especificaciones necesarias y plazo de seguridad (PS) en días

Plaga o enfermedad	Formulado	Dosis	Especificaciones	PS
Araña Roja	Abamectina 1,8% [EC] + Aceite de parafina 83% [EC]	0,075 - 0,1%	Emplear un volumen de caldo 200-1.500 l/ha. Realizar un máximo de 2 aplicaciones por campaña con intervalo de 10 días entre las mismas desde "caída de pétalos" hasta "3 días antes de la cosecha". No superar la dosis de 1,1 l/ha.	28
	Fenpiroximato 5,12% [SC]		Una única aplicación a dosis de 1-2 l/ha y un volumen de caldo 1000-1600 l/ha	21
Carpocapsa	E,E-8,10 Dodecadien-1 OL 12,36% [VP]	300-400 difusores/ha	Colocarlo en el tercio superior de la copa de los árboles antes del vuelo de la primera generación	NP
Fuego Bacteriano	Aureobasidium pullulans 25% [WG]	0,5 kg/ha	Realizar un máximo de 4 aplicaciones por campaña mediante pulverización con tractor y manual desde inicio maduración hasta fruto maduro para consumo	NP
Mosca de la fruta	Deltametrin 10% [EC] P/V'	0,125 l/ha	Efectuar un máximo de 2 aplicaciones al año con un intervalo de 14 días entre ellas. Volumen de caldo 1000-1400 l/ha	7
Moteado	Dodina 40% [SC]	1,7 L/ha	La primera aplicación puede dosificarse al 0,16-0,20% para acción curativa dentro de las 48 horas desde el comienzo de la infección	15
	Mancozeb 50% [SC]	1,8 L/ha	Realizar como máximo 4 aplicaciones	NP
	Ziram 76% [WG]	0,25%	-	28
Moteado y Fuego Bacteriano	Oxido cuproso 50% [WP]	0,3%	Aplicar a caída de hojas	NP
Oidio	Bupirimato 25% [EC]	0,03%	Tratar cuando se manifiesten los primeros ataques	15
	Miclobutanil 24% [EC]	0,02%	Tratar cada 7-10 días y luego esparcirlo un poco más. Como máximo realizar 4 aplicaciones	28
	Penconazol 10% [EC]	0,03%	Aplicar en las primeras fases de la enfermedad	14
Piojo de San José	Piriproxifen 10% [EC]	0,0375%	Efectuar una aplicación en prefloración	NP

Plaga o enfermedad	Formulado	Dosis	Especificaciones	PS
Pulgón	Aceite de parafina 83% [EC]	0,75%	Tratar antes de la floración	NP
	Lamba cihalotrin 10% [SC]	0,01%	Efectuar una aplicación por campaña sin superar los 300 mL/ha	3

Tipo de preparado: Concentrado Emulsionante (EC), Suspensión Concentrada (SC), Concentrado Soluble (SL), Difusor de Vapores (VP), Cebo listo para su uso (RB), Polvo Mojable (WP), Granulado dispersable en agua (WG) o Suspensión de Cápsulas (CS).

Los tratamientos fitosanitarios se van a realizar por pulverización. Para ello, se va a utilizar la maquinaria propia de la explotación, un tractor de 80 CV y un pulverizador hidroneumático arrastrado de 2.500 L de capacidad.

El encargado de la plantación va a realizar el seguimiento de las plagas y enfermedades y, en caso de ser necesario, será quien aplique los tratamientos (siempre siguiendo las recomendaciones de uso anteriormente expuestas).

## 1.7. Aclareo

El aclareo es una operación de cultivo que consiste en eliminar una parte de las flores y frutos del árbol. Esta técnica se realiza cuando la floración y fructificación es elevada. Los objetivos del aclareo son los siguientes:

- Aumentar el tamaño final del fruto
- Mejorar la maduración del fruto: sabor, color y precocidad
- Reducir el peligro de rotura de ramas
- Estimular la inducción floral

El aclareo se puede realizar de forma manual, mecánica o química.

### 1.7.1. Aclareo manual

Consiste en el derribo de flores y frutos con los dedos. Mediante el aclareo manual se obtiene una distribución de la fruta regular y aunque es un método sencillo se tiende a realizar el aclareo en función del tamaño. Este método es el más eficaz ya que se retiran los frutos de menor tamaño, los deformes, los que presentan picaduras, machas, etc. evitando dejar parte del árbol sin producción. El inconveniente que presenta este método es que resulta muy caro dado que requiere de gran cantidad de mano de obra.

### 1.7.2. Aclareo mecánico

Se basa en la aplicación de algún tipo de fuerza para derribar los frutos del árbol, tal como sacudidores. Es un método de aclareo más barato, pero no resulta muy efectivo porque derriba frutos de gran tamaño y es poco fiable en cuanto al establecimiento del nivel del aclareo dependiendo de la máquina. Además, un porcentaje variable de frutos caen posteriormente a la actuación debido a las lesiones producidas.

### 1.7.3. Aclareo químico

Es la alternativa real y rentable al aclareo manual en las especies frutales. Consiste en la aplicación o pulverización de un producto químico que por diversas

causas provocan la caída selectiva de los frutos. Es el método más barato, pero no establece con precisión los límites del aclareo.

Para el aclareo se pueden emplear los fitorreguladores de crecimiento autorizados por el Registro de Productos Fitosanitarios del MAPAMA y permitidos por el RTE de producción integrada de frutales de pepita de Castilla y León, de 1 de junio de 2017, y que se muestran en la Tabla 42.

Tabla 42. Formulados de fitorreguladores de crecimiento para el manzano en producción integrada

Sustancia activa	Composición
6-Benziladenina	6-Benziladenina 1,98% [SL]
	6-Benziladenina 2,1% [SL]
Metamitrona	Metamitrona 15% [SG]
	ANA 1% [SP]
ANA	ANA 1% [WP]
	ANA 8,5% [SL]

Tipo de preparado: Concentrado Soluble (SL), Gránulos Solubles en agua (SG), Polvo Soluble en agua (SP) o Polvo Mojable (WP)

La materia activa que se va a utilizar para el aclareo es Metramitrona. Se van a efectuar 2 aplicaciones a finales de abril. La primera aplicación a los 8-10 mm de diámetro de fruto, y la segunda a los 12-14 mm de diámetro. La dosis mínima es de 1,1 kg/ha y el plazo de seguridad de 60 días. No obstante, en junio conviene hacer un repaso manual.

Los tratamientos los va a realizar el encargado de la plantación. Para ello, se va a utilizar la maquinaria propia de la explotación, un tractor de 80 CV y un pulverizador hidroneumático arrastrado de 2.500L de capacidad.

## 1.8. Recolección

La recolección debe llevarse a cabo en el momento óptimo y con la técnica más adecuada, para que la fruta no sufra daño y se preserve su calidad.

### 1.8.1. Determinación de la época de recolección

Los criterios para determinar el momento óptimo de recolección son de naturaleza química. Generalmente se usa una combinación de diferentes métodos.

#### A. Edad de la fruta

La edad de la fruta es el periodo de tiempo que transcurre entre la plena floración y la madurez del fruto. En el grupo Golden es de 155 días, mientras que el el grupo Gala es de aproximadamente 130 días.

#### B. Índices físicos

La coloración de la manzana se compara con una tabla cromática, donde aparecen las tonalidades adecuadas para recolectar las variedades más conocidas. Su similitud dirá el momento de recolección. No es un dato preciso, porque resulta muy difícil de apreciar, al menos pequeñas diferencias, y la tonalidad es muy variable al depender de la climatología y de su situación en el árbol respecto a la exposición del sol.

Una forma rudimentaria de detectar el momento de la recolección es por el color de las semillas. Cuando del 50 al 80% presentan un color oscuro están en el momento óptimo de cosecha, para conservación larga o media, respectivamente.

Por otro lado, se considera que el fruto ha alcanzado el estado de madurez cuando la dureza del mesocarpio presenta unos determinados valores, propios de cada variedad.

Los valores de dureza de la pulpa para determinar el inicio de recolección de las variedades de manzanas, en plantaciones de producción integrada, se muestran en la Tabla 43.

Tabla 43. Índices de maduración para determinar el inicio de la recolección mediante penetromía

Variedad	Penetromía (libras/cm <sup>2</sup> )
Grupo Golden (conservación larga)	16 – 18
Grupo Golden (conservación corta)	14 – 15
Gala	16 – 18

### C. Índices químicos

El almidón es un compuesto presente en los frutos verdes, que desaparece transformándose en azúcares, a medida que maduran.

La concentración de azúcares solubles aumenta a lo largo del proceso de maduración del fruto. El contenido en azúcares del zumo o mosto, una vez extraído del fruto, se puede determinar por vía analítica o por vía óptica, mediante un refractómetro.

Los valores del contenido de azúcares para determinar el inicio de la recolección de las variedades de manzano, en plantaciones de producción integrada, se muestran en la Tabla 44.

Tabla 44. Índices de maduración para determinar el inicio de la recolección mediante refractometría

Variedad	Refractometría (°Brix)
Grupo Golden (conservación larga)	> 14
Grupo Golden (conservación corta)	> 12,5
Gala	> 13

### D. Degustación y experiencia del fruticultor

Es conveniente probar los frutos y saborear las cualidades gustativas del fruto antes de su recolección. Este método siempre se debe compaginar con alguno de los anteriores.

#### 1.8.2. Ejecución de la recolección

De la buena organización de la recolección depende en gran medida la rentabilidad de la explotación. Es una de las facetas del cultivo que mayor número de horas en mano de obra exige y supone un elevado coste.

El rendimiento de la recolección depende del número de pasadas y de otros factores como son:

- La altura y espesor de la copa. En copas de escaso espesor y altura que se alcancen desde el suelo, la recolección es muy rápida (De 100 a 10 kg/hora), mientras que en las globosas (árboles formados en vaso) con alturas que obliguen al uso de escaleras o árboles formados en eje central con una elevada altura, es mucho más lenta y se emplea el doble de tiempo que en el caso anterior.
- El tamaño del fruto y la producción del árbol.
- La facilidad de separar la fruta del árbol, que depende de las variedades y del grado de madurez.
- La orografía del terreno. A mayor pendiente, mayor dificultad de trabajo.
- Los envases utilizados. En plantaciones de una cierta dimensión, como la parcela objeto de estudio, resulta adecuado utilizar palets en vez de cajas.

La recolección se va a realizar en dos o tres pasadas, en función de la variedad. Entre cada pasada va a transcurrir un intervalo de 5 a 6 día. Además, la cosecha de cada variedad debe terminar, aproximadamente, en 15 días. El RTE obliga a realizar la recolección separando los frutos por variedades.

El número de operarios necesarios para realizar la recolección de la fruta se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$T \text{ (días)} = \frac{R \cdot \left(\frac{t}{ha}\right) \cdot A}{r \cdot \left(\frac{t}{operario \text{ día}}\right) \cdot n^{\circ} \text{ operarios}} \leq 15 \text{ días}$$

Donde:

- T: periodo de cosecha en días
- R: rendimiento productivo (t/ha)
- A: superficie a cosechar (ha)
- r: rendimiento de la mano de obra (t/operario día)
- n: número de operarios

En la plantación en proyecto la variedad Golden Parsi y Golden Crielaard ocupan el 37,5% de la superficie cada una de ellas, mientras que el 25% de la superficie lo ocupa la variedad polinizadora, Brookfield Gala.

El rendimiento de la mano de obra durante la recolección se estima que va a ser de 1,3 t por jornada, aproximadamente.

En la Tabla 45. se presentan las necesidades de mano de obra para la recolección en función de la variedad y el año productivo de la plantación.

Toda la fruta que hay a una altura inferior a 1,8 metros se va a recolectar desde el suelo. La fruta que se encuentre a una altura superior a la mencionada, se recogerá

desde un carro de cintas transportadoras, que se empleará también para realizar la poda. Por cada carro habrá de 6 operarios.

Las manzanas se deben arrancar del árbol mediante una leve torsión-rotación, con el fin de separar los pedúnculos por su punto de inserción en las ramas. Cada manzana se cogerá con toda la mano para evitar magulladuras y sin presionarla ya que la presión ejercida con los dedos “marca” los frutos. Se debe conservar entero el pedúnculo del fruto para evitar heridas que pueden convertirse en focos de infección. Asimismo, el RTE prohíbe efectuar la recolección cuando los frutos estén mojados.

En la recolección hay que evitar, en todo momento, los golpes entre los propios frutos. Para ello, se van a utilizar unas bolsas tipo canguro que llevarán los recolectores. Estas bolsas son el doble de largas de lo que aparentan para acompañar a la fruta en su descarga al palot, minimizando los golpes.

Antes de iniciar la cosecha se van a distribuir los palots por las calles de la plantación. Los palots son cajones grandes de madera, que poseen una capacidad aproximada de 400 kg y unas dimensiones de 105x105x90 cm. Poseen doble fondo, lo que permite levantarlos con la pala del tractor, facilitando su manipulación.

El número de palots necesarios para realizar la recolección de la fruta se calcula del siguiente modo:

$$Palot (ud) = \frac{\text{cantidad de fruta a recolectar (t)}}{\text{carga de cada palot} \left( \frac{t}{palot} \right)}$$

En la Tabla 45. se presenta el número de palots necesarios durante el periodo de recolección en cada etapa de desarrollo de la plantación.

Tabla 45. Necesidades de mano de obra y palots para la recolección

	Año	Rendimiento productivo (t/ha)	Golden Parsi		Golden Crielaard		Brookfield Gala	
			nº operarios	nº palots	nº operarios	nº palots	nº operarios	nº palots
Entrada en producción	3	11	12	184	12	184	6	122
	4	21	18	350	18	350	12	234
Media producción	5	29	24	484	24	484	18	323
	6	38	30	634	30	634	18	423
Plena producción	7+	47	48	784	48	784	24	523

En plena producción serán necesarios 8 carros de recolección. Para reducir costes, se van a adquirir cuatro carros de recolección. A partir del sexto año se alquilarán los otros cuatro carros para cada campaña.

Los palots llenos se cargarán en camiones o remolques que los transportarán hasta la central hortofrutícola. Para esta operación, habrá un peón durante toda la recolección encargado de la pala para transportar los palots hasta los remolques.

El RTE obliga a que la recolección, la conservación y el procesamiento de la fruta en los almacenes se efectúen de manera independiente, de modo que los lotes estén identificados en todo momento.

La duración de la conservación de los frutos se debe ajustar al sistema de conservación utilizado, a las características del fruto y a la evolución de los mismos.

Durante el periodo de recolección se van a tomar muestras para analizar la posible presencia de residuos fitosanitarios y garantizar que se han utilizado exclusivamente las materias activas incluidas en la estrategia de protección integrada, y que se cumple con los requisitos establecidos en la Legislación Española en relación con los Límites Máximos de Residuos.

## 2. Necesidades del proceso productivo

### 2.1. Maquinaria y equipos

#### 2.1.1. Maquinaria necesaria en la explotación

##### 2.1.1.1. Maquinaria alquilada

A lo largo de la vida de la plantación, la maquinaria necesaria para realizar las diferentes labores del cultivo es distinta, dado que necesita potencias o aperos diferentes. Por ello, no interesa adquirir toda la maquinaria, sino alquilar. La maquinaria que se va a alquilar es la siguiente:

##### Tractor

Para las labores de preparación del terreno se va a alquilar un tractor de 180 CV (134,22 kW) de potencia.

##### Remolque esparcidor de estiércol

Se trata de un remolque que incorpora un esparcidor accionado por la toma de fuerza del tractor. Está equipado con un sistema de arrastre de cadenas, que se encargan de arrastrar el estiércol hacia la parte trasera del remolque. Allí, unos cilindros verticales se encargan de distribuir el estiércol por la superficie del terreno. La capacidad de carga del remolque es de 5000 kg y su anchura de trabajo es de 2 m. Esta labor se va a contratar a una empresa de la zona porque sólo se va a realizar en la época de preparación del terreno, previa a la plantación.

##### Arado de desfonde

Es necesario realizar una labor profunda de 80 cm de profundidad, que voltea el terreno y elimina la posible suela de labor. Esta labor va a ser encargada a una empresa de servicios de la zona.

##### Cultivador de 15 brazos

El cultivador es un apero formado por 15 brazos colocados alternativamente en dos filas sobre un bastidor, que va suspendido de la parte trasera del tractor. La separación entre los brazos es de 20 cm. El promotor dispone del equipo previamente, por lo que no es necesaria su adquisición. Para realizar esta operación se va a contratar a una empresa de la zona.

##### Equipo de plantación

Para realizar esta labor, se necesita emplear un arado plantador. Este consta de una reja con vertedera que va a abrir un surco según avanza la máquina. Sobre ella van sentado dos operarios que van colocando los plantones respetando siempre las distancias de separación entre los árboles.

En la parte trasera de la máquina hay dos rejas aporcadoras que cierran el surco una vez colocado el plantón. Para mejorar el enraizamiento, en la parte superior del tractor se va a instalar un depósito de agua, de tal forma que a la vez que se coloca el plantón se deja caer un poco de agua. Con ello se mejora el enraizamiento del árbol.

Esta labor de plantación se va a contratar a una empresa de servicios.

### Carro de recolección

A partir del sexto año, será necesario alquilar cuatro carros de recolección que se sumarán a los cuatro adquiridos en la explotación el primer año. Las características que han de reunir son: capacidad para seis personas, balcones desplegados con pistón hidráulico, descarga de la fruta directamente al palot, regulación de velocidad de la cinta y movimiento de la máquina hidrostático con inversor. Equipado con compresor con 6 tomas.

#### 2.1.1.2. Maquinaria propia

Para las labores más habituales de la plantación, se empleará maquinaria propia. Para ello, se contará tanto con maquinaria que actualmente dispone el promotor, como otra nueva que ha de adquirirse.

### Tractor

El promotor del proyecto dispone de un tractor agrícola de 80 CV (59,65 kW), con una distancia entre ejes de 2,08 m y un peso de 4.500 kg.

### Remolque

Remolque con una capacidad de carga de 7.000 kg con volquete y un eje. Se va a emplear para el transporte de herramientas y materias primas por la explotación. El promotor no dispone de remolque, por lo que debe ser adquirido.

### Abonadora

Únicamente para la realización del abonado de fondo previo a la plantación se va a emplear una abonadora centrífuga suspendida, propiedad del promotor, con una capacidad de tolva de 1000 L.

### Trituradora-desbrozadora

La trituradora-desbrozadora es un equipo que realiza tanto el triturado de los restos de poda como el corte de la cubierta vegetal de las calles de la plantación. Se trata, por tanto, de un equipo de doble uso, pues se emplea tanto para el mantenimiento del suelo como para la eliminación de los residuos de poda. El promotor no dispone previamente del equipo, por lo que debe ser adquirido.

Esta máquina está formada por un rotor de martillos o de cuchillas, que cortan y machacan los restos vegetales, dejándolos de un tamaño tal que pueden ser incorporados al suelo.

### Pulverizador hidráulico

Se emplea exclusivamente para el tratamiento con herbicidas en las líneas del cultivo. El pulverizador hidráulico consta de una barra extensible que se coloca en la parte delantera del tractor y que dispone en sus extremos de boquillas pulverizadoras. El sistema de pulverización es hidráulico, por lo que cuenta con una bomba accionada por la toma de fuerza del tractor y de un depósito de 600 L.

Las boquillas instaladas son de 80 o 110°. Deben estar siempre perfectamente limpias y calibradas. La presión de trabajo no debe superar las 2 atm, y la velocidad de trabajo debe ser siempre inferior a 10 km/h para garantizar la efectividad del tratamiento. El promotor no dispone previamente del equipo, por lo que debe ser adquirido.

#### Pulverizador neumático

Permite la aplicación de productos insecticidas y fungicidas, previa dilución de la materia activa en agua, mediante pulverización neumática (por corriente de aire) producida al caer el líquido sobre la corriente de aire de alta velocidad generada por un ventilador.

Se caracteriza por la penetración que se consigue en determinadas zonas de vegetación, por lo que se utiliza preferentemente en aplicaciones en la viña, y en general en cultivos arbóreos con volúmenes de caldo de menos de 200 L/ha.

#### Compresor arrastrado y tijeras neumáticas

El equipo de poda está formado por un compresor neumático arrastrado y de tijeras de podar neumáticas, conectadas a él. Este equipo debe ser adquirido.

#### Carro de recolección

Máquina recolectora de fruta autopropulsada, con cintas transportadoras y carro portapalots. Capacidad para 6 personas, con 6 balcones desplegados con pistón hidráulico, descarga de la fruta directamente al palot, regulación de velocidad de la cinta y movimiento de la máquina hidrostático con inversor. Equipado con compresor con 6 tomas.

### **2.1.2. Capacidad y tiempos de trabajo**

A continuación, se muestra el cálculo de la potencia requerida por cada apero.

#### Cultivador

La potencia requerida se determina de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$P_r = \frac{N_b + N_r}{0,9}$$

Donde:

- $P_r$ : potencia requerida (kW/m)
- $N_b$ : potencia a la barra (kW)
- $N_r$ : potencia de rodadura (kW)

Se considera que el tractor trabaja al 90% de su potencia nominal. La potencia de la barra se calcula con la siguiente fórmula:

$$N_b = T \cdot v$$

Donde:

- $N_b$ : potencia a la barra (kW)

- T: esfuerzo de tracción (N ó kg)
- v: velocidad de trabajo (m/s) (ver Tabla 46)

La fuerza de tracción necesaria para utilizar aperos de labranza se calcula del siguiente modo:

$$T = S \cdot \mu$$

Donde:

- T: esfuerzo de tracción (N)
- S: sección de labor (m<sup>2</sup>)
- $\mu$ : coeficiente de labranza (N/m<sup>2</sup>)

La sección de labor se calcula con la siguiente fórmula:

$$S = a \cdot p$$

Donde:

- S: sección de labor (m<sup>2</sup>)
- a: ancho de trabajo (m) (ver Tabla 46)
- p: profundidad de trabajo (m)

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$S_{cultivador} = 3 \text{ m} \cdot 0,15 \text{ m} = 0,45 \text{ m}^2$$

La sección de labor del cultivador es de 0,45 m<sup>2</sup>.

El coeficiente de labranza para suelos franco-arenosos, según estándares tabulados, es de 30.000 N/m<sup>2</sup>. Aplicando la fórmula anterior se obtiene:

$$T_{cultivador} = 30.000 \text{ N/m}^2 \cdot 0,45 \text{ m}^2 = 13.500 \text{ N}$$

El esfuerzo de tracción del cultivador es de 13.500 N. En consecuencia, la potencia de la barra es la siguiente:

$$N_b = 13.500 \text{ N} \cdot 1,94 \text{ m/s} \cdot 10^{-3} = 26,19 \text{ kW}$$

La potencia de la barra del cultivador es de 26,19 kW.

En segundo lugar, la potencia de rodadura se determina de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$N_r = R_R \cdot v \cdot \frac{9,806215 \cdot 10^{-3} \text{ kW}}{1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

Donde:

- N<sub>r</sub>: potencia de rodadura (kW)
- R<sub>r</sub>: resistencia a la rodadura (kg)
- v: velocidad de trabajo (m/s) (ver Tabla 46)

La principal fuerza que se opone al movimiento de un equipo sobre una superficie plana es la resistencia a la rodadura ( $R_R$ ). Este factor es proporcional al peso total del vehículo. Se determina mediante la siguiente fórmula:

$$R_R = W \cdot f_R$$

Donde:

- $R_R$ : resistencia a la rodadura (kg)
- $W$ : peso del vehículo sobre las ruedas (kg)
- $f_R$ : coeficiente de resistencia a la rodadura

El valor del coeficiente de rodadura para suelo baldío es de 0,06 a 0,10, por lo que se va a emplear un coeficiente intermedio de 0,08. Aplicando este coeficiente, junto al peso del tractor, en la ecuación anterior, se obtiene:

$$R_R = 4.500 \text{ kg} \cdot 0,08 = 360 \text{ kg}$$

La resistencia a la rodadura del cultivador es de 280 kg. En consecuencia, la potencia de rodadura es la siguiente:

$$N_r = 360 \text{ kg} \cdot 1,94 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{9,806215 \cdot 10^{-3} \text{ kW}}{1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 6,85 \text{ kW}$$

La potencia de rodadura del cultivador es de 6,85 kW. No obstante, se va a establecer un margen de seguridad para evitar que el tractor trabaje en condiciones de régimen máximo. Para ello, se va a mayorar en un 20%.

$$P_{requerida} = (6,85 + 26,19) \cdot 1,2 = 39,65 \text{ kW}$$

La potencia requerida del cultivador es de 39,65 kW.

Pulverizador hidráulico, pulverizador neumático, segadora, abonadora y trituradora de restos de poda

La potencia requerida por estos equipos de trabajo se determina del mismo modo seguido anteriormente para el cultivador. El esfuerzo de tracción necesario para mover los aperos se calcula del siguiente modo:

$$T = W \cdot f_T$$

Donde:

- $T$ : esfuerzo de tracción (kg)
- $W$ : peso que soportan las ruedas (kg)
- $f_T$ : factor de tracción

El peso del conjunto es igual al peso del tractor junto con la tara del equipo y la carga máxima autorizada.

El factor de tracción en suelo de tierra firme tabulado para los neumáticos es de 0,55. Aplicando este factor a la fórmula se obtiene:

$$T_{\text{pulverizador hidráulico}} = (4.500 + 200 + 600) \text{ kg} \cdot 0,55 = 2.915,0 \text{ kg}$$

$$T_{\text{pulverizador neumático}} = (4.500 + 100 + 400) \text{ kg} \cdot 0,55 = 2.750,0 \text{ kg}$$

$$T_{\text{segadora}} = (4.500 + 350) \text{ kg} \cdot 0,55 = 2.667,5 \text{ kg}$$

$$T_{\text{abonadora}} = (4.500 + 100 + 500) \text{ kg} \cdot 0,55 = 2.805,0 \text{ kg}$$

$$T_{\text{trituradora}} = (4.500 + 590) \text{ kg} \cdot 0,55 = 2.799,5 \text{ kg}$$

Por ello, la potencia a la barra para cada apero es la siguiente:

$$N_{\text{pulverizador hidráulico}} = 2.915 \text{ kg} \cdot 1,11 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{9,806215 \cdot 10^{-3} \text{ kW}}{1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 31,73 \text{ kW}$$

$$N_{\text{pulverizador neumático}} = 2,750 \text{ kg} \cdot 1,11 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{9,806215 \cdot 10^{-3} \text{ kW}}{1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 29,93 \text{ kW}$$

$$N_{\text{segadora}} = 2.667,5 \text{ kg} \cdot 1,67 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{9,806215 \cdot 10^{-3} \text{ kW}}{1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 43,68 \text{ kW}$$

$$N_{\text{abonadora}} = 2.805 \text{ kg} \cdot 1,67 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{9,806215 \cdot 10^{-3} \text{ kW}}{1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 45,94 \text{ kW}$$

$$N_{\text{trituradora}} = 2.799,5 \text{ kg} \cdot 0,83 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{9,806215 \cdot 10^{-3} \text{ kW}}{1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 22,75 \text{ kW}$$

Por otra parte, para los pulverizadores, la segadora y la abonadora el coeficiente de resistencia a la rodadura, en caminos de tierra firme, es de 0,03. Aplicando la fórmula de cálculo de la resistencia a la rodadura se obtiene:

$$R_{R \text{ pulverizador hidráulico}} = (4.500 + 200 + 600) \text{ kg} \cdot 0,03 = 159 \text{ kg}$$

$$R_{R \text{ pulverizador neumático}} = (4.500 + 100 + 400) \text{ kg} \cdot 0,03 = 150 \text{ kg}$$

$$R_{R \text{ segadora}} = (4.500 + 350) \text{ kg} \cdot 0,03 = 145,5 \text{ kg}$$

$$R_{R \text{ abonadora}} = (4.500 + 100 + 500) \text{ kg} \cdot 0,03 = 153 \text{ kg}$$

$$R_{R \text{ trituradora}} = (4.500 + 590) \text{ kg} \cdot 0,03 = 152,7 \text{ kg}$$

En consecuencia, la potencia de rodadura para cada apero es la siguiente:

$$N_r \text{ pulverizador hidráulico} = 159 \text{ kg} \cdot 1,11 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{9,806215 \cdot 10^{-3} \text{ kW}}{1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 1,73 \text{ kW}$$

$$N_r \text{ pulverizador neumático} = 150 \text{ kg} \cdot 1,11 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{9,806215 \cdot 10^{-3} \text{ kW}}{1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 1,63 \text{ kW}$$

$$N_r \text{ segadora} = 145,5 \text{ kg} \cdot 1,67 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{9,806215 \cdot 10^{-3} \text{ kW}}{1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 2,40 \text{ kW}$$

$$N_r \text{ abonadora} = 153 \text{ kg} \cdot 1,67 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{9,806215 \cdot 10^{-3} \text{ kW}}{1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 1,66 \text{ kW}$$

$$N_r \text{ trituradora} = 152,7 \text{ kg} \cdot 0,83 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{9,806215 \cdot 10^{-3} \text{ kW}}{1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 1,25 \text{ kW}$$

No obstante, se va a establecer un margen de seguridad para evitar que el tractor trabaje en condiciones de régimen máximo. Para ello, se va a mayorar en un 20%.

$$P_r \text{ pulverizador hidráulico} = (31,73 + 1,73) \text{ kW} \cdot 1,2 = 40,15 \text{ kW}$$

$$P_r \text{ pulverizador neumático} = (29,93 + 1,63) \text{ kW} \cdot 1,2 = 37,87 \text{ kW}$$

$$P_r \text{ segadora} = (43,68 + 2,40) \text{ kW} \cdot 1,2 = 55,30 \text{ kW}$$

$$P_r \text{ abonadora} = (45,94 + 1,66) \text{ kW} \cdot 1,2 = 57,12 \text{ kW}$$

$$P_r \text{ trituradora} = (22,75 + 1,25) \text{ kW} \cdot 1,2 = 28,80 \text{ kW}$$

La potencia requerida por el pulverizador hidráulico es de 40,15 kW, de la segadora 55,30 kW, de la abonadora 57,12 kW y de la trituradora 28,80 kW.

El apero que mayor potencia requiere es la abonadora, con 57,12 kW (76,60 CV). Por ello, la potencia del motor del tractor va a ser de 80 CV, suficiente para utilizar todos los aperos que se van a emplear.

Tabla 46. Datos de velocidad, anchura y eficiencia de cada apero

Equipo	v (km/h)	anchura (m)	eficiencia
Cultivador	7	3,00	0,80
Pulverizador hidráulico	4	4,00	0,55
Segadora	6	3,00	0,75
Abonadora	6	12,00	0,85
Trituradora de restos de poda	3	1,50	0,75
Arado de desfonde	5	1,20	0,60

### 2.1.3. Consumo de carburante

El consumo horario de carburante medio se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\text{Consumo gasoil} = 1,34 \frac{\text{L}}{\text{kW}} \cdot h \cdot \text{Potencia de la labor}$$

El resultado de esta operación se presenta en la Tabla 47.

Tabla 47. Consumo de carburante

	<b>h/ha</b>	<b>Potencia (kW)</b>	<b>Consumo de gasoil (L/ha)</b>
Pase de cultivador	0,50	39,65	26,57
Tratamientos herbicidas	2,00	31,87	85,41
Tratamientos fitosanitarios	1,00	40,15	53,80
Abonado de fondo	0,50	57,12	38,27
Triturado	1,20	28,80	46,31
Segado	0,80	55,30	59,28

#### 2.1.4. Consumo de lubricantes

Se entiende como lubricantes todo tipo de aceites empleados en los motores y partes móviles del tractor. Según indica la norma ASAE D467.2 estima el consumo de aceite mediante la siguiente expresión:

$$\text{Consumo de aceite} = 0,00059 \cdot \text{Potencia (kW)} + 0,02169$$

Se estima la potencia empleada en cada labor, al igual que en el cálculo del consumo de carburante, con lo que se obtiene la

Tabla 48. Consumo de lubricantes

	<b>Potencia (kW)</b>	<b>Consumo de lubricantes (L/ha)</b>
Pase de cultivador	39,65	0,045
Tratamientos herbicidas	31,87	0,040
Tratamientos fitosanitarios	40,15	0,045
Abonado de fondo	57,12	0,055
Triturado	28,80	0,039
Segado	55,30	0,054

## 2.2. Coste horario de la utilización de la maquinaria

### 2.2.1. Costes de las labores alquiladas

#### Abonado de fondo

Para realizar esta labor se va a contratar a una empresa de servicios de la zona. Se va a emplear su propia maquinaria. El precio de la labor es de 1105,65€, incluyendo los costes derivados del uso de la maquinaria, el estiércol y la mano de obra.

#### Desfonde

El desfonde lo va a realizar una empresa de servicios externa, que proporciona el tractor, el arado de desfonde y la mano de obra. El precio de la labor es de 135,18 €/ha.

### Plantación

La operación de la plantación incluye la apertura del surco, la colocación de los plantones y el cierre del surco. Esta labor la va a llevar a cabo una empresa de servicios, la cual tiene establecido un precio de la labor de 0,60 € por plantón.

#### **2.2.2. Costes de la maquinaria adquirida**

#### **2.3. Mano de obra**

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.

Los medios por los cuales se disminuyen los gastos en la explotación son:

- Utilización del sistema de riego por goteo, que hace que únicamente sea necesaria la mano de obra para la programación de los riegos y la revisión y mantenimiento del sistema de riego.
- Empleo de un sistema de fertirrigación para realizar los aportes minerales a la plantación, con lo que sólo es necesaria la mano de obra para realizar el mantenimiento del sistema y preparar las soluciones madre de fertilizantes.
- La realización de los tratamientos fitosanitarios mediante equipos especiales, que irán arrastrados por el tractor, prescindiendo de mano de obra a la vez que se obtiene un ahorro de tiempo.
- La recolección va a ser completamente mecanizada, reduciendo notablemente las necesidades de mano de obra y los tiempos requeridos.

Las necesidades de mano de obra son mayores en épocas concretas del año, fundamentalmente en la poda y en la recolección. Durante el resto del año la plantación puede ser conducida perfectamente por una persona.

##### **2.3.1. Mano de obra fija**

Se va a tratar de una única persona, que debe tener experiencia en el tema. Es el encargado de distribuir, organizar y supervisar las diferentes labores que se lleven a cabo en la explotación. Esta persona es el especialista, encargado o capataz. Sus principales funciones son:

- Contratar la mano de obra eventual cuando esta se necesite para llevar a cabo operaciones en la explotación.
- Es el encargado y responsable de la maquinaria y el que lleve a cabo su manejo en las diversas operaciones.
- Establecer las fechas oportunas para llevar a cabo la aplicación de productos fitosanitarios.
- Tiene el deber de llevar a cabo el riego, tanto en la dosificación como en la programación.

- Elegir el momento adecuado para la recolección.

### **2.3.2. Mano de obra eventual**

La mano de obra eventual es el personal contratado en determinadas épocas del año para llevar a cabo labores que requieran unas mayores necesidades de mano de obra. Existen dos categorías:

- Peón especializado: se trata de mano de obra contratada para unas labores específicas, requiriendo una cierta experiencia o conocimiento de las labores a realizar. Los peones especializados que será necesario contratar son tractoristas y podadores.
- Peón no especializado: se empleará para realizar labores de carácter general dentro de la plantación. No requiere ningún tipo de cualificación especial. Se encarga de la cara y descarga de caminos, ayuda en la plantación de los árboles, limpieza de las ramas podadas y ayuda en la recolección.

### 3. Cuadros del proceso productivo

Tabla 49. Definición de las necesidades del año 1

Actividades		Época	Necesidades					Resumen necesidades	Especificaciones
Nº	Actividad		Técnicas		Materias primas			Cantidad total (17,80 ha)	
		Maquinaria	Mano de obra	Nombre	Unidad	Coficiente técnico			
1	Enmienda orgánica	Finales de octubre	Tractor 180 CV + remolque esparcidor	1 tractorista	Estiércol vacuno	t/ha	57,03	1015,13	-
2	Desfonde	Finales de octubre	Tractor 180 CV + arado de desfonde	1 tractorista	-	-	-	-	-
3	Dos pases de cultivador	Principios de noviembre	Tractor 80 CV + cultivador	1 tractorista	-	-	-	-	-
3	Dos pases de cultivador	Principios de enero	Tractor 80 CV + cultivador	1 tractorista	-	-	-	-	-
4	Marqueo	Finales de enero	Jalones y cuerda	3 peones	-	-	-	-	-
5	Recepción y preparación de la planta	Mediados de febrero	Tijeras de poda	3 peones	Plantones Golden Parsi sobre M-9 Pajam-2 Cepiland	Unidad	-	13829	-
					Plantones Golden Crielaard sobre M-9 Pajam-2 Cepiland	Unidad	-	13502	-

Actividades		Época	Necesidades					Resumen necesidades	Especificaciones
Nº	Actividad		Técnicas		Materias primas			Cantidad total (17,80 ha)	
			Maquinaria	Mano de obra	Nombre	Unidad	Coficiente técnico		
					Plantones Brookfield Gala sobre M-9 Pajam-1	Unidad	-	9343	-
6	Plantación	Mediados de febrero	Tractor 180 CV + equipo de plantación	1 tractorista + 2 peones	-	-	-	-	-
7	Instalación del sistema de riego	Finales de febrero	-	3 peones	-	-	-	-	-
8	Riego de plantación	Finales de febrero	Sistema de riego por goteo	1 peón	Agua	m3/ha	1,30	23,14	-
9	Revisión de la planta	Primeros de marzo	1 pala	2 peones	-	-	-	-	-
10	Colocación de los protectores de troncos	Primeros de marzo	Tractor 80 CV + remolque	2 peones	Protectores de troncos	Unidad	36310	36310	-
11	Entutorado	Primeros de marzo	Tractor 80 CV + remolque	3 peones	Macarrones	Unidad	36310	36310	-
12	Poda de plantación	Mediados de marzo	Tijeras de poda	4 peones	-	-	-	-	-
13	Herbicida	Mediados de marzo	Tractor 80 CV + pulverizador hidráulico	1 tractorista	Glifosato 36%	L/ha	4,00	71,20	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles
14	Tratamiento fungicida - Moteado y Oidio	Mediados de marzo	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Dodina 40% [SC]	L/ha	1,70	30,26	Emplear un volumen de caldo de 1.000 L/ha

Actividades		Época	Necesidades					Resumen necesidades	Especificaciones
Nº	Actividad		Técnicas		Materias primas			Cantidad total (17,80 ha)	
		Maquinaria	Mano de obra	Nombre	Unidad	Coficiente técnico			
15	Riego	Abril	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	70,00	1246,00	-
16	Tratamiento insecticida - Pulgón	Principios de abril	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorcista	Aceite de parafina 83% [EC]	%	0,75	-	Aplicar en prefloración. Volumen del caldo de 800 l/ha
17	Tratamiento fungicida - Moteado y Oidio	Principios de abril	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorcista	Bupirimato 25% [EC]	%	0,04	-	-
18	Tratamiento insecticida - Araña Roja	Finales de abril	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorcista	Abamectina 1,8% [EC] + Aceite de parafina 83% [EC]	L/ha	1,10	19,58	Aplicar a caída de pétalos
19	Tratamiento fungicida - Moteado y Oidio	Finales de abril	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorcista	Dodina 40% [SC]	L/ha	1,70	30,26	Emplear un volumen de caldo de 1.000 L/ha
20	Riego	Mayo	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	145,60	2591,68	-
21	Tratamiento insecticida - Carpocapsa	Principios de mayo	Tractor 80 CV	1 tractorcista	E,E-8,10 Dodecadien-1 OL 12,36% [VP]	Difusores/ha	300,00	5340	Colocar en el tercio superior de la copa antes del vuelo de la 1ª generación

Actividades		Época	Necesidades					Resumen necesidades	Especificaciones
Nº	Actividad		Técnicas		Materias primas			Cantidad total (17,80 ha)	
			Maquinaria	Mano de obra	Nombre	Unidad	Coefficiente técnico		
22	Tratamiento fungicida - Moteado y Oidio	Mediados de mayo	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorcista	Bupirimato 25% [EC]	%	0,04	-	-
23	Poda en verde	Mediados de mayo	Tijeras de poda	3 peones	-	-	-	-	-
24	Reposición de marras	Finales de mayo	Tractor 80 CV + remolque + 2 palas + 2 azadas	4 peones	Plantones	-	-	-	-
25	Riego	Junio	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	232,93	4146,07	-
26	Tratamiento fungicida - Moteado y Oidio	Principios de junio	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorcista	Dodina 40% [SC]	L/ha	1,70	30,26	Emplear un volumen de caldo de 1.000 L/ha
27	Tratamiento insecticida - Pulgón	Mediados de junio	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorcista	Lamba cihalotrin 10% [SC]	%	0,01	-	Efectuar una aplicación por campaña sin superar los 300 mL/ha
28	Riego	Julio	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	271,00	4823,80	-
29	Tratamiento insecticida - Araña Roja	Mediados de julio	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorcista	Fenpiroximato 5,12% [SC]	L/ha	1,20	21,36	-
30	Tratamiento fungicida - Oidio	Mediados de julio	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorcista	Bupirimato 25% [EC]	%	0,04	-	-

Actividades		Época	Necesidades					Resumen necesidades	Especificaciones
Nº	Actividad		Técnicas		Materias primas			Cantidad total (17,80 ha)	
			Maquinaria	Mano de obra	Nombre	Unidad	Coficiente técnico		
31	Riego	Agosto	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	250,52	4459,26	-
32	Tratamiento insecticida - Mosca de la fruta	Mediados de agosto	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorcista	Deltametrin 10% [EC] P/V'	L/ha	0,13	2,23	Volumen del caldo de 1.200 L/ha
33	Riego	Septiembre	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	150,25	2674,45	-
34	Riego	Octubre	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	71,90	1279,82	-

Tabla 50. Definición de las necesidades del año 2

Actividades		Época	Necesidades					Resumen necesidades	Especificaciones
Nº	Actividad		Técnicas		Materias primas			Cantidad total (17,80 ha)	
		Maquinaria	Mano de obra	Nombre	Unidad	Coeficiente técnico			
1	Poda de invierno	Principios de febrero	Tijeras de poda	4 peones	-	-	-	-	-
2	Herbicida	Mediados de marzo	Tractor 80 CV + pulverizador hidráulico	1 tractorista	Glifosato 36%	L/ha	4,00	71,20	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles
3	Fertilización orgánica	Mediados de marzo	Tractor 80 CV + pulverizador hidráulico	1 tractorista	Ácido húmico 81%	kg/ha	48,23	858,49	-
4	Tratamiento fungicida - Moteado y Oídio	Mediados de marzo	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Dodina 40% [SC]	L/ha	1,70	30,26	Emplear un volumen de caldo de 1.000 L/ha
5	Riego	Abril	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	98,04	1745,02	-
6	Tratamiento insecticida - Pulgón	Principios de abril	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Aceite de parafina 83% [EC]	%	0,75	-	Aplicar en prefloración. Volumen del caldo de 800 l/ha
7	Tratamiento fungicida - Moteado y Oidio	Principios de abril	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Bupirimato 25% [EC]	%	0,04	-	-
8	Tratamiento insecticida - Araña Roja	Finales de abril	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Abamectina 1,8% [EC] + Aceite de parafina 83% [EC]	L/ha	1,10	19,58	Aplicar a caída de pétalos
9	Tratamiento fungicida - Moteado y Oidio	Finales de abril	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Dodina 40% [SC]	%	0,04	-	-

Actividades		Época	Necesidades					Resumen necesidades	Especificaciones
Nº	Actividad		Técnicas		Materias primas			Cantidad total (17,80 ha)	
			Maquinaria	Mano de obra	Nombre	Unidad	Coficiente técnico		
10	Riego	Mayo	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	203,84	3628,35	-
11	Tratamiento insecticida - Carpocapsa	Principios de mayo	Tractor 80 CV	1 tractorista	E,E-8,10 Dodecadien-1 OL 12,36% [VP]	Difusores/ha	300,00	5340	Colocar en el tercio superior de la copa antes del vuelo de la 1ª generación
12	Poda en verde	Mediados de mayo	Tijeras de poda	3 peones	-	-	-	-	-
13	Tratamiento fungicida - Moteado y Oidio	Mediados de mayo	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Bupirimato 25% [EC]	%	0,04	-	-
14	Herbicida	Finales de mayo	Tractor 80 CV + pulverizador hidráulico	1 tractorista	Glifosato 36%	L/ha	4,00	71,20	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles
15	Tratamiento fungicida - Moteado y Oidio	Principios de Junio	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Dodina 40% [SC]	%	0,04	-	-
16	Riego	Junio	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	326,10	5804,49	-
17	Tratamiento insecticida - Pulgón	Mediados de junio	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Lamba cihalotrin 10% [SC]	%	0,01	-	Efectuar una aplicación por campaña sin superar los 300 mL/ha
18	Tratamiento fungicida - Oidio	Finales de junio	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Bupirimato 25% [EC]	%	0,04	-	-

Actividades		Época	Necesidades					Resumen necesidades	Especificaciones
			Técnicas		Materias primas			Cantidad total (17,80 ha)	
Nº	Actividad		Maquinaria	Mano de obra	Nombre	Unidad	Coefficiente técnico		
19	Riego	Julio	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	379,40	6753,32	-
20	Tratamiento fungicida - Oidio	Mediados de julio	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Miclobutanil 24% [EC]	%	0,02	-	
21	Tratamiento insecticida - Araña Roja	Mediados de julio	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Fenpiroximato 5,12% [SC]	L/ha	1,20	21,36	-
22	Riego	Agosto	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	350,74	6243,08	-
23	Tratamiento insecticida - Mosca de la fruta	Mediados de agosto	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Deltametrin 10% [EC] P/V'	L/ha	0,13	2,23	Volumen del caldo de 1.200 L/ha. La variedad Gala no se trata por plazo de seguridad
24	Riego	Septiembre	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	210,56	3747,97	-
25	Herbicida	Finales de septiembre	Tractor 80 CV + pulverizador hidráulico	1 tractorista	Glifosato 36%	L/ha	4,00	71,20	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles
26	Riego	Octubre	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	100,66	1791,75	-

Tabla 51. Definición de las necesidades del año 3

Actividades		Época	Necesidades					Resumen necesidades	Especificaciones
Nº	Actividad		Técnicas		Materias primas			Cantidad total (17,80 ha)	
		Maquinaria	Mano de obra	Nombre	Unidad	Coficiente técnico			
1	Poda de invierno	Principios de febrero	Tijeras de poda	4 peones	-	-	-	-	-
2	Siega	Principios de marzo	Tractor 80 CV + segadora	1 tractorista	-	-	-	-	Siega de la cubierta vegetal
3	Herbicida	Mediados de marzo	Tractor 80 CV + pulverizador hidráulico	1 tractorista	Glifosato 36%	L/ha	4,00	71,20	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles
4	Fertilización orgánica	Mediados de marzo	Tractor 80 CV + pulverizador hidráulico	1 tractorista	Ácido húmico 81%	kg/ha	48,23	858,49	-
5	Tratamiento fungicida - Moteado y Oídio	Mediados de marzo	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Dodina 40% [SC]	L/ha	1,70	30,26	Emplear un volumen de caldo de 1.000 L/ha
6	Riego	Abril	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	140,00	2492,00	-
7	Fertilización	Abril a Junio	Sistema de fertirrigación	Automático	Fertilizante 7-21-7	L/ha	5,08	90,42	Volumen total para los tres meses. Volumen diario, ver Tabla 28.
					Fertilizante 5-0-20	L/ha	9,56	170,17	
					Fertilizante N-25	L/ha	4,21	74,94	
8	Tratamiento fungicida - Moteado y Oídio	Principios de abril	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Bupirimato 25% [EC]	L/ha	1,70	30,26	Emplear un volumen de caldo de 1.000 L/ha

Actividades		Época	Necesidades					Resumen necesidades	Especificaciones
Nº	Actividad		Técnicas		Materias primas			Cantidad total (17,80 ha)	
		Maquinaria	Mano de obra	Nombre	Unidad	Coficiente técnico			
9	Tratamiento insecticida - Pulgón	Principios de abril	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Aceite de parafina 83% [EC]	%	0,75	-	Aplicar en prefloración. Volumen del caldo de 800 l/ha
10	Tratamiento insecticida - Araña Roja	Finales de abril	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Abamectina 1,8% [EC] + Aceite de parafina 83% [EC]	L/ha	1,10	19,58	Aplicar a caída de pétalos
11	Tratamiento fungicida - Moteado y Oídio	Finales de abril	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Dodina 40% [SC]	L/ha	1,70	30,26	Emplear un volumen de caldo de 1.000 L/ha
12	Riego	Mayo	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	291,20	5183,36	-
13	Tratamiento insecticida - Carpocapsa	Principios de mayo	Tractor 80 CV	1 tractorista	E,E-8,10 Dodecadien-1 OL 12,36% [VP]	Difusores/ha	300,00	5340	Colocar en el tercio superior de la copa antes del vuelo de la 1ª generación
14	Tratamiento fungicida - Moteado y Oídio	Mediados de mayo	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Bupirimato 25% [EC]	L/ha	1,70	30,26	Emplear un volumen de caldo de 1.000 L/ha
15	Poda en verde	Mediados de mayo	Tijeras de poda	3 peones	-	-	-	-	-

Actividades		Época	Necesidades					Resumen necesidades	Especificaciones
Nº	Actividad		Técnicas		Materias primas			Cantidad total (17,80 ha)	
			Maquinaria	Mano de obra	Nombre	Unidad	Coefficiente técnico		
16	Herbicida	Finales de mayo	Tractor 80 CV + pulverizador hidráulico	1 tractorista	Glifosato 36%	L/ha	4,00	71,20	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles
17	Tratamiento fungicida - Moteado y Oídio	Primeros de junio	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Dodina 40% [SC]	L/ha	1,70	30,26	Emplear un volumen de caldo de 1.000 L/ha
18	Riego	Junio	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	465,86	8292,31	-
19	Siega	Principios de junio	Tractor 80 CV + segadora	1 tractorista	-	-	-	-	Siega de la cubierta vegetal
20	Tratamiento insecticida - Pulgón	Mediados de junio	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Lamba cihalotrin 10% [SC]	%	0,01	-	Efectuar una aplicación por campaña sin superar los 300 mL/ha
21	Tratamiento fungicida - Oídio	Finales de junio	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Bupirimato 25% [EC]	L/ha	1,70	30,26	Emplear un volumen de caldo de 1.000 L/ha
22	Riego	Julio	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	542,00	9647,60	-
23	Fertilización	Julio al 10 de Septiembre	Sistema de fertirrigación	Automático	Fertilizante 7-21-7	L/ha	6,40	113,92	Volumen total para los tres meses. Volumen diario, ver Tabla 28.
					Fertilizante 5-0-20	L/ha	56,00	996,80	
					Fertilizante N-25	L/ha	24,66	438,95	

Actividades		Época	Necesidades					Resumen necesidades	Especificaciones
Nº	Actividad		Técnicas		Materias primas			Cantidad total (17,80 ha)	
			Maquinaria	Mano de obra	Nombre	Unidad	Coefficiente técnico		
24	Tratamiento fungicida - Oídio	Mediados de julio	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Dodina 40% [SC]	L/ha	1,70	30,26	Emplear un volumen de caldo de 1.000 L/ha
25	Tratamiento insecticida - Araña Roja	Mediados de julio	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Fenpiroximato 5,12% [SC]	L/ha	1,20	21,36	-
26	Tratamiento fungicida - Oidio	Últimos de julio	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Miclobutanil 24% [EC]	%	0,02	-	-
27	Riego	Agosto	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	501,03	8918,33	-
28	Tratamiento insecticida - Mosca de la fruta	Mediados de agosto	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Deltametrin 10% [EC] P/V'	L/ha	0,13	2,23	Volumen del caldo de 1.200 L/ha. No se aplicará a la variedad Gala por Plazo de Seguridad
29	Recolección Gala	Mediados de agosto	Tractor 80 CV + elevador + carro de recolección	1 tractorista + 6 peones	Palots	Unidad	-	122,00	-
30	Riego	Septiembre	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	300,50	5348,90	-
31	Recolección Golden Parsi	Principios de septiembre	Tractor 80 CV + elevador + carro de recolección	1 tractorista + 12 peones	Palots	Unidad	-	184,00	-

Actividades		Época	Necesidades					Resumen necesidades	Especificaciones
Nº	Actividad		Técnicas		Materias primas			Cantidad total (17,80 ha)	
		Maquinaria	Mano de obra	Nombre	Unidad	Coefficiente técnico			
32	Recolección Golden Crielaard	Mediados de septiembre	Tractor 80 CV + elevador + carro de recolección	1 tractorista + 12 peones	Palots	Unidad	-	184,00	-
33	Fertilización	10 de Septiembre al 31 de Octubre	Sistema de fertirrigación	Automático	Fertilizante 7-21-7	L/ha	1,31	23,32	Volumen total para los tres meses. Volumen diario, ver Tabla 28.
					Fertilizante 5-0-20	L/ha	7,24	128,87	
					Fertilizante N-25	L/ha	3,19	56,78	
34	Siega	Mediados de septiembre	Tractor 80 CV + segadora	1 tractorista	-	-	-	-	Siega de la cubierta vegetal
35	Herbicida	Finales de septiembre	Tractor 80 CV + pulverizador hidráulico	1 tractorista	Glifosato 36%	L/ha	4,00	71,20	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles
36	Riego	Octubre	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	143,80	2559,64	-

Tabla 52. Definición de las necesidades del año 4

Actividades		Época	Necesidades					Resumen necesidades	Especificaciones
Nº	Actividad		Técnicas		Materias primas			Cantidad total (17,80 ha)	
		Maquinaria	Mano de obra	Nombre	Unidad	Coefficiente técnico			
1	Poda de invierno	Principios de febrero	Tijeras de poda	4 peones	-	-	-	-	-
2	Triturado de los restos de poda	Finales de febrero	Tractor 80 CV + trituradora	1 tractorista	Restos de poda	-	-	-	-
3	Siega	Principios de marzo	Tractor 80 CV + segadora	1 tractorista	-	-	-	-	Siega de la cubierta vegetal
4	Herbicida	Mediados de marzo	Tractor 80 CV + pulverizador hidráulico	1 tractorista	Glifosato 36%	L/ha	4,00	71,20	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles
5	Fertilización orgánica	Mediados de marzo	Tractor 80 CV + pulverizador hidráulico	1 tractorista	Ácido húmico 81%	kg/ha	48,23	858,49	-
6	Tratamiento fungicida - Moteado y Oídio	Mediados de marzo	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Dodina 40% [SC]	L/ha	1,70	30,26	Emplear un volumen de caldo de 1.000 L/ha
7	Riego	Abril	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	196,07	3490,05	-
8	Fertilización	Abril a Junio	Sistema de fertirrigación	Automático	Fertilizante 7-21-7	L/ha	22,15	394,27	Volumen total para los tres meses. Volumen diario, ver Tabla 28.
					Fertilizante 5-0-20	L/ha	22,72	404,42	
					Fertilizante N-25	L/ha	13,84	246,35	
9	Tratamiento insecticida - Pulgón	Principios de abril	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Aceite de parafina 83% [EC]	%	0,75	-	Aplicar en prefloración. Volumen del

Actividades		Época	Necesidades					Resumen necesidades	Especificaciones
Nº	Actividad		Técnicas		Materias primas			Cantidad total (17,80 ha)	
		Maquinaria	Mano de obra	Nombre	Unidad	Coficiente técnico			
								caldo de 800 l/ha	
10	Tratamiento fungicida - Moteado y Oidio	Principios de abril	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Bupirimato 25% [EC]	%	0,04	-	-
11	Tratamiento insecticida - Araña Roja	Finales de abril	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Abamectina 1,8% [EC] + Aceite de parafina 83% [EC]	L/ha	1,10	19,58	Aplicar a caída de pétalos
12	Tratamiento fungicida - Moteado y Oídio	Finales de abril	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Dodina 40% [SC]	L/ha	1,70	30,26	Emplear un volumen de caldo de 1.000 L/ha
13	Riego	Mayo	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	407,68	7256,70	-
14	Tratamiento insecticida - Carpocapsa	Principios de mayo	Tractor 80 CV	1 tractorista	E,E-8,10 Dodecadien-1 OL 12,36% [VP]	Difusores/ha	300,00	5340	Colocar en el tercio superior de la copa antes del vuelo de la 1ª generación
15	Poda en verde	Mediados de mayo	Tijeras de poda	3 peones	-	-	-	-	-
16	Tratamiento fungicida - Moteado y Oidio	Mediados de mayo	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Bupirimato 25% [EC]	%	0,04	-	-

Actividades		Época	Necesidades					Resumen necesidades	Especificaciones
Nº	Actividad		Técnicas		Materias primas			Cantidad total (17,80 ha)	
		Maquinaria	Mano de obra	Nombre	Unidad	Coficiente técnico			
17	Herbicida	Finales de mayo	Tractor 80 CV + pulverizador hidráulico	1 tractorista	Glifosato 36%	L/ha	4,00	71,20	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles
18	Riego	Junio	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	407,68	7256,70	-
19	Tratamiento fungicida - Moteado y Oídio	Principios de junio	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Dodina 40% [SC]	L/ha	1,70	30,26	Emplear un volumen de caldo de 1.000 L/ha
20	Siega	Principios de junio	Tractor 80 CV + segadora	1 tractorista	-	-	-	-	Siega de la cubierta vegetal
21	Tratamiento insecticida - Pulgón	Mediados de junio	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Lamba cihalotrin 10% [SC]	%	0,01	-	Efectuar una aplicación por campaña sin superar los 300 mL/ha
22	Tratamiento fungicida - Oidio	Finales de junio	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Bupirimato 25% [EC]	%	0,04	-	-
23	Riego	Julio	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	758,80	13506,64	-
24	Fertilización	Julio al 10 de Septiembre	Sistema de fertirrigación	Automático	Fertilizante 7-21-7	L/ha	27,93	497,15	Volumen total para los tres meses. Volumen diario, ver Tabla 28.
					Fertilizante 5-0-20	L/ha	133,10	2369,18	
					Fertilizante N-25	L/ha	81,08	1443,22	

Actividades		Época	Necesidades					Resumen necesidades	Especificaciones
Nº	Actividad		Técnicas		Materias primas			Cantidad total (17,80 ha)	
		Maquinaria	Mano de obra	Nombre	Unidad	Coefficiente técnico			
25	Tratamiento fungicida - Oidio	Mediados de julio	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Dodina 40% [SC]	L/ha	1,70	30,26	Emplear un volumen de caldo de 1.000 L/ha
26	Tratamiento insecticida - Araña Roja	Mediados de julio	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Fenpiroximato 5,12% [SC]	L/ha	1,20	21,36	-
27	Tratamiento fungicida - Oidio	Últimos de julio	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Miclobutanil 24% [EC]	%	0,02	-	-
28	Riego	Agosto	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	701,47	12486,17	-
29	Tratamiento insecticida - Mosca de la fruta	Mediados de agosto	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Deltametrin 10% [EC] P/V'	L/ha	0,13	2,23	Volumen del caldo de 1.200 L/ha. No se aplicará a la variedad Gala por Plazo de Seguridad
30	Recolección Gala	Mediados de agosto	Tractor 80 CV + elevador + carro de recolección	1 tractorista + 12 peones	Palots	Unidad	-	234,00	-
31	Riego	Septiembre	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	421,12	7495,94	-
32	Fertilización	10 de Septiembre al 31 de Octubre	Sistema de fertirrigación	Automático	Fertilizante 7-21-7	L/ha	5,70	101,49	Volumen total para los tres meses.
					Fertilizante 5-0-20	L/ha	17,19	306,00	

Actividades		Época	Necesidades					Resumen necesidades	Especificaciones
Nº	Actividad		Técnicas		Materias primas			Cantidad total (17,80 ha)	
			Maquinaria	Mano de obra	Nombre	Unidad	Coefficiente técnico		
					Fertilizante N-25	L/ha	10,49	186,65	Volumen diario, ver Tabla 28.
33	Recolección Golden Parsi	Principios de septiembre	Tractor 80 CV + elevador + carro de recolección	1 tractorista + 18 peones	Palots	Unidad	-	350,00	-
34	Recolección Golden Crielaard	Mediados de septiembre	Tractor 80 CV + elevador + carro de recolección	1 tractorista + 18 peones	Palots	Unidad	-	350,00	-
35	Siega	Mediados de septiembre	Tractor 80 CV + segadora	1 tractorista	-	-	-	-	Siega de la cubierta vegetal
36	Herbicida	Finales de septiembre	Tractor 80 CV + pulverizador hidráulico	1 tractorista	Glifosato 36%	L/ha	4,00	71,20	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles
37	Riego	Octubre	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	201,32	3583,50	-

Tabla 53. Definición de las necesidades del año 5

Actividades		Época	Necesidades					Resumen necesidades	Especificaciones
Nº	Actividad		Técnicas		Materias primas			Cantidad total (17,80 ha)	
		Maquinaria	Mano de obra	Nombre	Unidad	Coficiente técnico			
1	Poda de invierno	Principios de febrero	Tijeras de poda	4 peones	-	-	-	-	-
2	Triturado de los restos de poda	Finales de febrero	Tractor 80 CV + trituradora	1 tractorista	Restos de poda	-	-	-	-
3	Siega	Principios de marzo	Tractor 80 CV + segadora	1 tractorista	-	-	-	-	Siega de la cubierta vegetal
4	Herbicida	Mediados de marzo	Tractor 80 CV + pulverizador hidráulico	1 tractorista	Glifosato 36%	L/ha	4,00	71,20	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles
5	Fertilización orgánica	Mediados de marzo	Tractor 80 CV + pulverizador hidráulico	1 tractorista	Ácido húmico 81%	kg/ha	48,23	858,49	-
6	Tratamiento fungicida - Moteado y Oídio	Mediados de marzo	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Dodina 40% [SC]	L/ha	1,70	30,26	Emplear un volumen de caldo de 1.000 L/ha
7	Riego	Abril	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	280,10	4985,78	-
8	Fertilización	Abril a Junio	Sistema de fertirrigación	Automático	Fertilizante 7-21-7	L/ha	28,63	509,61	Volumen total para los tres meses. Volumen diario, ver Tabla 28.
					Fertilizante 5-0-20	L/ha	30,67	545,93	
					Fertilizante N-25	L/ha	17,86	317,91	
9	Tratamiento insecticida - Pulgón	Principios de abril	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Aceite de parafina 83% [EC]	%	0,75	-	Aplicar en prefloración. Volumen del

Actividades		Época	Necesidades					Resumen necesidades	Especificaciones
Nº	Actividad		Técnicas		Materias primas			Cantidad total (17,80 ha)	
			Maquinaria	Mano de obra	Nombre	Unidad	Coefficiente técnico		
								caldo de 800 l/ha	
10	Tratamiento fungicida - Moteado y Oidio	Principios de abril	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Bupirimato 25% [EC]	%	0,04	-	-
11	Tratamiento insecticida - Araña Roja	Finales de abril	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Abamectina 1,8% [EC] + Aceite de parafina 83% [EC]	L/ha	1,10	19,58	Aplicar a caída de pétalos
12	Tratamiento fungicida - Moteado y Oídio	Finales de abril	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Dodina 40% [SC]	L/ha	1,70	30,26	Emplear un volumen de caldo de 1.000 L/ha
13	Riego	Mayo	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	582,40	10366,72	-
14	Tratamiento insecticida - Carpocapsa	Principios de mayo	Tractor 80 CV	1 tractorista	E,E-8,10 Dodecadien-1 OL 12,36% [VP]	Difusores/ha	300,00	5340	Colocar en el tercio superior de la copa antes del vuelo de la 1ª generación
15	Poda en verde	Mediados de mayo	Tijeras de poda	3 peones	-	-	-	-	-
16	Tratamiento fungicida - Moteado y Oidio	Mediados de mayo	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Bupirimato 25% [EC]	%	0,04	-	-

Actividades		Época	Necesidades					Resumen necesidades	Especificaciones
Nº	Actividad		Técnicas		Materias primas			Cantidad total (17,80 ha)	
		Maquinaria	Mano de obra	Nombre	Unidad	Coficiente técnico			
17	Herbicida	Finales de mayo	Tractor 80 CV + pulverizador hidráulico	1 tractorista	Glifosato 36%	L/ha	4,00	71,20	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles
18	Riego	Junio	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	931,70	16584,26	-
19	Tratamiento fungicida - Moteado y Oídio	Principios de junio	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Dodina 40% [SC]	L/ha	1,70	30,26	Emplear un volumen de caldo de 1.000 L/ha
20	Siega	Principios de junio	Tractor 80 CV + segadora	1 tractorista	-	-	-	-	Siega de la cubierta vegetal
21	Tratamiento insecticida - Pulgón	Mediados de junio	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Lamba cihalotrin 10% [SC]	%	0,01	-	Efectuar una aplicación por campaña sin superar los 300 mL/ha
22	Tratamiento fungicida - Oidio	Finales de junio	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Bupirimato 25% [EC]	%	0,04	-	-
23	Riego	Julio	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	1084,00	19295,20	-
24	Fertilización	Julio al 10 de Septiembre	Sistema de fertirrigación	Automático	Fertilizante 7-21-7	L/ha	36,10	642,58	Volumen total para los tres meses. Volumen diario, ver Tabla 28.
					Fertilizante 5-0-20	L/ha	179,69	3198,48	
					Fertilizante N-25	L/ha	104,66	1862,95	

Actividades		Época	Necesidades					Resumen necesidades	Especificaciones
Nº	Actividad		Técnicas		Materias primas			Cantidad total (17,80 ha)	
		Maquinaria	Mano de obra	Nombre	Unidad	Coficiente técnico			
25	Tratamiento fungicida - Oidio	Mediados de julio	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Dodina 40% [SC]	L/ha	1,70	30,26	Emplear un volumen de caldo de 1.000 L/ha
26	Tratamiento insecticida - Araña Roja	Mediados de julio	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Fenpiroximato 5,12% [SC]	L/ha	1,20	21,36	-
27	Tratamiento fungicida - Oidio	Últimos de julio	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Miclobutanil 24% [EC]	%	0,02	-	-
28	Riego	Agosto	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	1002,10	17837,38	-
29	Tratamiento insecticida - Mosca de la fruta	Mediados de agosto	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Deltametrin 10% [EC] P/V'	L/ha	0,13	2,23	Volumen del caldo de 1.200 L/ha. No se aplicará a la variedad Gala por Plazo de Seguridad
30	Recolección Gala	Mediados de agosto	Tractor 80 CV + elevador + carro de recolección	1 tractorista + 18 peones	Palots	Unidad	-	323,00	-
31	Riego	Septiembre	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	601,60	10708,48	-
32	Fertilización	10 de Septiembre al 31 de Octubre	Sistema de fertirrigación	Automático	Fertilizante 7-21-7	L/ha	7,37	131,19	Volumen total para los tres meses.
					Fertilizante 5-0-20	L/ha	23,21	413,14	

Actividades		Época	Necesidades					Resumen necesidades	Especificaciones
Nº	Actividad		Técnicas		Materias primas			Cantidad total (17,80 ha)	
			Maquinaria	Mano de obra	Nombre	Unidad	Coefficiente técnico		
					Fertilizante N-25	L/ha	13,52	240,66	Volumen diario, ver Tabla 28.
33	Recolección Golden Parsi	Principios de septiembre	Tractor 80 CV + elevador + carro de recolección	1 tractorista + 24 peones	Palots	Unidad	-	484,00	-
34	Recolección Golden Crielaard	Mediados de septiembre	Tractor 80 CV + elevador + carro de recolección	1 tractorista + 24 peones	Palots	Unidad	-	484,00	-
35	Siega	Mediados de septiembre	Tractor 80 CV + segadora	1 tractorista	-	-	-	-	Siega de la cubierta vegetal
36	Herbicida	Finales de septiembre	Tractor 80 CV + pulverizador hidráulico	1 tractorista	Glifosato 36%	L/ha	4,00	71,20	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles
37	Riego	Octubre	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	287,60	5119,28	-

Tabla 54. Definición de las necesidades del año 6

Actividades		Época	Necesidades					Resumen necesidades	Especificaciones
Nº	Actividad		Técnicas		Materias primas			Cantidad total (17,80 ha)	
		Maquinaria	Mano de obra	Nombre	Unidad	Coefficiente técnico			
1	Poda de invierno	Principios de febrero	Tijeras de poda	4 peones	-	-	-	-	-
2	Triturado de los restos de poda	Finales de febrero	Tractor 80 CV + trituradora	1 tractorista	Restos de poda	-	-	-	-
3	Siega	Principios de marzo	Tractor 80 CV + segadora	1 tractorista	-	-	-	-	Siega de la cubierta vegetal
4	Herbicida	Mediados de marzo	Tractor 80 CV + pulverizador hidráulico	1 tractorista	Glifosato 36%	L/ha	4,00	71,20	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles
5	Fertilización orgánica	Mediados de marzo	Tractor 80 CV + pulverizador hidráulico	1 tractorista	Ácido húmico 81%	kg/ha	48,23	858,49	-
6	Tratamiento fungicida - Moteado y Oídio	Mediados de marzo	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Dodina 40% [SC]	L/ha	1,70	30,26	Emplear un volumen de caldo de 1.000 L/ha
7	Riego	Abril	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	280,10	4985,78	-
8	Aclareo	Abril	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Metamitrona	kg/ha	1,10	19,58	Plazo de seguridad de 60 días
9	Fertilización	Abril a Junio	Sistema de fertirrigación	Automático	Fertilizante 7-21-7	L/ha	35,93	639,55	Volumen total para los tres meses. Volumen diario, ver Tabla 28.
					Fertilizante 5-0-20	L/ha	43,39	772,34	
					Fertilizante N-25	L/ha	23,38	416,16	

Actividades		Época	Necesidades					Resumen necesidades	Especificaciones
Nº	Actividad		Técnicas		Materias primas			Cantidad total (17,80 ha)	
			Maquinaria	Mano de obra	Nombre	Unidad	Coefficiente técnico		
10	Tratamiento insecticida - Pulgón	Principios de abril	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Aceite de parafina 83% [EC]	%	0,75	-	Aplicar en prefloración. Volumen del caldo de 800 l/ha
11	Tratamiento fungicida - Moteado y Oídio	Principios de abril	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Bupirimato 25% [EC]	%	0,04	-	-
12	Tratamiento insecticida - Araña Roja	Finales de abril	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Abamectina 1,8% [EC] + Aceite de parafina 83% [EC]	L/ha	1,10	19,58	Aplicar a caída de pétalos
13	Tratamiento fungicida - Moteado y Oídio	Finales de abril	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Dodina 40% [SC]	L/ha	1,70	30,26	Emplear un volumen de caldo de 1.000 L/ha
14	Riego	Mayo	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	582,40	10366,72	-
15	Tratamiento insecticida - Carpocapsa	Principios de mayo	Tractor 80 CV	1 tractorista	E,E-8,10 Dodecadien-1 OL 12,36% [VP]	Difusores/ha	300,00	5340	Colocar en el tercio superior de la copa antes del vuelo de la 1ª generación
16	Poda en verde	Mediados de mayo	Tijeras de poda	3 peones	-	-	-	-	-

Actividades		Época	Necesidades					Resumen necesidades	Especificaciones
Nº	Actividad		Técnicas		Materias primas			Cantidad total (17,80 ha)	
		Maquinaria	Mano de obra	Nombre	Unidad	Coficiente técnico			
17	Tratamiento fungicida - Moteado y Oidio	Mediados de mayo	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Bupirimato 25% [EC]	%	0,04	-	-
18	Herbicida	Finales de mayo	Tractor 80 CV + pulverizador hidráulico	1 tractorista	Glifosato 36%	L/ha	4,00	71,20	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles
19	Riego	Junio	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	931,70	16584,26	-
20	Tratamiento fungicida - Moteado y Oidio	Principios de junio	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Dodina 40% [SC]	L/ha	1,70	30,26	Emplear un volumen de caldo de 1.000 L/ha
21	Siega	Principios de junio	Tractor 80 CV + segadora	1 tractorista	-	-	-	-	Siega de la cubierta vegetal
22	Tratamiento insecticida - Pulgón	Mediados de junio	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Lamba cihalotrin 10% [SC]	%	0,01	-	Efectuar una aplicación por campaña sin superar los 300 mL/ha
23	Tratamiento fungicida - Oidio	Finales de junio	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Bupirimato 25% [EC]	%	0,04	-	-
24	Riego	Julio	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	1084,00	19295,20	-
25	Fertilización	Julio al 10 de Septiembre	Sistema de fertirrigación	Automático	Fertilizante 7-21-7	L/ha	45,30	806,34	Volumen total para los tres meses.
					Fertilizante 5-0-20	L/ha	254,23	4525,29	

Actividades		Época	Necesidades					Resumen necesidades	Especificaciones
Nº	Actividad		Técnicas		Materias primas			Cantidad total (17,80 ha)	
			Maquinaria	Mano de obra	Nombre	Unidad	Coefficiente técnico		
					Fertilizante N-25	L/ha	136,97	2438,07	Volumen diario, ver Tabla 28.
26	Tratamiento fungicida - Oidio	Mediados de julio	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Dodina 40% [SC]	L/ha	1,70	30,26	Emplear un volumen de caldo de 1.000 L/ha
27	Tratamiento insecticida - Araña Roja	Mediados de julio	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Fenpiroximato 5,12% [SC]	L/ha	1,20	21,36	-
28	Tratamiento fungicida - Oidio	Últimos de julio	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Miclobutanil 24% [EC]	%	0,02	-	
29	Riego	Agosto	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	1002,10	17837,38	-
30	Tratamiento insecticida - Mosca de la fruta	Mediados de agosto	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Deltametrin 10% [EC] P/V'	L/ha	0,13	2,23	Volumen del caldo de 1.200 L/ha. No se aplicará a la variedad Gala por Plazo de Seguridad
31	Recolección Gala	Mediados de agosto	Tractor 80 CV + elevador + carro de recolección	1 tractorista + 18 peones	Palots	Unidad	-	423,00	-
32	Riego	Septiembre	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	601,60	10708,48	-
33	Fertilización	10 de Septiembre	Sistema de fertirrigación	Automático	Fertilizante 7-21-7	L/ha	9,25	164,65	Volumen total para los tres

Actividades		Época	Necesidades					Resumen necesidades	Especificaciones
Nº	Actividad		Técnicas		Materias primas			Cantidad total (17,80 ha)	
			Maquinaria	Mano de obra	Nombre	Unidad	Coficiente técnico		
		al 31 de Octubre			Fertilizante 5-0-20	L/ha	32,85	584,73	meses. Volumen diario, ver Tabla 28.
				Fertilizante N-25	L/ha	17,70	315,06		
34	Recolección Golden Parsi	Principios de septiembre	Tractor 80 CV + elevador + carro de recolección	1 tractorista + 30 peones	Palots	Unidad	-	634,00	-
35	Recolección Golden Crielaard	Mediados de septiembre	Tractor 80 CV + elevador + carro de recolección	1 tractorista + 30 peones	Palots	Unidad	-	634,00	-
36	Siega	Mediados de septiembre	Tractor 80 CV + segadora	1 tractorista	-	-	-	-	Siega de la cubierta vegetal
37	Herbicida	Finales de septiembre	Tractor 80 CV + pulverizador hidráulico	1 tractorista	Glifosato 36%	L/ha	4,00	71,20	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles
38	Riego	Octubre	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	287,60	5119,28	-

Tabla 55. Definición de las necesidades del año 7

Actividades		Época	Necesidades					Resumen necesidades	Especificaciones
Nº	Actividad		Técnicas		Materias primas			Cantidad total (17,80 ha)	
		Maquinaria	Mano de obra	Nombre	Unidad	Coficiente técnico			
1	Poda de invierno	Principios de febrero	Tijeras de poda	4 peones	-	-	-	-	-
2	Triturado de los restos de poda	Finales de febrero	Tractor 80 CV + trituradora	1 tractorista	Restos de poda	-	-	-	-
3	Siega	Principios de marzo	Tractor 80 CV + segadora	1 tractorista	-	-	-	-	Siega de la cubierta vegetal
4	Herbicida	Mediados de marzo	Tractor 80 CV + pulverizador hidráulico	1 tractorista	Glifosato 36%	L/ha	4,00	71,20	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles
5	Fertilización orgánica	Mediados de marzo	Tractor 80 CV + pulverizador hidráulico	1 tractorista	Ácido húmico 81%	kg/ha	48,23	858,49	-
6	Tratamiento fungicida - Moteado y Oídio	Mediados de marzo	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Dodina 40% [SC]	L/ha	1,70	30,26	Emplear un volumen de caldo de 1.000 L/ha
7	Riego	Abril	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	280,10	4985,78	-
8	Aclareo	Abril	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Metamitrona	kg/ha	1,10	19,58	Plazo de seguridad de 60 días
9	Fertilización	Abril a Junio	Sistema de fertirrigación	Automático	Fertilizante 7-21-7	L/ha	43,22	769,32	Volumen total para los tres meses. Volumen diario, ver Tabla 28.
					Fertilizante 5-0-20	L/ha	56,12	998,94	
					Fertilizante N-25	L/ha	28,89	514,24	

Actividades		Época	Necesidades					Resumen necesidades	Especificaciones
Nº	Actividad		Técnicas		Materias primas			Cantidad total (17,80 ha)	
			Maquinaria	Mano de obra	Nombre	Unidad	Coefficiente técnico		
10	Tratamiento insecticida - Pulgón	Principios de abril	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Aceite de parafina 83% [EC]	%	0,75	-	Aplicar en prefloración. Volumen del caldo de 800 l/ha
11	Tratamiento fungicida - Moteado y Oidio	Principios de abril	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Bupirimato 25% [EC]	%	0,04	-	-
12	Tratamiento insecticida - Araña Roja	Finales de abril	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Abamectina 1,8% [EC] + Aceite de parafina 83% [EC]	L/ha	1,10	19,58	Aplicar a caída de pétalos
13	Tratamiento fungicida - Moteado y Oidio	Finales de abril	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Dodina 40% [SC]	L/ha	1,70	30,26	Emplear un volumen de caldo de 1.000 L/ha
14	Riego	Mayo	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	582,40	10366,72	-
15	Tratamiento insecticida - Carpocapsa	Principios de mayo	Tractor 80 CV	1 tractorista	E,E-8,10 Dodecadien-1 OL 12,36% [VP]	Difusores/ha	300,00	5340	Colocar en el tercio superior de la copa antes del vuelo de la 1ª generación
16	Poda en verde	Mediados de mayo	Tijeras de poda	3 peones	-	-	-	-	-

Actividades		Época	Necesidades					Resumen necesidades	Especificaciones
Nº	Actividad		Técnicas		Materias primas			Cantidad total (17,80 ha)	
		Maquinaria	Mano de obra	Nombre	Unidad	Coficiente técnico			
17	Tratamiento fungicida - Moteado y Oidio	Mediados de mayo	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Bupirimato 25% [EC]	%	0,04	-	-
18	Herbicida	Finales de mayo	Tractor 80 CV + pulverizador hidráulico	1 tractorista	Glifosato 36%	L/ha	4,00	71,20	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles
19	Riego	Junio	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	931,70	16584,26	-
20	Tratamiento fungicida - Moteado y Oidio	Principios de junio	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Dodina 40% [SC]	L/ha	1,70	30,26	Emplear un volumen de caldo de 1.000 L/ha
21	Siega	Principios de junio	Tractor 80 CV + segadora	1 tractorista	-	-	-	-	Siega de la cubierta vegetal
22	Tratamiento insecticida - Pulgón	Mediados de junio	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Lamba cihalotrin 10% [SC]	%	0,01	-	Efectuar una aplicación por campaña sin superar los 300 mL/ha
23	Tratamiento fungicida - Oidio	Finales de junio	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Bupirimato 25% [EC]	%	0,04	-	-
24	Riego	Julio	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	1084,00	19295,20	-
25	Fertilización	Julio al 10 de Septiembre	Sistema de fertirrigación	Automático	Fertilizante 7-21-7	L/ha	54,50	970,10	Volumen total para los tres meses.
					Fertilizante 5-0-20	L/ha	328,80	5852,64	

Actividades		Época	Necesidades					Resumen necesidades	Especificaciones
Nº	Actividad		Técnicas		Materias primas			Cantidad total (17,80 ha)	
			Maquinaria	Mano de obra	Nombre	Unidad	Coefficiente técnico		
					Fertilizante N-25	L/ha	169,28	3013,18	Volumen diario, ver Tabla 28.
26	Tratamiento fungicida - Oidio	Mediados de julio	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Dodina 40% [SC]	L/ha	1,70	30,26	Emplear un volumen de caldo de 1.000 L/ha
27	Tratamiento insecticida - Araña Roja	Mediados de julio	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Fenpiroximato 5,12% [SC]	L/ha	1,20	21,36	-
28	Tratamiento fungicida - Oidio	Últimos de julio	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Miclobutanil 24% [EC]	%	0,02	-	
29	Riego	Agosto	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	1002,10	17837,38	-
30	Tratamiento insecticida - Mosca de la fruta	Mediados de agosto	Tractor 80 CV + pulverizador neumático	1 tractorista	Deltametrin 10% [EC] P/V'	L/ha	0,13	2,23	Volumen del caldo de 1.200 L/ha. No se aplicará a la variedad Gala por Plazo de Seguridad
31	Recolección Gala	Mediados de agosto	Tractor 80 CV + elevador + carro de recolección	1 tractorista + 12 peones	Palots	Unidad	-	234,00	-
32	Riego	Septiembre	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	601,60	10708,48	-
33	Fertilización	10 de Septiembre	Sistema de fertirrigación	Automático	Fertilizante 7-21-7	L/ha	11,12	197,94	Volumen total para los tres

Actividades		Época	Necesidades					Resumen necesidades	Especificaciones
Nº	Actividad		Técnicas		Materias primas			Cantidad total (17,80 ha)	
			Maquinaria	Mano de obra	Nombre	Unidad	Coficiente técnico		
		al 31 de Octubre			Fertilizante 5-0-20	L/ha	42,48	756,14	meses. Volumen diario, ver Tabla 28.
					Fertilizante N-25	L/ha	21,87	389,29	
34	Recolección Golden Parsi	Principios de septiembre	Tractor 80 CV + elevador + carro de recolección	1 tractorista + 18 peones	Palots	Unidad	-	350,00	-
35	Recolección Golden Crielaard	Mediados de septiembre	Tractor 80 CV + elevador + carro de recolección	1 tractorista + 18 peones	Palots	Unidad	-	350,00	-
36	Siega	Mediados de septiembre	Tractor 80 CV + segadora	1 tractorista	-	-	-	-	Siega de la cubierta vegetal
37	Herbicida	Finales de septiembre	Tractor 80 CV + pulverizador hidráulico	1 tractorista	Glifosato 36%	L/ha	4,00	71,20	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles
38	Riego	Octubre	Sistema de riego por goteo	-	Agua	m3/ha	287,60	5119,28	-

# **ANEJO V: FICHA URBANÍSTICA**

**TÍTULO DEL PROYECTO:** Proyecto de plantación de manzano en regadío en el término municipal de Becerril de Campos (Palencia)

**MUNICIPIO:** Becerril de Campos (Palencia)

**EMPLAZAMIENTO:** Polígono 12, Parcela 30012 y 80012

**PROMOTOR:** Alejandro Villán Abad

**AUTOR DEL PROYECTO:** Pablo Villán Abad

**NORMA 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 Becerril de Campos, aprobadas por la Comisión Territorial de Urbanismo de Palencia a fecha 18 de diciembre de 2007.

**CALIFICACIÓN DEL SUELO QUE SE VA A OCUPAR:**

Clase: Rústico

Uso: Agrícola

Descripción	En planeamiento	En proyecto	Cumplimiento
Uso del suelo	Rústico	Rústico	Si
Uso compatible	Rústico	Rústico	Si
Coeficiente de ocupación (%)	20%	0,00026%	Si
Nº plantas sobre rasante	2	1	Si
Altura máxima (cumbre)	7 m	3,30 m	Si
Pendiente máxima de la cubierta	30º	12º	Si
Vuelo máximo	50 cm	20 cm	Si

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, febrero de 2019  
Fdo. Pablo Villán Abad  
Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

# **ANEJO VI: ESTUDIO GEOTÉCNICO**

## ÍNDICE ANEJO VI

1. Introducción .....	1
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Situación y emplazamiento de la obra .....	1
2. Marco geológico .....	2
2.1. Geología de la zona .....	2
2.2. Sismicidad .....	3
3. Reconocimiento del terreno .....	4
4. Prospección .....	6
4.1. Ensayos de campo .....	6
4.1.1. Calicatas de reconocimiento .....	6
4.1.2. Sondeo mecánico .....	7
4.1.3. Ensayo de penetración estándar .....	7
4.2. Ensayos de laboratorio .....	8
4.2.1. Propiedades físicas .....	9
4.2.2. Propiedades químicas .....	9
5. Carga admisible .....	10
6. Parámetros para la cimentación .....	10
7. Propuesta para la cimentación .....	11
8. Conclusiones .....	11
9. Comprobaciones a realizar sobre el terreno .....	11

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación según el tipo de construcción .....	4
Tabla 2. Clasificación según el tipo de terreno.....	4
Tabla 3. Distancias máximas entre puntos de reconocimiento.....	4
Tabla 4. Número mínimo de sondeos mecánicos y sustitución por pruebas de penetración .....	6
Tabla 5. Resultados de la calicata C-01.....	6
Tabla 6. Interpretación de la compacidad de las arenas .....	7
Tabla 7. Resultados del ensayo de penetración estándar.....	8
Tabla 8. Número orientativo de determinaciones in situ o en laboratorio .....	9
Tabla 9. Propiedades físicas del suelo.....	9
Tabla 10. Propiedades químicas del suelo.....	10
Tabla 11. Parámetros geotécnicos.....	10

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Selección del mapa geológico. Hoja 273 de la serie MAGNA 50 (IGN España) .....	2
Figura 2. Mapa sísmico de la norma sismorresistente NCSE-02 .....	3

## 1. Introducción

Con motivo de la construcción de una caseta de riego para la explotación de manzanos, en Becerril de Campos (Palencia), y atendiendo a la orden dictatorial de la Instrucción del Hormigón Estructural (E.H.E-08), se ha solicitado a una empresa el Estudio Geotécnico con el objetivo de caracterizar los terrenos donde se ubicará dicha edificación.

Con el estudio geotécnico del terreno, se pretende conocer el futuro comportamiento del mismo ante cualquier futura construcción. Las características del terreno que desvelen dicho estudio geotécnico condicionarán el diseño, ejecución, durabilidad y mantenimiento de la construcción.

El edificio previsto es una caseta de riego, que va a contener las bombas, el cabezal de riego y los depósitos para fertirrigación, de una sola planta sobre la rasante y superficie construida aproximada de 30 m<sup>2</sup>.

### 1.1. Antecedentes

El entorno de la parcela donde se va a situar la construcción comprende fincas rústicas y edificaciones agrícolas.

Se ha recabado información histórica de la parcela y de sus alrededores, con el fin de conocer sus usos previos y posibles problemas de inestabilidad. No se han puesto de manifiesto circunstancias adversas o problemáticas, tales como hornos, huertos, vertederos, obstáculos enterrados, rellenos antrópicos hundimientos, deslizamientos, etc.

También se ha realizado una inspección ocular del entorno para comprobar la configuración constructiva y de cimentación de las construcciones cercanas, y la posible existencia de grietas y desplazamientos en las mismas, sin haber encontrado pruebas ni indicios de asentamientos o desplazamientos excesivos en las construcciones próximas.

### 1.2. Situación y emplazamiento de la obra

La futura plantación frutal que mediante este proyecto se está diseñando, se llevará a cabo en una finca propiedad del promotor, para acceder a la explotación habrá que recorrer la carretera CL-615 que sale de La Venta en dirección Carrión de los Condes. Una vez pasada La Venta la parcela se encuentra justo a la derecha, en el primer camino que sale a la carretera. Abarca las parcelas 30012 y 80012 del polígono 12 del término municipal de Becerril de Campos en la provincia de Palencia.

## 2. Marco geológico

El Cuaternario y formaciones superficiales constituyen un recubrimiento generalizado sobre el substrato mioceno. En la zona de la Cuenca del Duero donde se sitúa la finca objeto del proyecto, se entiende como formaciones superficiales aquellos materiales no coherentes que han sufrido o no una consolidación posterior, ligados directamente con la evolución del relieve observable actualmente y que tienen generalmente poco espesor (de unos decímetros a unas pocas decenas de metros).

Nunca han sido recubiertas por gruesas acumulaciones de sedimentos, salvo en el caso de exhumaciones de antiguas formaciones superficiales.

Tienen una edad comprendida entre el Plioceno Medio y el Cuaternario más reciente. Se consideran Plioceno los depósitos existentes sobre la superficie “estructural” caliza, o Páramo, y Cuaternarios los encajados morfológicamente por debajo de la misma, entre los que se sitúan los terrenos de la finca objeto del proyecto.

Se considera que el modelado de la zona es de tipo fluvial en zonas endorreicas, que incluye las formaciones de terrazas y fondos de charcas.

### 2.1. Geología de la zona

La geología de la zona está caracterizada por terrazas, gravas cuarcíticas, arenas y limos, que frecuentemente se encuentran encostrados. Es un área que se localiza junto a un cauce artificial, por lo que puede ser un terreno que contenga materiales incorporados de la construcción del actual cauce del Canal de Castilla. Hoy en día se encuentran totalmente integrados en el terreno y no causan problema alguno.

En la Figura 1. se presenta la sección del mapa geológico correspondiente a la ubicación de la explotación objeto del proyecto. Este fragmento de mapa, escalado, está tomado de la Hoja 273 de la serie MAGNA 50 del Instituto Geográfico Nacional.

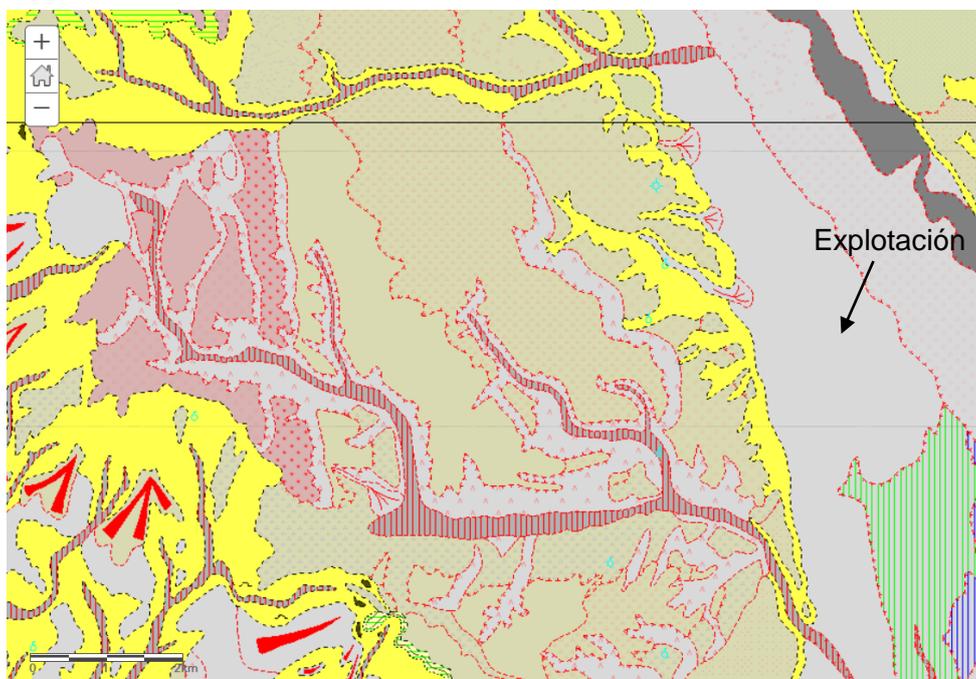


Figura 1. Selección del mapa geológico. Hoja 273 de la serie MAGNA 50 (IGN España)

## 2.2. Sismicidad

Las prescripciones para el diseño sísmico dadas en la Norma Sismorresistente NCSR-02 son de obligado cumplimiento en todas las obras del territorio nacional que ofrezcan valores de aceleración sísmica de cálculo superiores a 0,04 g.

La peligrosidad sísmica del territorio español se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica, que se puede observar en la Figura 2. Este mapa suministra la aceleración sísmica básica ( $a_b$ ) y el coeficiente de contribución ( $K$ ) que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terrenos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto.

La ubicación del proyecto, en la provincia de Palencia, se corresponde a una zona del territorio nacional en la que la aceleración sísmica es inferior a 0,04 g, por lo que no es de obligado cumplimiento la citada norma sismorresistente

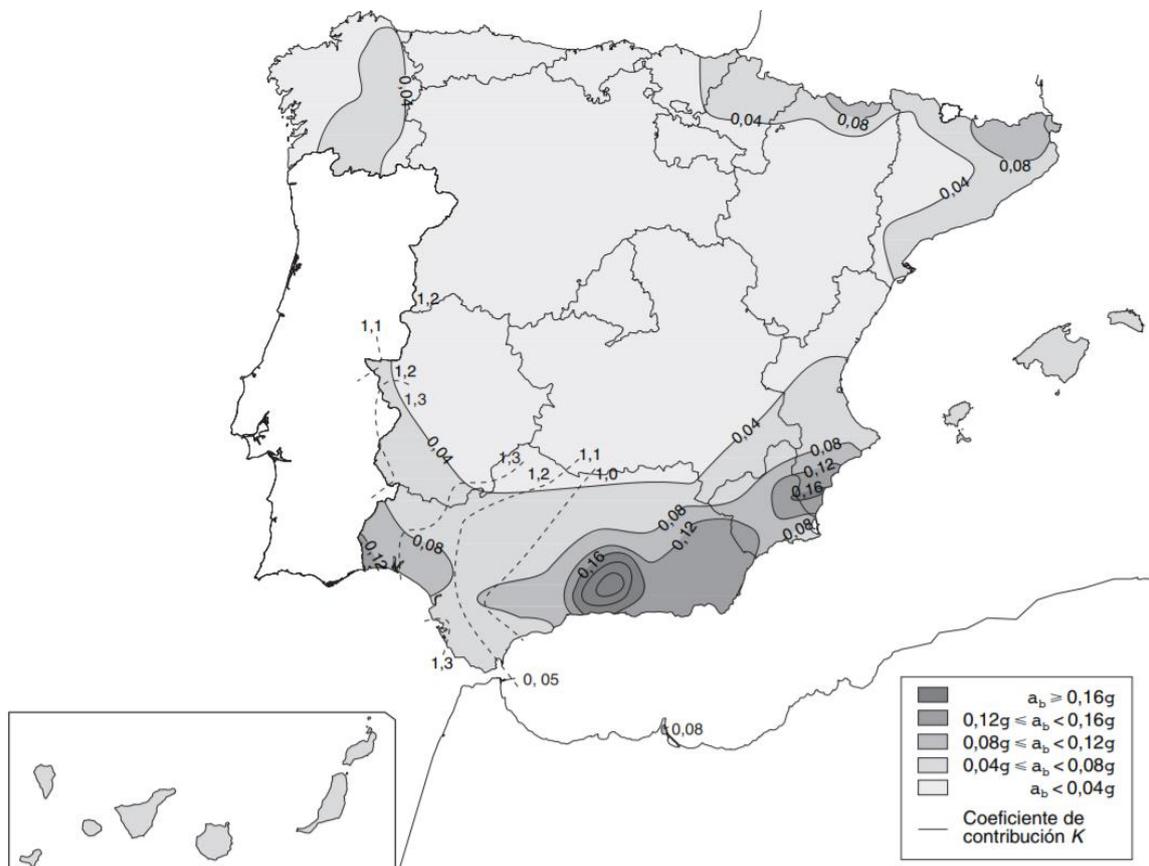


Figura 2. Mapa sísmico de la norma sismorresistente NCSE-02

En la zona de influencia del proyecto no se conocen antecedentes que pongan de manifiesto la posibilidad de ocurrencia de algún tipo de movimiento sísmico no es necesario tener en cuenta ninguna medida adicional a la práctica habitual de cimentación y sustentación de las edificaciones de la zona.

### 3. 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

En la Tabla 1. se muestra la clasificación según el tipo de clasificación, catalogando la construcción en proyecto como C – 0.

Tabla 1. Clasificación según el 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

En cuanto al tipo de terreno, se toma en consideración la Tabla 2., que describe los diferentes tipos de terrenos según su variabilidad y dificultad para el establecimiento de cimentaciones sencillas

Tabla 2. Clasificación según el tipo 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. Rellenos antrópicos.
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 practica habitual en la zona es de cimentación directa mediante elementos aislados.

Con carácter general se investigan como mínimo tres puntos de reconocimiento, manteniendo las distancias mínimas y la profundidad recomendada, según lo establecido en la Tabla 3.

Tabla 3. Distancias máximas entre puntos de reconocimiento

Tipo de construcción	Grupo de terreno			
	T – 1		T – 2	
	d máx (m)	P (m)	d máx (m)	P (m)
C – 0, C – 1	35	6	30	18
C – 2	30	12	25	25
C – 3	25	14	20	30
C – 4	20	16	17	35

El proyecto requiere la prospección de, al menos, tres puntos, con distancia máxima de separación de 35 m. La profundidad de los puntos de reconocimiento debe alcanzar una cota en el terreno por debajo de la cual no se van a desarrollar asentamientos 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.

## 4. Prospección

La prospección del terreno puede realizarse mediante calicatas, sondeos mecánicos, pruebas de penetración o métodos geofísicos. En los tipos de construcción C-0 y grupo de terreno T-1, las pruebas de penetración deben complementarse siempre con calicatas u otras técnicas de reconocimiento.

La prospección del terreno exige la realización de, al menos, un sondeo en alguno de los tres puntos de reconocimiento. La prospección se va a realizar mediante dos calicatas y un sondeo con ensayo de penetración estándar (SPT). En la Tabla 4. se observan el número mínimo de sondeos mecánicos y su sustitución por pruebas de penetración.

Tabla 4. Número mínimo de sondeos mecánicos y sustitución por pruebas de penetración

Tipo de construcción	Número mínimo		% de sustitución	
	T - 1	T - 2	T - 1	T - 2
C - 0	-	1	-	66
C - 1	1	2	70	50
C - 2	2	3	70	50
C - 3	3	3	50	40
C - 4	3	3	40	30

### 4.1. Ensayos de campo

Sobre el terreno natural, tanto en superficie como en profundidad a través de pozos de calicatas o de los propios sondeos, se han realizado ensayos de campo para obtener datos que pueden relacionarse con las características de resistencia, deformabilidad y permeabilidad de esa unidad geotécnica.

Los más utilizados son el ensayo de carga en placa realizado sobre la superficie del terreno y los ensayos a partir de sondeos como el ensayo de penetración estándar (SPT).

#### 4.1.1. Calicatas de reconocimiento

Se ha realizado una calicata de reconocimiento del terreno. Para ello han utilizado medios mecánicos dotados de una máquina retroexcavadora provista de brazo articulado y cazo de excavación.

En las Tabla 5 se presentan los resultados del reconocimiento ocular del perfil del terreno de la calicata realizada.

Tabla 5. Resultados de la calicata C-01

Cota inicial (m)	Cota final (m)	Descripción	Comentarios	Porcentaje de gruesos (%)	Porcentaje de finos (%)	Tipo de suelo
0,00	0,35	Suelo vegetal de color oscuro	Excavabilidad fácil. Paredes	9,2	90,8	Suelo vegetal

Cota inicial (m)	Cota final (m)	Descripción	Comentarios	Porcentaje de gruesos (%)	Porcentaje de finos (%)	Tipo de suelo
0,35	0,90	Mezcla de arenas, arcillas y algo de gravas, de coloración marrón	sostenidas. Consistencia media	23,5	76,5	Arenas con arcillas
0,90	2,00	Gravas, arenas y arcillas de coloraciones marrones y grises		28,3	71,7	Arenas con gravas
No se alcanza el nivel freático						

#### 4.1.2. Sondeo mecánico

Se ha realizado un sondeo mecánico a rotación mediante batería simple y extracción de testigo continuo para toma de muestras y ensayos de laboratorio. La profundidad alcanzada con el sondeo ha sido de 8 metros.

A distintas profundidades se han extraído testigos de muestra del suelo y de agua para la realización de ensayos de laboratorio. Se ha detectado que el nivel freático se sitúa entre los 3 y 4 metros de profundidad.

#### 4.1.3. Ensayo de penetración estándar

El método empleado para la determinación de la resistencia del terreno es el ensayo de penetración estándar (STP). Este ensayo consiste en el conteo del número de golpes necesarios para hincar 30 cm de un cilindro hueco de dimensiones normalizadas mediante golpeo con una maza de 63,5 kg que cae desde una altura de 76 cm.

Con este ensayo se determina la compacidad, la densidad relativa y el ángulo de rozamiento interno de suelos granulares. En suelos arcillosos es útil para determinar la resistencia de arcillas por encima del nivel freático.

El ensayo de penetración estándar se ha realizado empleando una máquina penetrómetro Tecoinsa modelo PDP-2000-P, provista de una punta de 5 cm, maza de peso 63,5 kg y altura de caída de 76 cm, con una sección del varillaje de 3,2 cm. Los datos obtenidos en el ensayo se interpretan en función de la Tabla 6.

Tabla 6. Interpretación de la compacidad de las arenas

Número de golpes $N_{spt}$	Densidad relativa
0 – 4	Muy suelta
4 – 10	Suelta
10 – 30	Mediana
30 – 50	Densa
> 50	Muy densa

En la Tabla 7. se presentan los resultados del ensayo de penetración estándar con su correspondiente clasificación, atendiendo a la tabla anterior.

Tabla 7. Resultados del ensayo de penetración estándar

Profundidad	Número de goles $N_{spt}$	Clasificación
0,5	44	Densa
1,0	46	Densa
1,5	48	Densa
2,0	49	Densa
2,5	66	Muy densa
3,0	72	Muy densa
3,5	73	Muy densa
4,0	85	Muy densa
4,5	87	Muy densa
5,0	88	Muy densa
5,5	Rechazo	Muy densa
6,0	Rechazo	Muy densa
6,5	Rechazo	Muy densa
7,0	Rechazo	Muy densa
7,5	Rechazo	Muy densa
8,0	Rechazo	Muy densa

El ensayo de penetración estándar ha determinado un elevado grado de compacidad del terreno. Entre la superficie y los 2 m de profundidad se ha determinado como arena densa, incrementándose en profundidad, hasta el grado de arena muy densa a partir de los 2,5 m.

#### 4.2. Ensayos de laboratorio

Para la realización de los ensayos de laboratorio se toman muestras de suelo, rocas y agua en calicatas y sondeos. Además se hace una descripción detallada de los aspectos que no son objeto de los ensayos, como el color, la litología o la presencia de materiales artificiales o escombros. Una vez descritas se procede a su protección para el envío al laboratorio donde se realizan los ensayos correspondientes.

En función de los ensayos que se deben realizar se clasifican las muestras en tres categorías (A, B y C), en función de si mantienen o no inalteradas sus propiedades físicas:

- Categoría A. Mantienen su estructura, densidad, humedad, granulometría, plasticidad y componentes químicos estables.
- Categoría B. Mantienen inalteradas su humedad, granulometría, plasticidad y componentes químicos estables.
- Categoría C. Aquellas muestras que no cumplen con las especificaciones de la Categoría B.

El número de determinaciones que se deben realizar para realizar la correcta investigación de una unidad geotécnica debe ser suficiente para conseguir fiabilidad en los resultados. A título orientativo, para superficies de hasta 2000 m<sup>2</sup>, en la Tabla 8. se recoge en número de determinaciones recomendadas.

Tabla 8. Número orientativo de determinaciones in situ o en laboratorio

Propiedad	Terreno	
	T - 1	T - 2
Identificación		
Granulometría	3	6
Plasticidad	3	5
Deformabilidad		
Arcillas y limos	4	6
Arenas	3	5
Resistencia a compresión simple		
Suelos muy blandos	4	6
Suelos blandos a duros	4	5
Suelos fisurados	5	7
Resistencia al corte		
Arcillas y limos	3	4
Arenas	3	5
Contenido de sales agresivas	3	4

Sobre las muestras obtenidas en la calicata y en el sondeo se han efectuado los correspondientes ensayos de laboratorio para conocer las propiedades físicas y químicas del suelo.

#### 4.2.1. Propiedades físicas

Se determinan la granulometría, la densidad, los límites de Atterberg y el índice de plasticidad. Los resultados obtenidos en el laboratorio se pueden observar en la Tabla 9.

Tabla 9. Propiedades físicas del suelo

Muestra	Cota	Clasificación	Tamiz 200	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	Densidad aparente
C-01	0,40	SW	< 35 %	30 %	NP	NP	1,90
C-01	0,80	GW	< 35 %	29 %	NP	NP	2,00
C-02	0,50	SW	< 35 %	29 %	NP	NP	1,90
C-02	0,90	GW	< 35 %	28 %	NP	NP	2,00
S-03	1,00	GW	< 35 %	27 %	NP	NP	2,00
S-03	2,00	GW	< 35 %	26 %	NP	NP	2,08

#### 4.2.2. Propiedades químicas

Los análisis de laboratorio tienen como finalidad la determinación de las condiciones de agresividad del suelo. Los resultados de la analítica se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10. Propiedades químicas del suelo

Muestra	Cota	Sulfatos (mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /kg suelo)	Acidez Baumann Gully	Agresividad
C-01	0,40	< 2000	< 20	No
C-01	0,80	< 2000	< 20	No
C-02	0,50	< 2000	< 20	No
C-02	0,90	< 2000	< 20	No
S-03	1,00	< 2000	< 20	No
S-03	2,00	< 2000	< 20	No

Según el Artículo 27.3.4 de la EHE-08, “En el caso particular de existencia de sulfatos, el cemento empleado deberá poseer característica adicional de resistencia a los sulfatos, según la norma UNE 80303:96, siempre que su contenido sea igual o mayor que 600 mg/L en el caso de aguas, o igual o mayor a 3000 mg/L en el caso de suelos”.

- Agresividad débil: grado de acidez Baumann-Gully > 20.
- Agresividad débil: ión sulfato 2000-3000 mg SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>/kg suelo.
- Agresividad media: ión sulfato 3000-12000 mg SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>/kg suelo.
- Agresividad fuerte: ión sulfato > 12000 mg SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>/kg suelo.

Se considera que el suelo no es agresivo si tiene un contenido de ión sulfato SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> inferior a 2000 mg/kg de suelo seco.

## 5. 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>.

## 6. 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 11.

Tabla 11. Parámetros geotécnicos

Parámetro	Valor
Profundidad	0 – 2 m
Densidad aparente	δ = 1,90 – 2,00 t/m <sup>3</sup>
Densidad sumergida	δ = 1,10 – 1,12 t/m <sup>3</sup>
Ángulo de rozamiento interno	Φ = 33 – 38°
Cohesión	NC
Presión admisible	1,96 – 2,00 kp/cm <sup>2</sup>
Asiento máximo admisible	2,5 mm
Asiento diferencial máximo	1,5 mm
Coefficiente de balasto	104 t/m <sup>3</sup>

## 7. Propuesta para la 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 kp/cm<sup>2</sup>.

## 8. 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.

## 9. Comprobaciones a realizar sobre el terreno

Antes de proceder con la ejecución de la cimentación se debe realizar la confirmación del estudio geotécnico. Se debe comprobar visualmente, o mediante las pruebas que se juzguen oportunas, que el terreno de apoyo se corresponde con las previsiones del proyecto.

El resultado de tal inspección, definiendo la profundidad de la cimentación de cada uno de los apoyos de la obra su forma y dimensiones, y el tipo y consistencia del terreno han de incorporarse a la documentación final de la obra. Estos planos han de quedar incorporados a la documentación de la obra acabada.

En particular se debe comprobar que:

- El nivel de apoyo de la cimentación se ajusta al previsto y apreciablemente la estratigrafía coincide con la estimada en el estudio geotécnico.
- El nivel freático y las condiciones hidrogeológicas se ajustan a las previstas.
- El terreno presenta apreciablemente una resistencia y humedad similar a la supuesta en el estudio geotécnico.
- No se detectan defectos evidentes tales como cavernas, fallas, galerías, pozos, etc.
- No se detectan corrientes subterráneas que puedan producir socavación o arrastre.

En Palencia, febrero de 2019

Fdo: Pablo Villán Abad

Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

# **ANEJO VII: INGENIERÍA DE LAS OBRAS**

## ÍNDICE ANEJO VII

1. Caseta de riego .....	1
1.1. Necesidades .....	1
1.2. Diseño .....	1
1.3. Materiales.....	1
1.4. Cálculos .....	2
1.4.1. Estructura .....	2
1.4.1.1. Nudos.....	2
1.4.1.2. Barras.....	5
1.4.1.3. Uniones .....	22
1.4.2. Cimentación.....	39
1.4.2.1. Elementos de cimentación aislados.....	39
1.4.2.2. Vigas .....	53
2. Instalación del riego.....	58
2.1. Red de distribución de tuberías .....	58
2.2. Emisor.....	58
2.3. Dimensionamiento de la instalación de riego.....	59
2.3.1. Diseño de las subunidades de riego .....	59
2.3.2. Ramales portagoteros.....	59
2.3.3. Tuberías terciarias .....	66
2.3.4. Tubería principal .....	69
2.3.5. Resumen de las necesidades de tuberías.....	70
2.4. Diseño del cabezal de riego .....	70
2.4.1. Filtros de arena.....	71
2.4.2. Filtro de malla .....	72
2.4.3. Equipo de fertirrigación .....	73
2.4.4. Dispositivos de control .....	74
2.4.4.1. Válvulas.....	74
2.4.4.2. Ventosas .....	74
2.4.4.3. Manómetros .....	74
2.4.5. Automatización del sistema de riego.....	74
2.5. Dimensionamiento de la instalación de bombeo.....	75

2.5.1. Tubería de aspiración .....	75
2.5.2. Cálculo de las necesidades de la bomba .....	75
2.5.2.1. Altura manométrica .....	75
2.5.2.2. Potencia necesaria .....	76
2.5.3. Descripción de la bomba.....	76
2.6. Valvulería y accesorios.....	76
3. Instalación eléctrica .....	78
3.1. Legislación aplicable .....	78
3.2. Descripción general de la instalación .....	78
3.3. Necesidades de iluminación .....	79
3.3.1. Iluminación natural.....	79
3.3.2. Iluminación artificial.....	79
3.3.2.1. Índice local (IL) .....	80
3.3.2.2. Rendimiento de la iluminación .....	80
3.3.2.3. Flujo luminoso necesario (F) .....	81
3.3.2.4. Número de puntos de luz.....	82
3.3.2.5. Distancia entre luminarias .....	82
3.3.3. Necesidades de potencia para la iluminación .....	83
3.3.4. Necesidades de potencia para fuerza .....	83
3.3.5. Potencia total .....	83
3.4. Componentes de la instalación eléctrica.....	83
3.4.1. Acometida.....	83
3.4.2. Instalación de enlace .....	84
3.4.3. Instalación interior.....	84
3.5. Cálculo de la instalación.....	85
3.5.1. Intensidad real .....	85
3.5.2. Intensidad de diseño .....	86
3.5.3. Sección del cable.....	87
3.5.4. Caída de tensión.....	88
3.5.5. Derivación individual y acometida .....	91
3.5.5.1. Intensidad real.....	91
3.5.5.2. Sección .....	92
3.5.6. Toma de tierra .....	92
4. Espaldera .....	94
4.1. Postes terminales y cables tensores .....	94
4.2. Postes intermedios.....	94
4.3. Alambres .....	95

4.4. Tensores .....	96
5. Torres de ventilación.....	97
5.1. Cimentación .....	97
5.2. Solera.....	97
6. Infraestructuras.....	99

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Nudos establecidos en la estructura .....	2
Tabla 2. Desplazamientos de los nudos.....	2
Tabla 3. Reacciones en los nudos .....	4
Tabla 4. Envolventes de las reacciones en nudos .....	5
Tabla 5. Características mecánicas del material empleado en la estructura .....	5
Tabla 6. Cargas en las barras de la estructura.....	6
Tabla 7. Esfuerzos en barras .....	7
Tabla 8. Envolventes de los esfuerzos en barras.....	17
Tabla 9. Comprobación de resistencia.....	21
Tabla 10. Flechas en las barras.....	22
Tabla 11. Características del emisor de riego seleccionado.....	59
Tabla 12. Cálculo de los ramales de riego .....	62
Tabla 13. Cálculo de las tuberías terciarias .....	68
Tabla 14. Resumen de necesidades de tuberías .....	70
Tabla 15. Factores de corrección por temperatura de la intensidad máxima admisible (normas UNE) .....	86
Tabla 16. Factores de reducción para el agrupamiento de varios circuitos o de varios cables multiconductores .....	86
Tabla 17. Sección de los cables de los circuitos de la instalación eléctrica en proyecto, en función de la intensidad de diseño y la intensidad máxima admisible. ....	88
Tabla 18. Caída de tensión en los cables de la instalación interior de la caseta en proyecto .....	89
Tabla 19. Toma a tierra de edificios (norma IEP-5).....	93
Tabla 20. Materiales necesarios para la espaldera de la plantación en proyecto .....	94
Tabla 21. Número de postes intermedios necesarios para la espaldera de la plantación .....	95
Tabla 22. Alambre necesario para la espaldera en proyecto.....	95
Tabla 23. Tensores necesarios para la espaldera de la plantación en proyecto.....	96

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Factores de los que depende el rendimiento del índice local de iluminación	81
Figura 2. Intensidades máximas admisibles para cables con conductores de cobre a una temperatura ambiente de 40 °C según norma UNE 60364 5 -52:2014 .....	87
Figura 3. Intensidades máximas admisibles para cables con conductores de cobre a una temperatura ambiente de 40 °C según norma UNE 60364 5 -52:2014 .....	91

## 1. Caseta de riego

### 1.1. Necesidades

Resulta necesario la construcción de una caseta de riego para albergar en su interior el equipo de bombeo, el cabezal de riego y los diferentes depósitos de fertilizantes para la fertirrigación. Esta edificación se va a dimensionar de tal modo que en su interior quepan los elementos mencionados anteriormente, así como realizar las operaciones rutinarias y de mantenimiento de equipo correspondiente.

Para albergar el equipo de bombeo, el cabezal de riego y la maquinaria de riego, se requiere, aproximadamente, de un espacio de 10 m<sup>2</sup>. Para facilitar las tareas de trabajo y la maniobrabilidad, se destinarán 10 m<sup>2</sup> a mayores. En cuanto a los depósitos, se van a instalar cinco, con una capacidad de 1.000 litros cada uno. Referido a superficie, ocuparán 1 m<sup>2</sup> cada uno. Por todo ello, la caseta de riego tendrá una superficie mínima de 25 m<sup>2</sup>.

La caseta va a contar con una adecuada ventilación e iluminación, para lo que se instalarán dos ventanas. El acceso se hará mediante una puerta corredera de dos hojas, la cual permita la entrada de personas, herramientas y equipos de trabajo.

### 1.2. Diseño

Las dimensiones de la caseta de riego van a ser las siguientes:

- Dimensiones exteriores: 7,00 x 4,00 m
- Cubierta: a un agua con inclinación de 15,37°
- Altura lateral superior: 3,30 m
- Altura lateral inferior: 2,20 m

A continuación, se van a describir los elementos constructivos del edificio.

### 1.3. Materiales

Los materiales empleados en la construcción de la caseta de riego quedan definidos a continuación:

Elemento	Hormigón	$f_{ck}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_c$	Naturaleza	Árido Tamaño máximo (mm)	$E_c$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Todos	HA-25	255	1.50	Cuarcita	15	277920

Elemento	Acero	$f_{yk}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_s$
Todos	B 500 S	5097	1.15

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (kp/cm <sup>2</sup> )	Módulo de elasticidad (kp/cm <sup>2</sup> )
Acero conformado	S235	2396	2140673
Acero laminado	S275	2803	2140673



Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N2	Peso propio	0.000	-0.001	-0.008	-	-	-
	V H1	0.000	-7.815	-0.030	-	-	-
	V H2	0.000	9.575	0.037	-	-	-
	N(EI)	0.000	-0.001	-0.010	-	-	-
	N(R)	0.000	0.000	-0.005	-	-	-
N3	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N4	Peso propio	0.000	0.000	-0.005	-	-	-
	V H1	0.000	-7.807	-0.019	-	-	-
	V H2	0.000	9.566	0.023	-	-	-
	N(EI)	0.000	0.000	-0.007	-	-	-
	N(R)	0.000	0.000	-0.003	-	-	-
N5	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N6	Peso propio	0.000	-0.001	-0.010	-	-	-
	V H1	0.000	-12.514	-0.049	-	-	-
	V H2	0.000	16.965	0.066	-	-	-
	N(EI)	0.000	-0.001	-0.020	-	-	-
	N(R)	0.000	-0.001	-0.010	-	-	-
N7	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N8	Peso propio	0.000	0.000	-0.006	-	-	-
	V H1	0.000	-12.501	-0.030	-	-	-
	V H2	0.000	16.948	0.040	-	-	-
	N(EI)	0.000	0.000	-0.013	-	-	-
	N(R)	0.000	0.000	-0.007	-	-	-
N9	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N10	Peso propio	0.000	-0.001	-0.008	-	-	-
	V H1	0.000	-7.815	-0.030	-	-	-
	V H2	0.000	9.575	0.037	-	-	-
	N(EI)	0.000	-0.001	-0.010	-	-	-
	N(R)	0.000	0.000	-0.005	-	-	-
N11	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
	V H1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N12	Peso propio	0.000	0.000	-0.005	-	-	-
	V H1	0.000	-7.807	-0.019	-	-	-
	V H2	0.000	9.566	0.023	-	-	-
	N(EI)	0.000	0.000	-0.007	-	-	-
	N(R)	0.000	0.000	-0.003	-	-	-

En la Tabla 3. se muestran los resultados de las reacciones en los nudos.

Tabla 3. Reacciones en los nudos

Referencia	Descripción	Reacciones en ejes globales					
		Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
N1	Peso propio	0.000	0.000	0.162	0.000	0.000	0.000
	V H1	0.000	0.062	0.512	-0.206	0.000	0.000
	V H2	0.000	-0.076	-0.627	0.252	0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.000	0.168	0.000	0.000	0.000
	N(R)	0.000	0.000	0.084	0.000	0.000	0.000
N3	Peso propio	0.000	0.000	0.139	0.000	0.000	0.000
	V H1	0.000	0.208	0.472	-0.458	0.000	0.000
	V H2	0.000	-0.255	-0.578	0.561	0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.000	0.168	0.000	0.000	0.000
	N(R)	0.000	0.000	0.084	0.000	0.000	0.000
N5	Peso propio	0.000	0.000	0.202	0.000	0.000	0.000
	V H1	0.000	0.100	0.820	-0.329	0.000	0.000
	V H2	0.000	-0.135	-1.111	0.446	0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.000	0.335	0.000	0.000	0.000
	N(R)	0.000	0.000	0.168	0.000	0.000	0.000
N7	Peso propio	0.000	0.000	0.179	0.000	0.000	0.000
	V H1	0.000	0.333	0.755	-0.733	0.000	0.000
	V H2	0.000	-0.452	-1.024	0.994	0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.000	0.335	0.000	0.000	0.000
	N(R)	0.000	0.000	0.168	0.000	0.000	0.000
N9	Peso propio	0.000	0.000	0.162	0.000	0.000	0.000
	V H1	0.000	0.062	0.512	-0.206	0.000	0.000
	V H2	0.000	-0.076	-0.627	0.252	0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.000	0.168	0.000	0.000	0.000
	N(R)	0.000	0.000	0.084	0.000	0.000	0.000
N11	Peso propio	0.000	0.000	0.139	0.000	0.000	0.000
	V H1	0.000	0.208	0.472	-0.458	0.000	0.000
	V H2	0.000	-0.255	-0.578	0.561	0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.000	0.168	0.000	0.000	0.000

Referencia	Descripción	Reacciones en ejes globales					
		Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
	N(R)	0.000	0.000	0.084	0.000	0.000	0.000

Por último, respecto a los nudos, en la Tabla 4. se presentan las envolventes de las reacciones en éstos.

Tabla 4. Envolventes de las reacciones en nudos

Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
N1	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.122	-0.842	-0.329	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.100	1.212	0.403	0.000	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.076	-0.466	-0.206	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.062	0.841	0.252	0.000	0.000
N3	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.408	-0.786	-0.733	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.333	1.112	0.898	0.000	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.255	-0.439	-0.458	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.208	0.779	0.561	0.000	0.000
N5	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.216	-1.576	-0.527	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.160	1.902	0.714	0.000	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.135	-0.910	-0.329	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.100	1.356	0.446	0.000	0.000
N7	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.723	-1.459	-1.173	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.533	1.763	1.591	0.000	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.452	-0.845	-0.733	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.333	1.270	0.994	0.000	0.000
N9	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.122	-0.842	-0.329	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.100	1.212	0.403	0.000	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.076	-0.466	-0.206	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.062	0.841	0.252	0.000	0.000
N11	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.408	-0.786	-0.733	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.333	1.112	0.898	0.000	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.255	-0.439	-0.458	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.208	0.779	0.561	0.000	0.000

#### 1.4.1.2. Barras

En cuanto a las barras, en la Tabla 5. se presentan las características mecánicas de los diferentes materiales empleados en la estructura de la caseta de riego.

Tabla 5. Características mecánicas del material empleado en la estructura

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	Avy (cm <sup>2</sup> )	Avz (cm <sup>2</sup> )	Iyy (cm <sup>4</sup> )	Izz (cm <sup>4</sup> )	It (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 100 B, (HEB)	26.00	15.00	4.32	449.50	167.30	9.25
		2	IPE 220, (IPE)	33.40	15.18	10.70	2772.00	205.00	9.07
		3	IPE 100, (IPE)	10.30	4.70	3.27	171.00	15.90	1.20

**Características mecánicas**

Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vy</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vz</sub> (cm <sup>2</sup> )	I <sub>yy</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>zz</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								

Notación:

Ref.: Referencia

A: Área de la sección transversal

A<sub>vy</sub>: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'

A<sub>vz</sub>: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'

I<sub>yy</sub>: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'

I<sub>zz</sub>: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'

I<sub>t</sub>: Inercia a torsión

Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

En lo que respecta a las cargas sometidas en las barras, las referencias 'P1' y 'P2' indican cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza

Unidades empleadas:

- Cargas puntuales: t
- Momentos puntuales: t·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: t/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

A continuación, en la Tabla 6. se muestran los valores, posiciones y direcciones de las cargas en barras.

Tabla 6. Cargas en las barras de la estructura

Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Ejes	Dirección		
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)		X	Y	Z
N1/N2	Peso propio	Uniforme	0.020	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N4	Peso propio	Uniforme	0.020	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N2	Peso propio	Uniforme	0.026	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N2	Peso propio	Uniforme	0.012	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N2	V H1	Faja	0.115	-	0.430	3.718	Globales	0.000	-0.265	-0.964
N4/N2	V H1	Faja	0.148	-	0.000	0.430	Globales	0.000	-0.265	-0.964
N4/N2	V H1	Uniforme	0.124	-	-	-	Globales	-0.000	-0.265	-0.964
N4/N2	V H1	Faja	0.148	-	3.718	4.148	Globales	-0.000	-0.265	-0.964
N4/N2	V H2	Faja	0.148	-	0.430	3.718	Globales	-0.000	0.265	0.964
N4/N2	V H2	Faja	0.132	-	0.430	3.718	Globales	-0.000	0.265	0.964
N4/N2	V H2	Faja	0.380	-	0.000	0.430	Globales	-0.000	0.265	0.964
N4/N2	V H2	Faja	0.380	-	3.718	4.148	Globales	0.000	0.265	0.964
N4/N2	N(EI)	Uniforme	0.081	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N2	N(R)	Uniforme	0.040	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N6	Peso propio	Uniforme	0.020	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N8	Peso propio	Uniforme	0.020	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N6	Peso propio	Uniforme	0.026	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Ejes	Dirección		
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)		X	Y	Z
N8/N6	Peso propio	Uniforme	0.025	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N6	V H1	Faja	0.346	-	0.430	3.718	Globales	0.000	-0.265	-0.964
N8/N6	V H1	Faja	0.443	-	0.000	0.430	Globales	0.000	-0.265	-0.964
N8/N6	V H1	Uniforme	0.014	-	-	-	Globales	-0.000	-0.265	-0.964
N8/N6	V H1	Uniforme	0.014	-	-	-	Globales	0.000	-0.265	-0.964
N8/N6	V H1	Faja	0.443	-	3.718	4.148	Globales	-0.000	-0.265	-0.964
N8/N6	V H2	Faja	0.445	-	0.430	3.718	Globales	-0.000	0.265	0.964
N8/N6	V H2	Faja	0.015	-	0.430	3.718	Globales	-0.000	0.265	0.964
N8/N6	V H2	Faja	0.760	-	0.000	0.430	Globales	-0.000	0.265	0.964
N8/N6	V H2	Faja	0.760	-	3.718	4.148	Globales	0.000	0.265	0.964
N8/N6	V H2	Faja	0.015	-	0.430	3.718	Globales	-0.000	0.265	0.964
N8/N6	N(EI)	Uniforme	0.162	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N6	N(R)	Uniforme	0.081	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N10	Peso propio	Uniforme	0.020	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N12	Peso propio	Uniforme	0.020	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N10	Peso propio	Uniforme	0.026	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N10	Peso propio	Uniforme	0.012	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N10	V H1	Faja	0.115	-	0.430	3.718	Globales	0.000	-0.265	-0.964
N12/N10	V H1	Faja	0.148	-	0.000	0.430	Globales	0.000	-0.265	-0.964
N12/N10	V H1	Uniforme	0.124	-	-	-	Globales	0.000	-0.265	-0.964
N12/N10	V H1	Faja	0.148	-	3.718	4.148	Globales	-0.000	-0.265	-0.964
N12/N10	V H2	Faja	0.148	-	0.430	3.718	Globales	-0.000	0.265	0.964
N12/N10	V H2	Faja	0.132	-	0.430	3.718	Globales	-0.000	0.265	0.964
N12/N10	V H2	Faja	0.380	-	0.000	0.430	Globales	-0.000	0.265	0.964
N12/N10	V H2	Faja	0.380	-	3.718	4.148	Globales	0.000	0.265	0.964
N12/N10	N(EI)	Uniforme	0.081	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N10	N(R)	Uniforme	0.040	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N6	Peso propio	Uniforme	0.008	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N10	Peso propio	Uniforme	0.008	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N12	Peso propio	Uniforme	0.008	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N8	Peso propio	Uniforme	0.008	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

A continuación, en la Tabla 7. se presentan los esfuerzos de cada barra para diferentes hipótesis y posiciones en la barra.

Tabla 7. Esfuerzos en barras

Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.412 m	0.825 m	1.237 m	1.650 m	2.063 m	2.475 m	2.887 m	3.300 m
N1/N2	Peso propio	N	-0.162	-0.153	-0.145	-0.136	-0.128	-0.120	-0.111	-0.103	-0.094
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.412 m	0.825 m	1.237 m	1.650 m	2.063 m	2.475 m	2.887 m	3.300 m
V H1	N		-0.512	-0.512	-0.512	-0.512	-0.512	-0.512	-0.512	-0.512	-0.512
	Vy		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Vz		-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062
	Mt		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	My		-0.206	-0.180	-0.154	-0.129	-0.103	-0.077	-0.051	-0.026	0.000
	Mz		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V H2	N		0.627	0.627	0.627	0.627	0.627	0.627	0.627	0.627	0.627
	Vy		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Vz		0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076
	Mt		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	My		0.252	0.220	0.189	0.157	0.126	0.094	0.063	0.031	0.000
	Mz		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N(EI)	N		-0.168	-0.168	-0.168	-0.168	-0.168	-0.168	-0.168	-0.168	-0.168
	Vy		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Vz		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Mt		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	My		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Mz		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N(R)	N		-0.084	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084
	Vy		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Vz		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Mt		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	My		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Mz		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.220 m	0.440 m	0.880 m	1.100 m	1.320 m	1.760 m	1.980 m	2.200 m
N3/N4	Peso propio	N	-0.139	-0.135	-0.130	-0.121	-0.117	-0.112	-0.103	-0.099	-0.094
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V H1		N	-0.472	-0.472	-0.472	-0.472	-0.472	-0.472	-0.472	-0.472	-0.472
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.208	-0.208	-0.208	-0.208	-0.208	-0.208	-0.208	-0.208	-0.208
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.458	-0.412	-0.366	-0.275	-0.229	-0.183	-0.092	-0.046	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V H2		N	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.255	0.255	0.255	0.255	0.255	0.255	0.255	0.255	0.255
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.561	0.505	0.449	0.337	0.281	0.224	0.112	0.056	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N(EI)		N	-0.168	-0.168	-0.168	-0.168	-0.168	-0.168	-0.168	-0.168	-0.168

Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.220 m	0.440 m	0.880 m	1.100 m	1.320 m	1.760 m	1.980 m	2.200 m
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(R)	N	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.415 m	1.037 m	1.659 m	2.074 m	2.697 m	3.111 m	3.734 m	4.148 m
N4/N2	Peso propio	N	-0.021	-0.017	-0.011	-0.004	0.000	0.006	0.011	0.017	0.021
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.077	-0.062	-0.039	-0.015	0.000	0.023	0.039	0.062	0.077
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.029	0.060	0.077	0.080	0.073	0.060	0.029	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V H1		N	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.510	-0.397	-0.248	-0.099	0.000	0.149	0.248	0.397	0.510
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.188	0.389	0.497	0.518	0.471	0.389	0.188	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V H2		N	-0.093	-0.093	-0.093	-0.093	-0.093	-0.093	-0.093	-0.093	-0.093
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.625	0.467	0.291	0.116	0.000	-0.175	-0.291	-0.467	-0.625
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	-0.227	-0.462	-0.589	-0.613	-0.559	-0.462	-0.227	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N(EI)		N	-0.044	-0.036	-0.022	-0.009	0.000	0.013	0.022	0.036	0.044
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.162	-0.129	-0.081	-0.032	0.000	0.049	0.081	0.129	0.162
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.060	0.126	0.161	0.168	0.153	0.126	0.060	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N(R)		N	-0.022	-0.018	-0.011	-0.004	0.000	0.007	0.011	0.018	0.022
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.081	-0.065	-0.040	-0.016	0.000	0.024	0.040	0.065	0.081
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.030	0.063	0.080	0.084	0.076	0.063	0.030	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.412 m	0.825 m	1.237 m	1.650 m	2.063 m	2.475 m	2.887 m	3.300 m
N5/N6	Peso propio	N	-0.202	-0.193	-0.185	-0.176	-0.168	-0.159	-0.151	-0.143	-0.134
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V H1		N	-0.820	-0.820	-0.820	-0.820	-0.820	-0.820	-0.820	-0.820	-0.820
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.329	-0.288	-0.247	-0.206	-0.165	-0.123	-0.082	-0.041	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V H2		N	1.111	1.111	1.111	1.111	1.111	1.111	1.111	1.111	1.111
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.135	0.135	0.135	0.135	0.135	0.135	0.135	0.135	0.135
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.446	0.391	0.335	0.279	0.223	0.167	0.112	0.056	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N(EI)		N	-0.335	-0.335	-0.335	-0.335	-0.335	-0.335	-0.335	-0.335	-0.335
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N(R)		N	-0.168	-0.168	-0.168	-0.168	-0.168	-0.168	-0.168	-0.168	-0.168
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.220 m	0.440 m	0.880 m	1.100 m	1.320 m	1.760 m	1.980 m	2.200 m
N7/N8	Peso propio	N	-0.179	-0.175	-0.170	-0.161	-0.157	-0.152	-0.143	-0.139	-0.134
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V H1		N	-0.755	-0.755	-0.755	-0.755	-0.755	-0.755	-0.755	-0.755	-0.755
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.333	-0.333	-0.333	-0.333	-0.333	-0.333	-0.333	-0.333	-0.333
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.733	-0.660	-0.587	-0.440	-0.367	-0.293	-0.147	-0.073	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V H2	N	1.024	1.024	1.024	1.024	1.024	1.024	1.024	1.024	1.024	

Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.220 m	0.440 m	0.880 m	1.100 m	1.320 m	1.760 m	1.980 m	2.200 m
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.452	0.452	0.452	0.452	0.452	0.452	0.452	0.452	0.452
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.994	0.895	0.795	0.596	0.497	0.398	0.199	0.099	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(EI)	N	-0.335	-0.335	-0.335	-0.335	-0.335	-0.335	-0.335	-0.335	-0.335
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(R)	N	-0.168	-0.168	-0.168	-0.168	-0.168	-0.168	-0.168	-0.168	-0.168
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.415 m	1.037 m	1.659 m	2.074 m	2.697 m	3.111 m	3.734 m	4.148 m
N8/N6	Peso propio	N	-0.028	-0.022	-0.014	-0.006	0.000	0.008	0.014	0.022	0.028
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.102	-0.082	-0.051	-0.020	0.000	0.031	0.051	0.082	0.102
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.038	0.079	0.102	0.106	0.096	0.079	0.038	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H1	N	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.817	-0.621	-0.387	-0.155	0.000	0.232	0.387	0.621	0.817
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.298	0.612	0.780	0.813	0.740	0.612	0.298	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H2	N	-0.164	-0.164	-0.164	-0.164	-0.164	-0.164	-0.164	-0.164	-0.164
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	1.107	0.792	0.492	0.197	0.000	-0.295	-0.492	-0.792	-1.107
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	-0.394	-0.792	-1.006	-1.047	-0.955	-0.792	-0.394	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(EI)	N	-0.089	-0.071	-0.044	-0.018	0.000	0.027	0.044	0.071	0.089
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.323	-0.259	-0.162	-0.065	0.000	0.097	0.162	0.259	0.323
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.121	0.252	0.322	0.335	0.305	0.252	0.121	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(R)	N	-0.044	-0.036	-0.022	-0.009	0.000	0.013	0.022	0.036	0.044
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.415 m	1.037 m	1.659 m	2.074 m	2.697 m	3.111 m	3.734 m	4.148 m
		Vz	-0.162	-0.129	-0.081	-0.032	0.000	0.049	0.081	0.129	0.162
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.060	0.126	0.161	0.168	0.153	0.126	0.060	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.412 m	0.825 m	1.237 m	1.650 m	2.063 m	2.475 m	2.887 m	3.300 m
N9/N10	Peso propio	N	-0.162	-0.153	-0.145	-0.136	-0.128	-0.120	-0.111	-0.103	-0.094
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V H1		N	-0.512	-0.512	-0.512	-0.512	-0.512	-0.512	-0.512	-0.512	-0.512
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.206	-0.180	-0.154	-0.129	-0.103	-0.077	-0.051	-0.026	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V H2		N	0.627	0.627	0.627	0.627	0.627	0.627	0.627	0.627	0.627
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.252	0.220	0.189	0.157	0.126	0.094	0.063	0.031	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N(EI)		N	-0.168	-0.168	-0.168	-0.168	-0.168	-0.168	-0.168	-0.168	-0.168
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N(R)		N	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.220 m	0.440 m	0.880 m	1.100 m	1.320 m	1.760 m	1.980 m	2.200 m
N11/N12	Peso propio	N	-0.139	-0.135	-0.130	-0.121	-0.117	-0.112	-0.103	-0.099	-0.094
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.220 m	0.440 m	0.880 m	1.100 m	1.320 m	1.760 m	1.980 m	2.200 m
V H1		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N	-0.472	-0.472	-0.472	-0.472	-0.472	-0.472	-0.472	-0.472	-0.472
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.208	-0.208	-0.208	-0.208	-0.208	-0.208	-0.208	-0.208	-0.208
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V H2		My	-0.458	-0.412	-0.366	-0.275	-0.229	-0.183	-0.092	-0.046	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.255	0.255	0.255	0.255	0.255	0.255	0.255	0.255	0.255
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N(EI)		My	0.561	0.505	0.449	0.337	0.281	0.224	0.112	0.056	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N	-0.168	-0.168	-0.168	-0.168	-0.168	-0.168	-0.168	-0.168	-0.168
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N(R)		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.415 m	1.037 m	1.659 m	2.074 m	2.697 m	3.111 m	3.734 m	4.148 m
N12/N10	Peso propio	N	-0.021	-0.017	-0.011	-0.004	0.000	0.006	0.011	0.017	0.021
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.077	-0.062	-0.039	-0.015	0.000	0.023	0.039	0.062	0.077
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.029	0.060	0.077	0.080	0.073	0.060	0.029	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V H1		N	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.510	-0.397	-0.248	-0.099	0.000	0.149	0.248	0.397	0.510
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.188	0.389	0.497	0.518	0.471	0.389	0.188	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V H2		N	-0.093	-0.093	-0.093	-0.093	-0.093	-0.093	-0.093	-0.093	-0.093
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.625	0.467	0.291	0.116	0.000	-0.175	-0.291	-0.467	-0.625
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	-0.227	-0.462	-0.589	-0.613	-0.559	-0.462	-0.227	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.415 m	1.037 m	1.659 m	2.074 m	2.697 m	3.111 m	3.734 m	4.148 m
N(EI)	Mz		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N		-0.044	-0.036	-0.022	-0.009	0.000	0.013	0.022	0.036	0.044
	Vy		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Vz		-0.162	-0.129	-0.081	-0.032	0.000	0.049	0.081	0.129	0.162
	Mt		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N(R)	My		0.000	0.060	0.126	0.161	0.168	0.153	0.126	0.060	0.000
	Mz		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N		-0.022	-0.018	-0.011	-0.004	0.000	0.007	0.011	0.018	0.022
	Vy		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Vz		-0.081	-0.065	-0.040	-0.016	0.000	0.024	0.040	0.065	0.081
	Mt		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	My		0.000	0.030	0.063	0.080	0.084	0.076	0.063	0.030	0.000
Mz		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.438 m	0.875 m	1.313 m	1.750 m	2.188 m	2.625 m	3.063 m	3.500 m
N2/N6 Peso propio	N		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Vy		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Vz		-0.014	-0.011	-0.007	-0.004	0.000	0.004	0.007	0.011	0.014
	Mt		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	My		0.000	0.005	0.009	0.012	0.012	0.012	0.009	0.005	0.000
	Mz		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V H1	N		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Vy		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Vz		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Mt		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	My		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Mz		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V H2	N		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Vy		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Vz		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Mt		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	My		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Mz		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N(EI)	N		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Vy		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Vz		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Mt		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	My		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Mz		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N(R)	N		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Vy		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Vz		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Mt		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	My		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Mz		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.438 m	0.875 m	1.313 m	1.750 m	2.188 m	2.625 m	3.063 m	3.500 m
N6/N10	Peso propio	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.014	-0.011	-0.007	-0.004	0.000	0.004	0.007	0.011	0.014
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.005	0.009	0.012	0.012	0.012	0.009	0.005	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V H1		N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V H2		N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N(EI)		N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N(R)		N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.438 m	0.875 m	1.313 m	1.750 m	2.188 m	2.625 m	3.063 m	3.500 m
N8/N12	Peso propio	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.014	-0.011	-0.007	-0.004	0.000	0.004	0.007	0.011	0.014
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.005	0.009	0.012	0.012	0.012	0.009	0.005	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V H1		N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V H2		N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.438 m	0.875 m	1.313 m	1.750 m	2.188 m	2.625 m	3.063 m	3.500 m
N(EI)	My		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Mz		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Vy		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Vz		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Mt		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N(R)	My		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Mz		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Vy		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Vz		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Mt		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	My		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Mz		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.438 m	0.875 m	1.313 m	1.750 m	2.188 m	2.625 m	3.063 m	3.500 m
N4/N8 Peso propio	N		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Vy		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Vz		-0.014	-0.011	-0.007	-0.004	0.000	0.004	0.007	0.011	0.014
	Mt		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	My		0.000	0.005	0.009	0.012	0.012	0.012	0.009	0.005	0.000
	Mz		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V H1	N		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Vy		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Vz		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Mt		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	My		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Mz		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V H2	N		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Vy		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Vz		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Mt		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	My		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Mz		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N(EI)	N		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Vy		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Vz		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Mt		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	My		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Mz		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N(R)	N		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Vy		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Vz		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Mt		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	My		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Mz		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

En la Tabla 8. se muestran los resultados de las envolventes de los esfuerzos en barras.

Tabla 8. Envolventes de los esfuerzos en barras

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.412 m	0.825 m	1.237 m	1.650 m	2.063 m	2.475 m	2.887 m	3.300 m
N1/N2	Acero laminado	N <sub>min</sub>	-1.112	-1.100	-1.089	-1.078	-1.066	-1.055	-1.044	-1.032	-1.021
		N <sub>máx</sub>	0.811	0.818	0.825	0.832	0.838	0.845	0.852	0.859	0.865
		V <sub>ymin</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>ymax</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>Zmin</sub>	-0.093	-0.093	-0.093	-0.093	-0.093	-0.093	-0.093	-0.093	-0.093
		V <sub>Zmáx</sub>	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115
		M <sub>tmin</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M <sub>tmax</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M <sub>ymin</sub>	-0.308	-0.270	-0.231	-0.193	-0.154	-0.116	-0.077	-0.039	0.000
		M <sub>ymax</sub>	0.378	0.331	0.283	0.236	0.189	0.142	0.094	0.047	0.000
		M <sub>Zmin</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M <sub>Zmáx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.220 m	0.440 m	0.880 m	1.100 m	1.320 m	1.760 m	1.980 m	2.200 m
N3/N4	Acero laminado	N <sub>min</sub>	-1.021	-1.015	-1.009	-0.997	-0.991	-0.985	-0.973	-0.967	-0.961
		N <sub>máx</sub>	0.756	0.759	0.763	0.770	0.774	0.777	0.784	0.788	0.791
		V <sub>ymin</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>ymax</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>Zmin</sub>	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312
		V <sub>Zmáx</sub>	0.383	0.383	0.383	0.383	0.383	0.383	0.383	0.383	0.383
		M <sub>tmin</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M <sub>tmax</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M <sub>ymin</sub>	-0.687	-0.618	-0.550	-0.412	-0.343	-0.275	-0.137	-0.069	0.000
		M <sub>ymax</sub>	0.842	0.757	0.673	0.505	0.421	0.337	0.168	0.084	0.000
		M <sub>Zmin</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M <sub>Zmáx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.415 m	1.037 m	1.659 m	2.074 m	2.697 m	3.111 m	3.734 m	4.148 m
N4/N2	Acero laminado	N <sub>min</sub>	-0.201	-0.189	-0.170	-0.151	-0.139	-0.134	-0.131	-0.125	-0.122
		N <sub>máx</sub>	0.096	0.100	0.105	0.110	0.113	0.132	0.144	0.163	0.175
		V <sub>ymin</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>ymax</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>Zmin</sub>	-0.991	-0.776	-0.485	-0.194	0.000	-0.243	-0.406	-0.651	-0.876
		V <sub>Zmáx</sub>	0.876	0.651	0.406	0.162	0.000	0.291	0.485	0.777	0.991
		M <sub>tmin</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M <sub>tmax</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M <sub>ymin</sub>	0.000	-0.317	-0.645	-0.822	-0.855	-0.780	-0.645	-0.317	0.000
		M <sub>ymax</sub>	0.000	0.367	0.759	0.970	1.010	0.920	0.759	0.367	0.000
		M <sub>Zmin</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M <sub>Zmáx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltantes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.412 m	0.825 m	1.237 m	1.650 m	2.063 m	2.475 m	2.887 m	3.300 m
N5/N6	Acero laminado	N <sub>min</sub>	-1.753	-1.742	-1.730	-1.719	-1.707	-1.696	-1.685	-1.673	-1.662
		N <sub>máx</sub>	1.506	1.512	1.519	1.526	1.532	1.539	1.546	1.553	1.559
		Vy <sub>min</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>min</sub>	-0.150	-0.150	-0.150	-0.150	-0.150	-0.150	-0.150	-0.150	-0.150
		Vz <sub>máx</sub>	0.203	0.203	0.203	0.203	0.203	0.203	0.203	0.203	0.203
		Mt <sub>min</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My <sub>min</sub>	-0.494	-0.432	-0.370	-0.309	-0.247	-0.185	-0.123	-0.062	0.000
		My <sub>máx</sub>	0.670	0.586	0.502	0.418	0.335	0.251	0.167	0.084	0.000
		Mz <sub>min</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltantes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.220 m	0.440 m	0.880 m	1.100 m	1.320 m	1.760 m	1.980 m	2.200 m
N7/N8	Acero laminado	N <sub>min</sub>	-1.626	-1.620	-1.614	-1.602	-1.596	-1.590	-1.578	-1.572	-1.566
		N <sub>máx</sub>	1.393	1.396	1.400	1.407	1.411	1.414	1.421	1.425	1.429
		Vy <sub>min</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>min</sub>	-0.500	-0.500	-0.500	-0.500	-0.500	-0.500	-0.500	-0.500	-0.500
		Vz <sub>máx</sub>	0.678	0.678	0.678	0.678	0.678	0.678	0.678	0.678	0.678
		Mt <sub>min</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My <sub>min</sub>	-1.100	-0.990	-0.880	-0.660	-0.550	-0.440	-0.220	-0.110	0.000
		My <sub>máx</sub>	1.491	1.342	1.193	0.895	0.746	0.596	0.298	0.149	0.000
		Mz <sub>min</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltantes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.415 m	1.037 m	1.659 m	2.074 m	2.697 m	3.111 m	3.734 m	4.148 m
N8/N6	Acero laminado	N <sub>min</sub>	-0.351	-0.330	-0.299	-0.267	-0.246	-0.240	-0.235	-0.228	-0.224
		N <sub>máx</sub>	0.159	0.164	0.170	0.177	0.182	0.213	0.234	0.265	0.286
		Vy <sub>min</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>min</sub>	-1.605	-1.236	-0.771	-0.309	0.000	-0.418	-0.697	-1.123	-1.579
		Vz <sub>máx</sub>	1.579	1.122	0.697	0.279	0.000	0.463	0.771	1.236	1.605
		Mt <sub>min</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My <sub>min</sub>	0.000	-0.560	-1.125	-1.428	-1.486	-1.356	-1.125	-0.560	0.000
		My <sub>máx</sub>	0.000	0.589	1.213	1.549	1.613	1.469	1.213	0.589	0.000
		Mz <sub>min</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltantes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.412 m	0.825 m	1.237 m	1.650 m	2.063 m	2.475 m	2.887 m	3.300 m
N9/N10	Acero laminado	N <sub>min</sub>	-1.112	-1.100	-1.089	-1.078	-1.066	-1.055	-1.044	-1.032	-1.021
		N <sub>máx</sub>	0.811	0.818	0.825	0.832	0.838	0.845	0.852	0.859	0.865
		Vy <sub>min</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.412 m	0.825 m	1.237 m	1.650 m	2.063 m	2.475 m	2.887 m	3.300 m
		V <sub>z</sub> min	-0.093	-0.093	-0.093	-0.093	-0.093	-0.093	-0.093	-0.093	-0.093
		V <sub>z</sub> máx	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115
		M <sub>t</sub> min	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M <sub>t</sub> máx	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M <sub>y</sub> min	-0.308	-0.270	-0.231	-0.193	-0.154	-0.116	-0.077	-0.039	0.000
		M <sub>y</sub> máx	0.378	0.331	0.283	0.236	0.189	0.142	0.094	0.047	0.000
		M <sub>z</sub> min	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M <sub>z</sub> máx	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.220 m	0.440 m	0.880 m	1.100 m	1.320 m	1.760 m	1.980 m	2.200 m
N11/N12	Acero laminado	N <sub>min</sub>	-1.021	-1.015	-1.009	-0.997	-0.991	-0.985	-0.973	-0.967	-0.961
		N <sub>máx</sub>	0.756	0.759	0.763	0.770	0.774	0.777	0.784	0.788	0.791
		V <sub>y</sub> min	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> máx	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>z</sub> min	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312
		V <sub>z</sub> máx	0.383	0.383	0.383	0.383	0.383	0.383	0.383	0.383	0.383
		M <sub>t</sub> min	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M <sub>t</sub> máx	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M <sub>y</sub> min	-0.687	-0.618	-0.550	-0.412	-0.343	-0.275	-0.137	-0.069	0.000
		M <sub>y</sub> máx	0.842	0.757	0.673	0.505	0.421	0.337	0.168	0.084	0.000
		M <sub>z</sub> min	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M <sub>z</sub> máx	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.415 m	1.037 m	1.659 m	2.074 m	2.697 m	3.111 m	3.734 m	4.148 m
N12/N10	Acero laminado	N <sub>min</sub>	-0.201	-0.189	-0.170	-0.151	-0.139	-0.134	-0.131	-0.125	-0.122
		N <sub>máx</sub>	0.096	0.100	0.105	0.110	0.113	0.132	0.144	0.163	0.175
		V <sub>y</sub> min	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> máx	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>z</sub> min	-0.991	-0.776	-0.485	-0.194	0.000	-0.243	-0.406	-0.651	-0.876
		V <sub>z</sub> máx	0.876	0.651	0.406	0.162	0.000	0.291	0.485	0.777	0.991
		M <sub>t</sub> min	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M <sub>t</sub> máx	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M <sub>y</sub> min	0.000	-0.317	-0.645	-0.822	-0.855	-0.780	-0.645	-0.317	0.000
		M <sub>y</sub> máx	0.000	0.367	0.759	0.970	1.010	0.920	0.759	0.367	0.000
		M <sub>z</sub> min	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M <sub>z</sub> máx	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.438 m	0.875 m	1.313 m	1.750 m	2.188 m	2.625 m	3.063 m	3.500 m
N2/N6	Acero laminado	N <sub>min</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> min	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> máx	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>z</sub> min	-0.019	-0.014	-0.010	-0.005	0.000	0.003	0.006	0.008	0.011
		V <sub>z</sub> máx	-0.011	-0.008	-0.006	-0.003	0.000	0.005	0.010	0.014	0.019
		M <sub>t</sub> min	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M <sub>t</sub> máx	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envolturas de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.438 m	0.875 m	1.313 m	1.750 m	2.188 m	2.625 m	3.063 m	3.500 m
		My <sub>mín</sub>	0.000	0.004	0.007	0.009	0.010	0.009	0.007	0.004	0.000
		My <sub>máx</sub>	0.000	0.007	0.013	0.016	0.017	0.016	0.013	0.007	0.000
		Mz <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envolturas de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.438 m	0.875 m	1.313 m	1.750 m	2.188 m	2.625 m	3.063 m	3.500 m	
N6/N10	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>mín</sub>	-0.019	-0.014	-0.010	-0.005	0.000	0.003	0.006	0.008	0.011	0.011
		Vz <sub>máx</sub>	-0.011	-0.008	-0.006	-0.003	0.000	0.005	0.010	0.014	0.019	0.019
		Mt <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My <sub>mín</sub>	0.000	0.004	0.007	0.009	0.010	0.009	0.007	0.004	0.000	0.000
		My <sub>máx</sub>	0.000	0.007	0.013	0.016	0.017	0.016	0.013	0.007	0.000	0.000
		Mz <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envolturas de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.438 m	0.875 m	1.313 m	1.750 m	2.188 m	2.625 m	3.063 m	3.500 m	
N8/N12	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>mín</sub>	-0.019	-0.014	-0.010	-0.005	0.000	0.003	0.006	0.008	0.011	0.011
		Vz <sub>máx</sub>	-0.011	-0.008	-0.006	-0.003	0.000	0.005	0.010	0.014	0.019	0.019
		Mt <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My <sub>mín</sub>	0.000	0.004	0.007	0.009	0.010	0.009	0.007	0.004	0.000	0.000
		My <sub>máx</sub>	0.000	0.007	0.013	0.016	0.017	0.016	0.013	0.007	0.000	0.000
		Mz <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envolturas de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.438 m	0.875 m	1.313 m	1.750 m	2.188 m	2.625 m	3.063 m	3.500 m	
N4/N8	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>mín</sub>	-0.019	-0.014	-0.010	-0.005	0.000	0.003	0.006	0.008	0.011	0.011
		Vz <sub>máx</sub>	-0.011	-0.008	-0.006	-0.003	0.000	0.005	0.010	0.014	0.019	0.019
		Mt <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My <sub>mín</sub>	0.000	0.004	0.007	0.009	0.010	0.009	0.007	0.004	0.000	0.000
		My <sub>máx</sub>	0.000	0.007	0.013	0.016	0.017	0.016	0.013	0.007	0.000	0.000
		Mz <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

En cuanto a la resistencia, se establecen las siguientes referencias:

- N: Esfuerzo axil (t)
- Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (t)
- Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (t)
- Mt: Momento torsor (t·m)
- My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (t·m)
- Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (t·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo
- Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que 100 %.

Tabla 9. Comprobación de resistencia

Barra	□ (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N1/N2	18.49	0.000	-1.112	0.000	-0.093	0.000	-0.308	0.000	GV	Cumple
N3/N4	34.02	0.000	0.756	0.000	0.383	0.000	0.842	0.000	GV	Cumple
N4/N2	23.35	2.074	-0.139	0.000	0.000	0.000	-0.855	0.000	GV	Cumple
N5/N6	29.39	0.000	-1.753	0.000	-0.150	0.000	-0.494	0.000	GV	Cumple
N7/N8	60.28	0.000	1.393	0.000	0.678	0.000	1.491	0.000	GV	Cumple
N8/N6	40.57	2.074	-0.246	0.000	0.000	0.000	-1.486	0.000	GV	Cumple
N9/N10	18.49	0.000	-1.112	0.000	-0.093	0.000	-0.308	0.000	GV	Cumple
N11/N12	34.02	0.000	0.756	0.000	0.383	0.000	0.842	0.000	GV	Cumple
N12/N10	23.35	2.074	-0.139	0.000	0.000	0.000	-0.855	0.000	GV	Cumple
N2/N6	1.59	1.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.017	0.000	G	Cumple
N6/N10	1.59	1.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.017	0.000	G	Cumple
N8/N12	1.59	1.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.017	0.000	G	Cumple
N4/N8	1.59	1.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.017	0.000	G	Cumple

Las referencias para el cálculo de la flecha en las barras son las siguientes:

- Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.
- L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

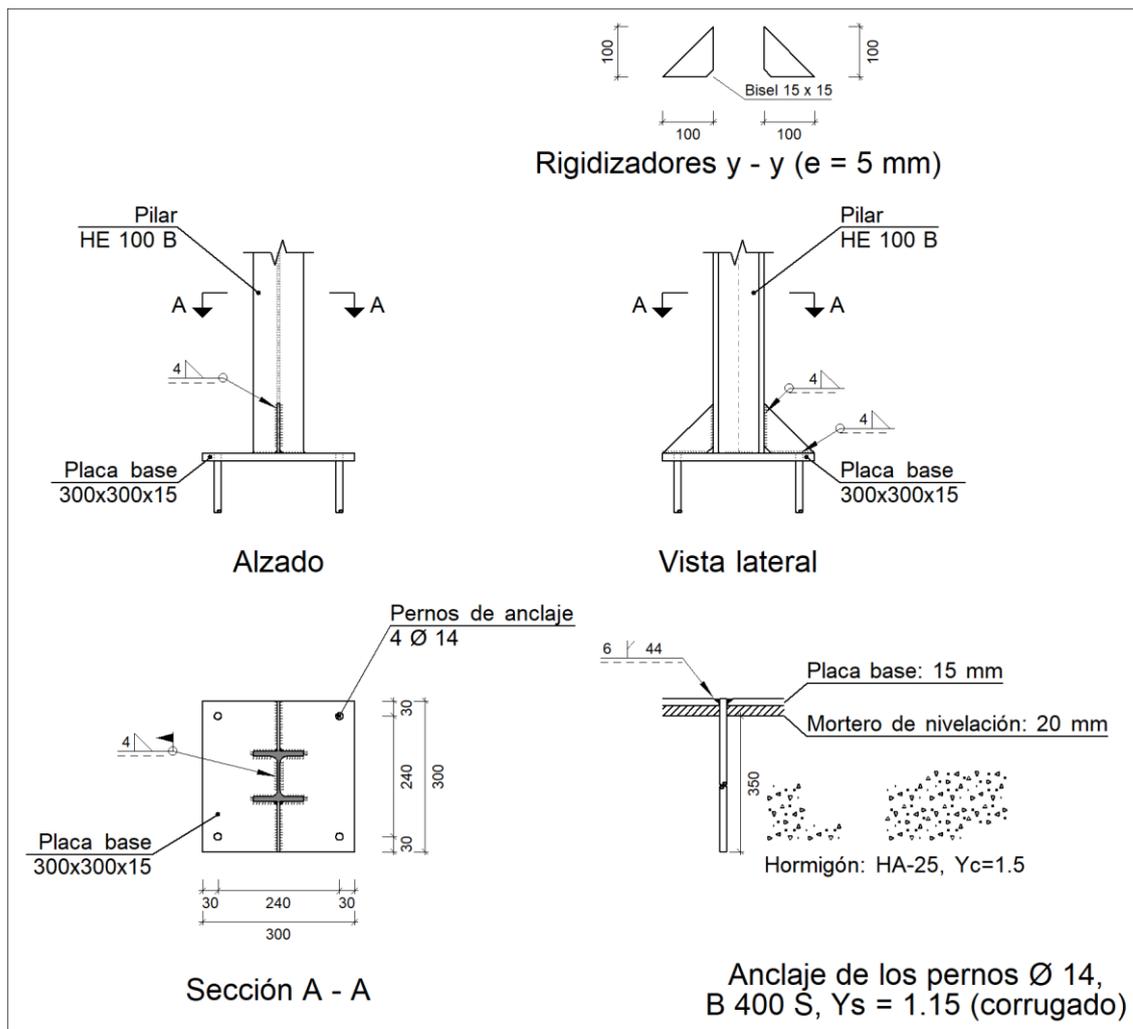
En la Tabla 10. se presentan las flechas máximas absolutas y relativas en función de la posición.

Tabla 10. Flechas en las barras

Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N1/N2	1.444 -	0.00 L(>1000)	1.444 1.444	1.83 L(>1000)	1.444 -	0.00 L(>1000)	1.444 1.444	3.32 L(>1000)
N3/N4	0.880 -	0.00 L(>1000)	0.880 0.880	1.81 L(>1000)	0.880 -	0.00 L(>1000)	0.880 0.880	3.28 L(>1000)
N4/N2	2.904 -	0.00 L(>1000)	2.074 2.074	2.40 L(>1000)	3.111 -	0.00 L(>1000)	2.074 2.074	4.08 L(>1000)
N5/N6	1.444 -	0.00 L(>1000)	1.444 1.444	3.24 L(>1000)	1.444 -	0.00 L(>1000)	1.444 1.444	5.63 L(>1000)
N7/N8	0.880 -	0.00 L(>1000)	0.880 0.880	3.20 L/687.4	0.880 -	0.00 L(>1000)	0.880 0.880	5.56 L/687.4
N8/N6	3.319 -	0.00 L(>1000)	2.074 2.074	3.94 L(>1000)	3.319 -	0.00 L(>1000)	2.074 2.074	6.90 L(>1000)
N9/N10	1.444 -	0.00 L(>1000)	1.444 1.444	1.83 L(>1000)	1.444 -	0.00 L(>1000)	1.444 1.444	3.32 L(>1000)
N11/N12	0.880 -	0.00 L(>1000)	0.880 0.880	1.81 L(>1000)	0.880 -	0.00 L(>1000)	0.880 0.880	3.28 L(>1000)
N12/N10	1.659 -	0.00 L(>1000)	2.074 2.074	2.40 L(>1000)	2.489 -	0.00 L(>1000)	2.074 2.074	4.08 L(>1000)
N2/N6	3.281 -	0.00 L(>1000)	1.750 1.750	0.44 L(>1000)	0.875 -	0.00 L(>1000)	3.063 -	0.00 L(>1000)
N6/N10	1.750 -	0.00 L(>1000)	1.750 1.750	0.44 L(>1000)	1.750 -	0.00 L(>1000)	0.000 -	0.00 L(>1000)
N8/N12	1.094 -	0.00 L(>1000)	1.750 1.750	0.44 L(>1000)	0.438 -	0.00 L(>1000)	0.875 -	0.00 L(>1000)
N4/N8	3.063 -	0.00 L(>1000)	1.750 1.750	0.44 L(>1000)	3.063 -	0.00 L(>1000)	0.000 -	0.00 L(>1000)

#### 1.4.1.3. Uniones

##### **Tipo 1**



Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Cantidad	Taladros			Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)		Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f <sub>y</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )
Placa base		300	300	15	4	26	16	6	S275	2803.3	4179.4
Rigidizador		100	100	5	-	-	-	-	S275	2803.3	4179.4

Comprobación

## 1. Pilar HE 100 B

### Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas								
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	4	452	6.0	90.00			
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>								
Comprobación de resistencia								
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	σ <sub>w</sub>
	□□ (N/mm <sup>2</sup> )	□□ (N/mm <sup>2</sup> )	□   (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	□□ (N/mm <sup>2</sup> )		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.						410.0	0.85

## 2. Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 42 mm Calculado: 241 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 21 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 49	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 35 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 4.269 t Calculado: 3.588 t Máximo: 2.989 t Calculado: 0.181 t Máximo: 4.269 t Calculado: 3.847 t	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 5.023 t Calculado: 3.369 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 3883.31 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 2198.11 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 11.213 t Calculado: 0.169 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba:	Máximo: 2669.77 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1392.69 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1392.69 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 2430.04 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple Cumple Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
- Abajo:	Calculado: 2131.66 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 1705.6	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1705.6	Cumple
- Arriba:	Calculado: 3340.18	Cumple
- Abajo:	Calculado: 3604.63	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2669.77 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

### Cordones de soldadura

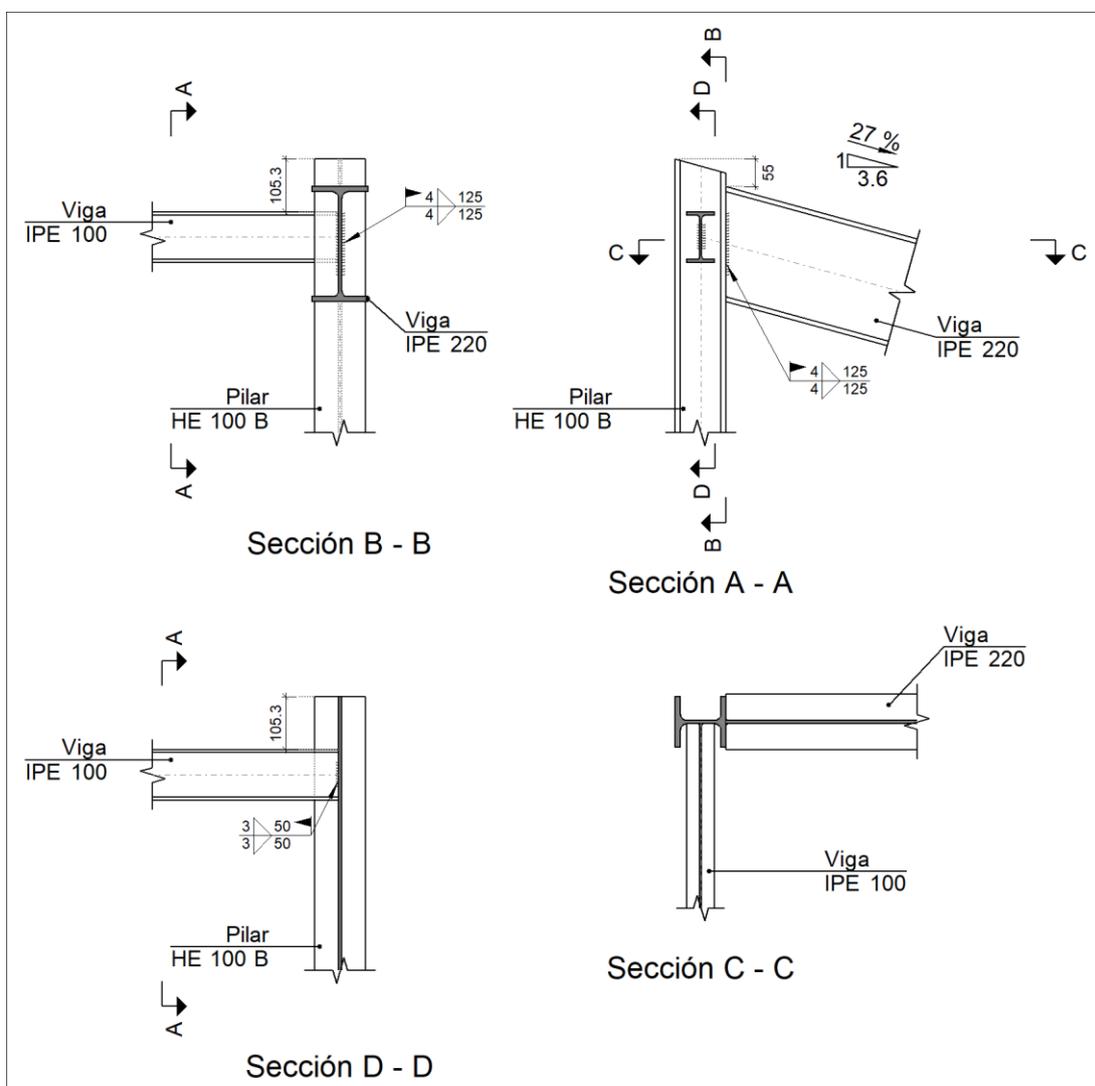
Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	--	100	5.0	90.00			
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura a la pieza	En ángulo	4	--	85	5.0	90.00			
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	--	100	5.0	90.00			
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura a la pieza	En ángulo	4	--	85	5.0	90.00			
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	6	44	14.0	90.00			
<i>a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	σ <sub>w</sub>
	□□ (N/mm <sup>2</sup> )	□□ (N/mm <sup>2</sup> )	□   (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	□□ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	187.9	325.4	84.33	0.0	0.00	410.0	0.85

### 3. Medición

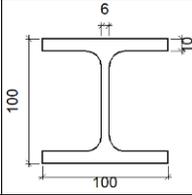
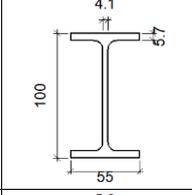
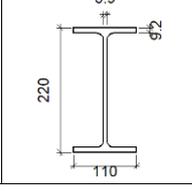
Soldaduras				
$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	510
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	6	176
	En el lugar de montaje	En ángulo	4	452

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	300x300x15	10.60
	Rigidizadores no pasantes	2	100/0x100/0x5	0.39
	Total			10.99
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	4	Ø 14 - L = 399	1.93
	Total			1.93

### Tipo 2



Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Pilar	HE 100 B		100	100	10	6	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 100		100	55	5.7	4.1	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 220		220	110	9.2	5.9	S275	2803.3	4179.4

1. Viga IPE 220

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	23.11	261.90	8.82

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	4	125	5.9	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)			
Soldadura del alma	0.6	0.6	17.1	4.42	0.8	0.24	410.0	0.85	

2. Viga IPE 100

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	1.58	261.90	0.60

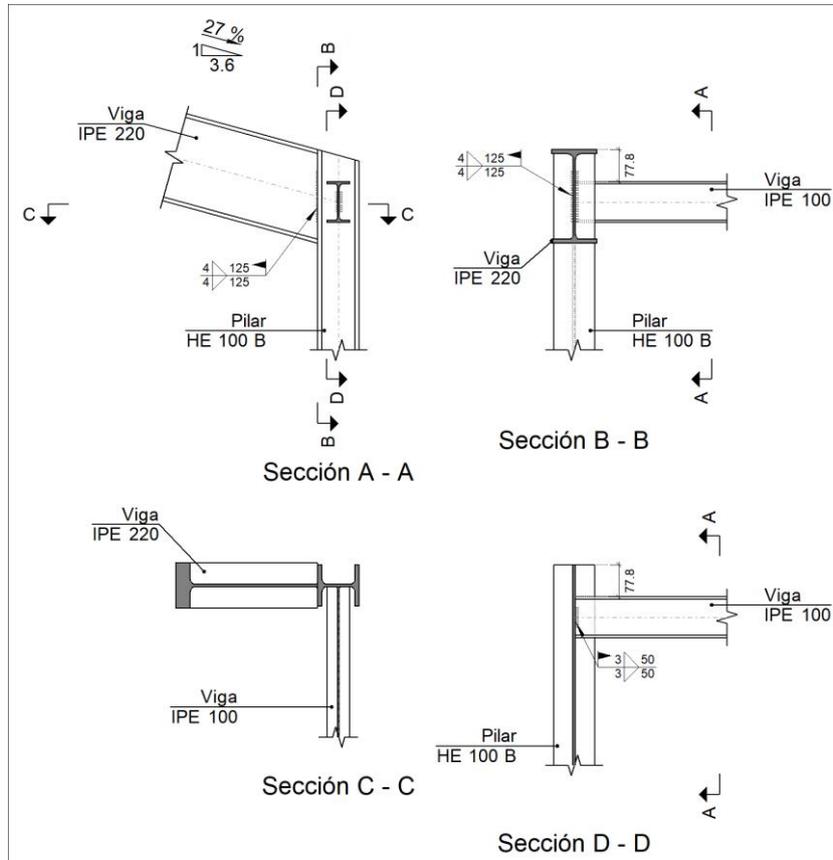
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	3	50	4.1	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	σ <sub>w</sub>	
	□□ (N/mm <sup>2</sup> )	□□ (N/mm <sup>2</sup> )	□   (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	□□ (N/mm <sup>2</sup> )			Aprov. (%)
Soldadura del alma	0.0	0.0	0.6	1.1	0.28	0.0	0.00	410.0	0.85

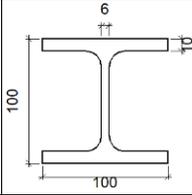
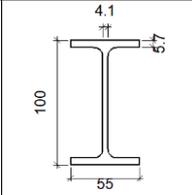
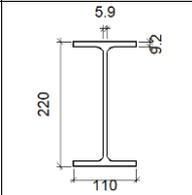
3. Medición

Soldaduras				
f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En el lugar de montaje	En ángulo	3	100
			4	250

**Tipo 3**



Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Pilar	HE 100 B		100	100	10	6	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 100		100	55	5.7	4.1	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 220		220	110	9.2	5.9	S275	2803.3	4179.4

1. Viga IPE 220

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	22.09	261.90	8.43

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas								
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
Soldadura del alma	En ángulo	4	125	5.9	90.00			
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>								
Comprobación de resistencia								
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	2.2	9.2	16.6	4.29	2.7	0.81	410.0	0.85

2. Viga IPE 100

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	1.58	261.90	0.60

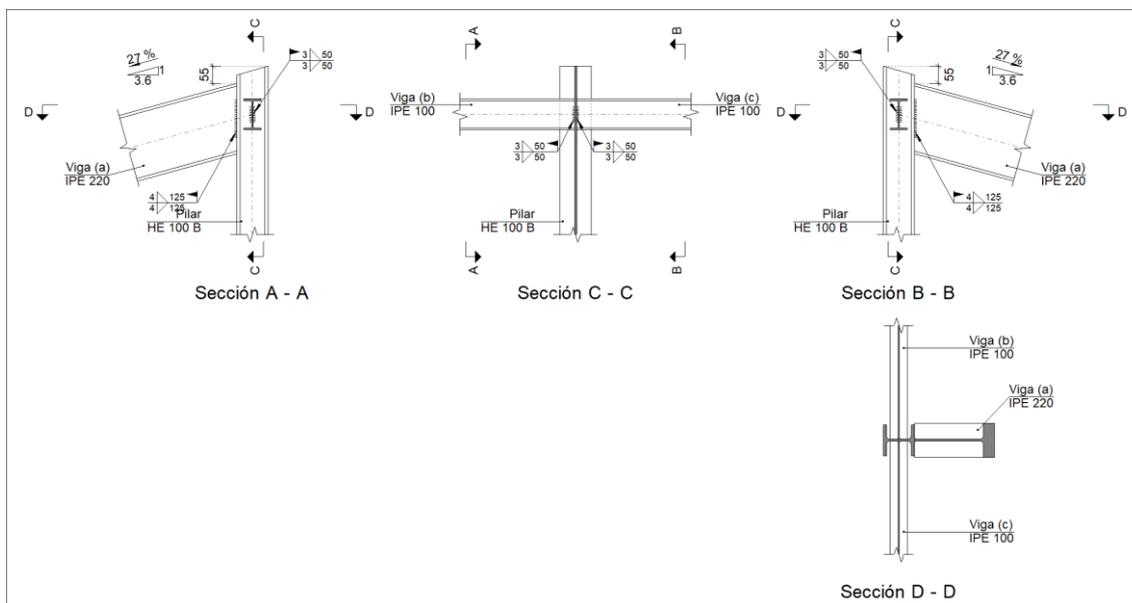
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	3	50	4.1	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	σ <sub>w</sub>	
	□□ (N/mm <sup>2</sup> )	□□ (N/mm <sup>2</sup> )	□   (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	□□ (N/mm <sup>2</sup> )			Aprov. (%)
Soldadura del alma	0.0	0.0	0.6	1.1	0.28	0.0	0.00	410.0	0.85

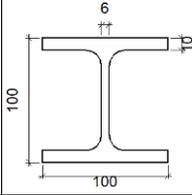
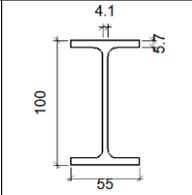
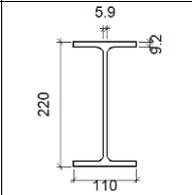
3. Medición

Soldaduras				
f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En el lugar de montaje	En ángulo	3	100
			4	250

**Tipo 4**



Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Pilar	HE 100 B		100	100	10	6	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 100		100	55	5.7	4.1	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 220		220	110	9.2	5.9	S275	2803.3	4179.4

### 1. Viga (a) IPE 220

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	37.46	261.90	14.30

### Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	4	125	5.9	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)			
Soldadura del alma	1.0	15.9	27.7	7.17	1.4	0.43	410.0	0.85	

### 2. Viga (c) IPE 100

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	1.58	261.90	0.60

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo			a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)		
Soldadura del alma	En ángulo			3	50	4.1	90.00		
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	σ <sub>w</sub>
	□□ (N/mm <sup>2</sup> )	□□ (N/mm <sup>2</sup> )	□   (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	□□ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	0.0	0.0	0.6	1.1	0.28	0.0	0.00	410.0	0.85

3. Viga (b) IPE 100

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	1.58	261.90	0.60

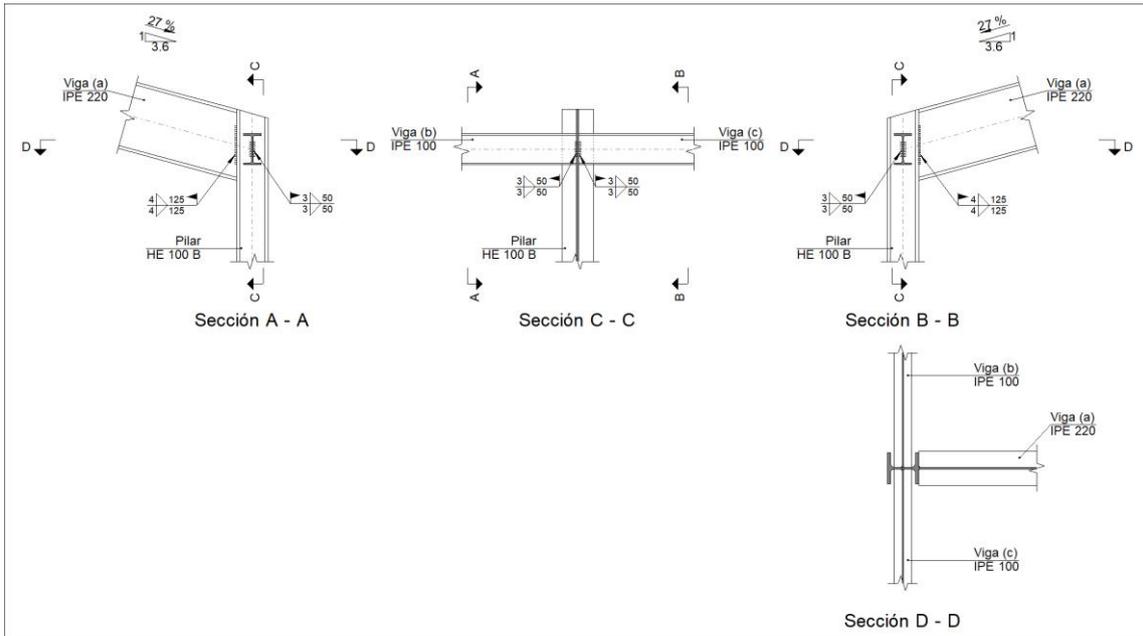
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo			a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)		
Soldadura del alma	En ángulo			3	50	4.1	90.00		
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	σ <sub>w</sub>
	□□ (N/mm <sup>2</sup> )	□□ (N/mm <sup>2</sup> )	□   (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	□□ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	0.0	0.0	0.6	1.1	0.28	0.0	0.00	410.0	0.85

4. Medición

Soldaduras				
f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En el lugar de montaje	En ángulo	3	200
			4	250

Tipo 5



Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Pilar	HE 100 B		100	100	10	6	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 100		100	55	5.7	4.1	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 220		220	110	9.2	5.9	S275	2803.3	4179.4

1. Viga (a) IPE 220

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	35.81	261.90	13.67

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo			a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)		
Soldadura del alma	En ángulo			4	125	5.9	90.00		
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	ϕ <sub>w</sub>
	ϕ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	ϕ <sub>∥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	ϕ <sub>∥∥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	ϕ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	3.5	3.5	15.0	26.9	6.96	4.7	1.43	410.0	0.85

2. Viga (c) IPE 100

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	1.58	261.90	0.60

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo			a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)		
Soldadura del alma	En ángulo			3	50	4.1	90.00		
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	ϕ <sub>w</sub>
	ϕ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	ϕ <sub>∥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	ϕ <sub>∥∥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	ϕ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	0.0	0.0	0.6	1.1	0.28	0.0	0.00	410.0	0.85

3. Viga (b) IPE 100

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	1.58	261.90	0.60

Cordones de soldadura

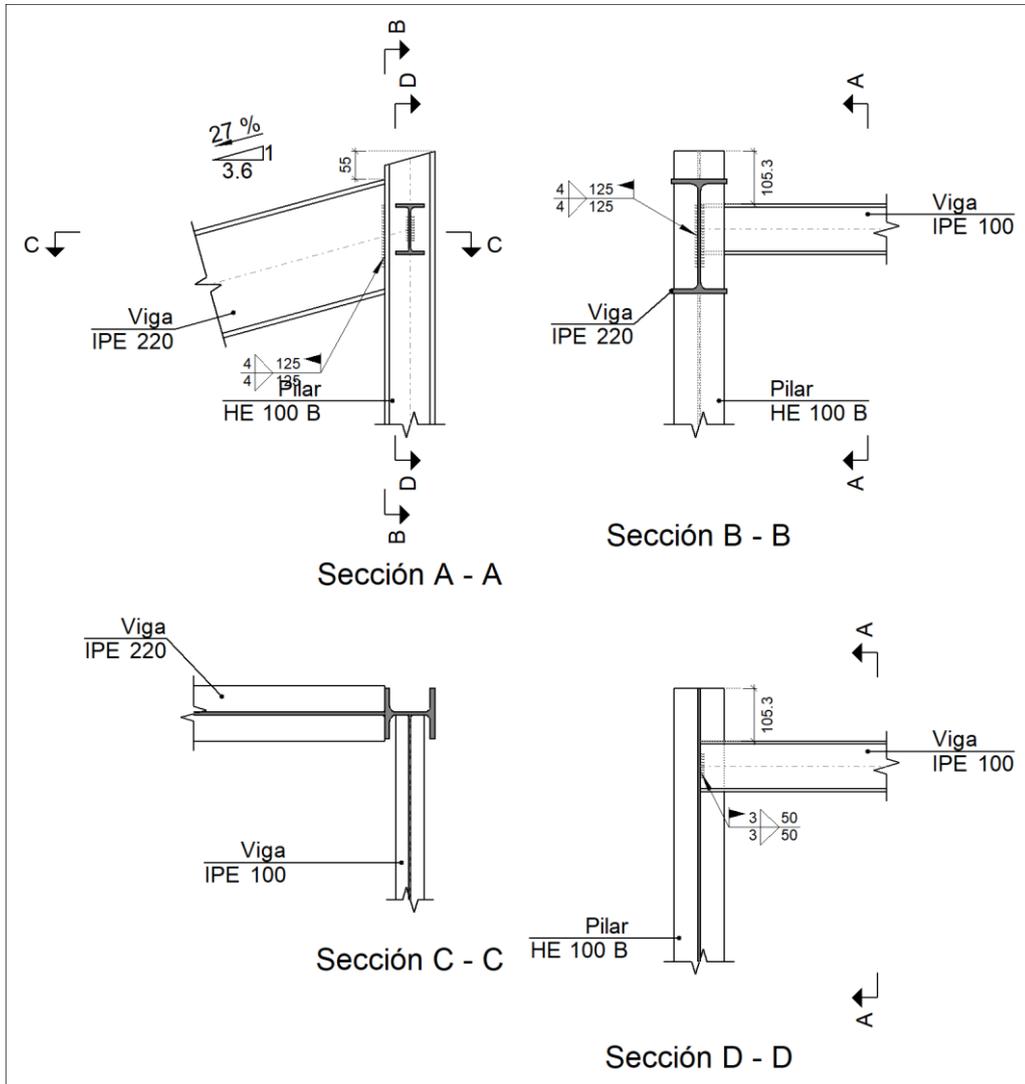
Comprobaciones geométricas							
Ref.	Tipo			a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo			3	50	4.1	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>							

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	0.0	0.0	0.6	1.1	0.28	0.0	0.00	410.0	0.85

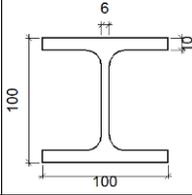
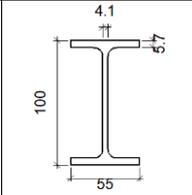
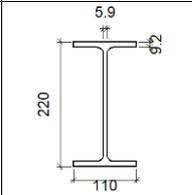
#### 4. Medición

Soldaduras				
$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En el lugar de montaje	En ángulo	3	200
			4	250

#### Tipo 6



Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Pilar	HE 100 B		100	100	10	6	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 100		100	55	5.7	4.1	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 220		220	110	9.2	5.9	S275	2803.3	4179.4

### 1. Viga IPE 220

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	23.11	261.90	8.82

### Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	4	125	5.9	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	0.6	0.6	9.8	17.1	4.42	0.8	0.24	410.0	0.85

### 2. Viga IPE 100

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	1.58	261.90	0.60

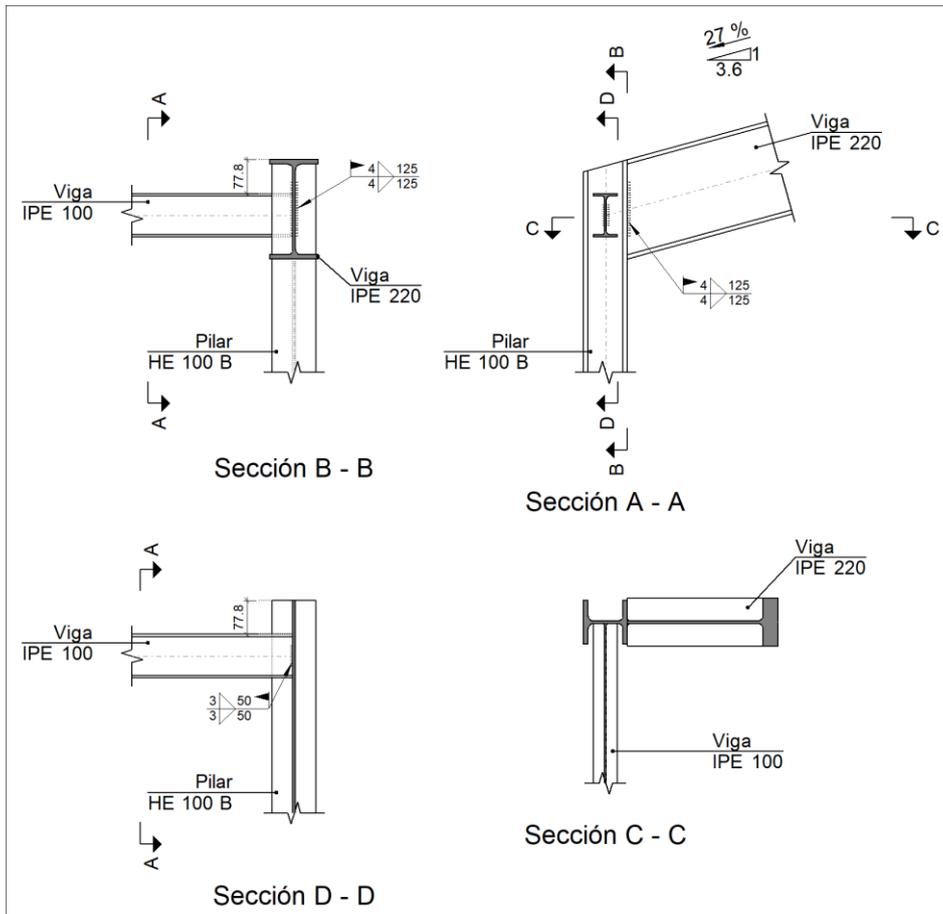
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	3	50	4.1	90.00				
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	ϕ <sub>w</sub>
	□□ (N/mm <sup>2</sup> )	□□ (N/mm <sup>2</sup> )	□   (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	□□ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	0.0	0.0	0.6	1.1	0.28	0.0	0.00	410.0	0.85

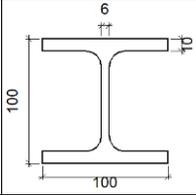
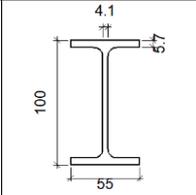
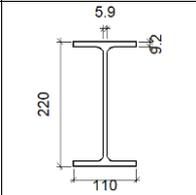
3. Medición

Soldaduras				
f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En el lugar de montaje	En ángulo	3	100
			4	250

**Tipo 7**



Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Pilar	HE 100 B		100	100	10	6	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 100		100	55	5.7	4.1	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 220		220	110	9.2	5.9	S275	2803.3	4179.4

1. Viga IPE 220

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	22.09	261.90	8.43

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	4	125	5.9	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)			
Soldadura del alma	2.2	9.2	16.6	4.29	2.7	0.81	410.0	0.85	

2. Viga IPE 100

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	1.58	261.90	0.60

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	3	50	4.1	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	σ <sub>w</sub>	
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	σ <sub>∥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	σ <sub>∥∥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )			Aprov. (%)
Soldadura del alma	0.0	0.0	0.6	1.1	0.28	0.0	0.00	410.0	0.85

### 3. Medición

Soldaduras				
f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En el lugar de montaje	En ángulo	3	100
			4	250

### Medición

Soldaduras				
f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	3060
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	6	1056
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	800
			4	4212

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	6	300x300x15	63.59
	Rigidizadores no pasantes	12	100/0x100/0x5	2.36
	Total			65.94
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	24	Ø 14 - L = 399	11.57
	Total			11.57

## 1.4.2. Cimentación

### 1.4.2.1. Elementos de cimentación aislados

#### Descripción

Referencias	Geometría	Armado
N1 y N9	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 60.0 cm Ancho inicial Y: 60.0 cm Ancho final X: 60.0 cm Ancho final Y: 60.0 cm Ancho zapata X: 120.0 cm Ancho zapata Y: 120.0 cm Canto: 45.0 cm	Sup X: 4Ø12c/27 Sup Y: 4Ø12c/27 Inf X: 4Ø12c/27 Inf Y: 4Ø12c/27
N3, N5 y N11	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 80.0 cm Ancho inicial Y: 80.0 cm Ancho final X: 80.0 cm Ancho final Y: 80.0 cm Ancho zapata X: 160.0 cm Ancho zapata Y: 160.0 cm Canto: 45.0 cm	Sup X: 6Ø12c/27 Sup Y: 6Ø12c/27 Inf X: 6Ø12c/27 Inf Y: 6Ø12c/27
N7	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 90.0 cm Ancho inicial Y: 90.0 cm Ancho final X: 90.0 cm Ancho final Y: 90.0 cm Ancho zapata X: 180.0 cm Ancho zapata Y: 180.0 cm Canto: 45.0 cm	Sup X: 6Ø12c/27 Sup Y: 6Ø12c/27 Inf X: 6Ø12c/27 Inf Y: 6Ø12c/27

### Medición

Referencias: N1 y N9		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	4x1.27	5.08
	Peso (kg)	4x1.13	4.51
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	4x1.27	5.08
	Peso (kg)	4x1.13	4.51
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	4x1.27	5.08
	Peso (kg)	4x1.13	4.51
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	4x1.27	5.08
	Peso (kg)	4x1.13	4.51
Totales	Longitud (m)	20.32	
	Peso (kg)	18.04	18.04
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	22.35	
	Peso (kg)	19.84	19.84
Referencias: N3, N5 y N11		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	6x1.44	8.64
	Peso (kg)	6x1.28	7.67
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	6x1.44	8.64
	Peso (kg)	6x1.28	7.67
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	6x1.44	8.64
	Peso (kg)	6x1.28	7.67
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	6x1.44	8.64
	Peso (kg)	6x1.28	7.67
Totales	Longitud (m)	34.56	
	Peso (kg)	30.68	30.68

Referencias: N3, N5 y N11		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	38.02	33.75
	Peso (kg)	33.75	
Referencia: N7		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	6x1.64	9.84
	Peso (kg)	6x1.46	8.74
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	6x1.64	9.84
	Peso (kg)	6x1.46	8.74
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	6x1.64	9.84
	Peso (kg)	6x1.46	8.74
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	6x1.64	9.84
	Peso (kg)	6x1.46	8.74
Totales	Longitud (m)	39.36	34.96
	Peso (kg)	34.96	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	43.30	38.46
	Peso (kg)	38.46	

### Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)	Hormigón (m³)	
	Ø12	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: N1 y N9	2x19.84	2x0.65	2x0.14
Referencias: N3, N5 y N11	3x33.75	3x1.15	3x0.26
Referencia: N7	38.46	1.46	0.32
Totales	179.39	6.21	1.38

### Comprobación

Referencia: N1		
Dimensiones: 120 x 120 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 1.5 kp/cm² Calculado: 0.17 kp/cm²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 1.875 kp/cm² Calculado: 0.135 kp/cm²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 1.875 kp/cm² Calculado: 0.252 kp/cm²	Cumple
Vuelco de la zapata:		
- En dirección X <sup>(1)</sup>		No procede
- En dirección Y:  <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>	Reserva seguridad: 1.9 %	Cumple
<i>(1) Sin momento de vuelco</i>		
Flexión en la zapata:		

Referencia: N1		
Dimensiones: 120 x 120 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
-En dirección X:	Momento: 0.13 t-m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 0.27 t-m	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 0.12 t	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 0.63 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
-Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup> Calculado: 2.99 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
-N1:	Mínimo: 35 cm Calculado: 38 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0001	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
-Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
-Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple

Referencia: N1		
Dimensiones: 120 x 120 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje:		
<i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
	Mínimo: 17 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 17 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 12 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N3		
Dimensiones: 160 x 160 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 1.5 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.142 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 1.875 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.124 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 1.875 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.223 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Vuelco de la zapata:		
- En dirección X <sup>(1)</sup>		No procede

Referencia: N3		
Dimensiones: 160 x 160 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> <i>(1) Sin momento de vuelco</i>	Reserva seguridad: 54.9 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 0.17 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -0.55 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.22 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 0.78 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup> Calculado: 2.74 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N3:	Mínimo: 35 cm Calculado: 38 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0001	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple

Referencia: N3		
Dimensiones: 160 x 160 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>		
	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 25 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N5		
Dimensiones: 160 x 160 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 1.5 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.165 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 1.875 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.133 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 1.875 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.22 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Vuelco de la zapata:		
- En dirección X <sup>(1)</sup>		No procede
- En dirección Y:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
	Reserva seguridad: 28.5 %	Cumple

Referencia: N5		
Dimensiones: 160 x 160 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
<i>(1) Sin momento de vuelco</i>		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 0.29 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -0.55 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.38 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 0.77 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup>	
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Calculado: 4.69 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo:	Mínimo: 25 cm	
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 45 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N5:	Mínimo: 35 cm	
	Calculado: 38 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión:		
<i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0001	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
<i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras:		
<i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple

Referencia: N5		
Dimensiones: 160 x 160 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Separación mínima entre barras:</p> <p><i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>	<p>Mínimo: 10 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Longitud de anclaje:</p> <p><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i></p> <p>- Armado inf. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado sup. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado sup. dirección Y hacia abajo:</p>	<p>Mínimo: 15 cm</p> <p>Calculado: 25 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N7		
Dimensiones: 180 x 180 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Tensiones sobre el terreno:</p> <p><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i></p> <p>- Tensión media en situaciones persistentes:</p> <p>- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:</p> <p>- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:</p>	<p>Máximo: 1.5 kp/cm<sup>2</sup></p> <p>Calculado: 0.151 kp/cm<sup>2</sup></p> <p>Máximo: 1.875 kp/cm<sup>2</sup></p> <p>Calculado: 0.128 kp/cm<sup>2</sup></p> <p>Máximo: 1.875 kp/cm<sup>2</sup></p> <p>Calculado: 0.242 kp/cm<sup>2</sup></p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Vuelco de la zapata:</p> <p>- En dirección X <sup>(1)</sup></p> <p>- En dirección Y:</p> <p><i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i></p> <p><i>(1) Sin momento de vuelco</i></p>	<p>Reserva seguridad: 2.7 %</p>	<p>No procede</p> <p>Cumple</p>
<p>Flexión en la zapata:</p> <p>- En dirección X:</p>	<p>Momento: 0.31 t·m</p>	<p>Cumple</p>

Referencia: N7		
Dimensiones: 180 x 180 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
-En dirección Y:	Momento: 1.05 t-m	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 0.41 t	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 1.62 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
-Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup> Calculado: 4.35 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
-N7:	Mínimo: 35 cm Calculado: 38 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
-Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
-Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
-Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
-Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple

Referencia: N7		
Dimensiones: 180 x 180 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje:		
<i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 35 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 35 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 35 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 35 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 35 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 35 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 35 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 35 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N9		
Dimensiones: 120 x 120 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 1.5 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.17 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 1.875 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.135 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 1.875 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.252 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Vuelco de la zapata:		
- En dirección X <sup>(1)</sup>		No procede
- En dirección Y:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
	Reserva seguridad: 1.9 %	Cumple
<i>(1) Sin momento de vuelco</i>		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 0.13 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 0.27 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.12 t	Cumple

Referencia: N9		
Dimensiones: 120 x 120 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:	Cortante: 0.63 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup> Calculado: 2.99 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N9:	Mínimo: 35 cm Calculado: 38 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001	Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 27 cm Calculado: 27 cm Calculado: 27 cm Calculado: 27 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 27 cm Calculado: 27 cm Calculado: 27 cm Calculado: 27 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple

Referencia: N9		
Dimensiones: 120 x 120 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 17 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 17 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 12 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N11		
Dimensiones: 160 x 160 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 1.5 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.142 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 1.875 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.124 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 1.875 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.223 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Vuelco de la zapata:		
- En dirección X <sup>(1)</sup>		No procede
- En dirección Y: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>	Reserva seguridad: 54.9 %	Cumple

Referencia: N11		
Dimensiones: 160 x 160 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
(1) Sin momento de vuelco		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 0.17 t-m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -0.55 t-m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.22 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 0.78 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup>	
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Calculado: 2.74 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo:	Mínimo: 25 cm	
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 45 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N11:	Mínimo: 35 cm	
	Calculado: 38 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión:		
<i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0001	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
<i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras:		
<i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple

Referencia: N11		
Dimensiones: 160 x 160 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 25 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

#### 1.4.2.2. Vigas

##### Descripción

Referencias	Geometría	Armado
C.1 [N11-N7], C.1 [N5-N1], C.1 [N9-N5] y C.1 [N7-N3]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
C.1 [N11-N9], C.1 [N7-N5] y C.1 [N3-N1]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30

##### Medición

Referencias: C.1 [N11-N7], C.1 [N5-N1], C.1 [N9-N5] y C.1 [N7-N3]	B 500 S, Ys=1.15		Total
	Ø8	Ø12	
Nombre de armado			
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)	2x3.80	7.60
	Peso (kg)	2x3.37	6.75
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)	2x3.80	7.60
	Peso (kg)	2x3.37	6.75
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	7x1.33	9.31
	Peso (kg)	7x0.52	3.67
Totales	Longitud (m)	9.31	15.20
	Peso (kg)	3.67	13.50

Referencias: C.1 [N11-N7], C.1 [N5-N1], C.1 [N9-N5] y C.1 [N7-N3]		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	10.24	16.72	18.89
	Peso (kg)	4.04	14.85	
Referencias: C.1 [N11-N9], C.1 [N7-N5] y C.1 [N3-N1]		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x4.30	8.60
	Peso (kg)		2x3.82	7.64
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x4.30	8.60
	Peso (kg)		2x3.82	7.64
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	10x1.33		13.30
	Peso (kg)	10x0.52		5.25
Totales	Longitud (m)	13.30	17.20	20.53
	Peso (kg)	5.25	15.28	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	14.63	18.92	22.58
	Peso (kg)	5.78	16.80	

### Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø8	Ø12	Total	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: C.1 [N11-N7], C.1 [N5-N1], C.1 [N9-N5] y C.1 [N7-N3]	4x4.04	4x14.85	75.56	4x0.29	4x0.07
Referencias: C.1 [N11-N9], C.1 [N7-N5] y C.1 [N3-N1]	3x5.77	3x16.81	67.74	3x0.42	3x0.10
Totales	33.47	109.83	143.30	2.40	0.60

### Comprobación

Referencia: C.1 [N11-N7] (Viga de atado)		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm		
-Armadura superior: 2Ø12		
-Armadura inferior: 2Ø12		
-Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N5-N1] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: C.1 [N9-N5] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N7-N3] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: C.1 [N11-N9] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N7-N5] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: C.1 [N3-N1] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

## 2. Instalación del riego

El riego de la plantación se va a realizar mediante un sistema de riego por goteo, como se concluye en el Anejo III. Alternativas. En este tipo de sistemas el agua se aplica a bajas presiones y caudales, con intervalos entre riegos muy cortos. El diseño agronómico del riego se presenta en el Anejo IV. Ingeniería del proceso.

En la finca objeto del proyecto el agua proviene del Canal de Castilla, ramal Norte. Los resultados del análisis efectuado al agua de riego se muestran en el Anejo I. Condicionantes. La toma de riego, situada a 15 metros de la caseta de riego, dispone de un caudal de 45 L/s.

La parcela presenta una topografía completamente llana y regular. Debido a las dimensiones de la parcela y a su geometría, se van a disponer tres sectores de riego, con las tuberías terciarias orientadas en dirección Oeste-Este, perpendiculares a los ramales portagoteros. La tubería principal seguirá la dirección del lado mayor de la parcela.

### 2.1. Red de distribución de tuberías

La red de distribución de tuberías de la plantación en proyecto está formada por tuberías principales, terciarias y laterales o portagoteros. Éstas quedan definidas de la siguiente forma:

- **Tubería principal:** tubería que conduce el agua de riego desde el cabezal de riego hasta las tuberías terciarias, abastece a toda la plantación frutal.
- **Tubería terciaria:** tubería que alimenta de agua de riego a las tuberías laterales o portagoteros dentro de una subunidad.
- **Tubería lateral o portagoteros:** tubería que lleva conectada los emisores de riego.

Se entiende por unidad de riego la fracción de terreno que es regada a partir de la tubería terciaria, es decir, a partir de un mismo punto donde se controla o regula la presión de entrada de agua mediante un regulador de presión o válvula.

En la plantación objeto de estudio se establecen 3 unidades de riego. Para facilitar los cálculos, cada unidad de riego se subdividirá en dos, la norte (1.1, 2.1, 3.1) y la sur (1.2, 2.2, 2.3).

### 2.2. Emisor

Los emisores o goteros son los dispositivos encargados de verter el agua al suelo en forma de gotas continuadas.

Los emisores elegidos, en función de la regulación del caudal, son autocompensantes. El caudal descargado, 2,00 L/h, se desliga de la presión de funcionamiento, manteniéndose constante para el rango dado de presiones que fija el fabricante. Son más caros, pero permiten grandes longitudes de laterales.

Tabla 11. Características del emisor de riego seleccionado

Características	Abreviatura	Valor
Caudal nominal	q	2,00 L/h
Rango de presiones de trabajo	P	10,00-50,00 m.c.a.
Curva caudal-presión	q	$q = 2,1228 \cdot h^{0,0275}$
Coefficiente de variación de fabricación	CV	0,035

Los emisores se van a instalar sobre la tubería en un orificio practicado previamente en la misma. Son autolimpiantes y distribuyen el agua por una sola salida (orificio de salida de 1,5 mm, riesgo bajo de obstrucción).

## 2.3. Dimensionamiento de la instalación de riego

### 2.3.1. Diseño de las subunidades de riego

Se denomina subunidad de riego a la superficie de terreno dominada por un regulador de presión, constituida por una tubería terciaria y un conjunto de ramales portagoteros. La variación de presión que se produce aguas arriba se controla mediante el regulador de presión. Mientras que aguas abajo, las variaciones en la presión se producen por el desnivel del terreno (en el proyecto objeto de estudio no existen estas variaciones) y por las pérdidas de carga que se producen en las tuberías y los elementos singulares situados en éstas.

La parcela objeto del proyecto se va a dividir en 6 subunidades de riego, aunque se va a regar de dos en dos, como se puede ver en el Plano 5. 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.

La topografía de la parcela objeto del proyecto es prácticamente llana, con una pendiente menor del 0,1 %. Por tanto, a efectos de cálculo, no se tendrán en consideración las variaciones de nivel entre los distintos elementos del sistema de riego, por ser éstas despreciables.

### 2.3.2. Ramales portagoteros

El principal objetivo del cálculo de los ramales portagoteros es lograr que la aportación de agua por los emisores sea siempre lo más uniforme posible, de tal modo que todos emisores de riego apliquen la misma cantidad de agua. Para alcanzar este objetivo es necesario 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. La presión mínima del emisor, indicada por el fabricante, a partir de la cual funciona como autocompensante, es de 10 m.c.a. Se ha de tener en cuenta que, para evitar daños en las tuberías laterales y en las conexiones de estas con las tuberías terciarias, no es conveniente sobrepasar la presión de 33 m.c.a. dentro de la subunidad de riego.

Por todo ello, la diferencia máxima de presiones que puede tolerarse dentro de la subunidad de riego (DH) viene determinada por ambos límites.

$$DH = 33 - 10 = 23 \text{ m.c.a.}$$

La diferencia de presiones máxima tolerada en la subunidad de riego es de 23 m.c.a. Por lo tanto, el intervalo de presiones en la subunidad es [10 – 33] m.c.a.

Otro criterio para el cálculo de la variación máxima de presiones es económico. Se conoce que el coste mínimo de la instalación se produce cuando el 55 % de las pérdidas de carga admisibles en la subunidad se producen en los ramales portagoteros, mientras que el 45 % restante se produce en la tubería terciaria. En base a esta condición, las pérdidas de carga admisibles en un ramal portagoteros horizontal se determinan mediante la siguiente fórmula:

$$h_{r \text{ admisible}} = 0,55 \cdot dH = 0,55 \cdot 23 \text{ m.c.a.} = 12,65 \text{ m.c.a.}$$

Las pérdidas de carga que se producen en el ramal portagoteros deben ser, como máximo, iguales al valor antes calculado. Estas se determinan mediante la siguiente fórmula:

$$h_r = J \cdot F \cdot L_f$$

Donde:

- $h_r$ : 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
- $L_f$ : longitud ficticia del ramal, en metros

A continuación, se muestra el proceso de cálculo general aplicado al ramal portagoteros más largo en la instalación de riego, con una longitud de 206,30 m.

El factor de Christiansen se halla tabulado: para  $l_0 = l$ ,  $\beta = 1,75$  y  $n = 46$ ,  $F$  toma el valor de 0,365.

La longitud ficticia ( $L_f$ ) se calcula sumando la longitud real del ramal y la longitud equivalente de las pérdidas de carga singulares, que se suponen como el 10 % de la longitud real del ramal. Para el ramal más largo, de 206,30 m, la longitud ficticia es de 226,93 m.

Para los ramales portagoteros se emplearán tuberías de polietileno de baja densidad de 20,0 mm de diámetro exterior y 17,4 mm de diámetro interior, que trabajarán a una presión de 41,32 m.c.a. Para el ramal más largo, de 206,30 m y 342 emisores, el caudal total es de 684,33 L/h o, o que es lo mismo, 0,00019 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:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0,00019}{\pi \cdot 0,0174^2} = 0,799 \text{ m/s}$$

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/
- 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 0,799 m/s. Una vez calculado, se procede a determinar el número de Reynolds, mediante la siguiente fórmula:

$$Re = \frac{v \cdot D}{\vartheta} = \frac{0,799 \cdot 0,0174}{1,007 \cdot 10^{-6}} = 13813,27$$

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 superiores a 3.000 pero inferiores a 100.000 se puede emplear la fórmula de Blasius para la determinación de las pérdidas de carga unitarias (J), como se observa a continuación:

$$J = 0,473 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} = 0,473 \cdot \frac{684,33^{1,75}}{17,4^{4,75}} = 0,0555 \text{ m. c. a./m}$$

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:

$$h_r = J \cdot F \cdot L_f = 0,0555 \text{ m. c. a./m} \cdot 0,365 \cdot 226,93 \text{ m} = 4,59 \text{ m. c. a.}$$

Se debe cumplir que  $h_r \leq h_r$  admisible. Dado que 4,59 es menor que 12,65, se verifica la condición de economía de la instalación.

El procedimiento anterior se aplica a cada una de los ramales portagoteros de las subunidades de riego, como se puede ver en la Tabla 12. Como se observa, todos los ramales cumplen la condición de uniformidad.

Tabla 12. Cálculo de los ramales de riego

Subunidad	Ramal	Nº iguales	Características de la tubería				Características del terreno				Pérdidas de carga		
			Material	Ø ext (mm)	Ø int (mm)	P nom (m.c.a.)	Caudal (L/h)	Longitud (m)	Nº emisores	F	v (m/s)	J (m.c.a./m)	hr (m.c.a.)
1.1	1	40	PEBD	20,0	17,4	41,32	648,33	195,50	324	0,365	0,7574	0,0505	3,9603
1.2	1	16	PEBD	20,0	17,4	41,32	668,33	201,50	334	0,365	0,7807	0,0532	4,3048
	2	16	PEBD	20,0	17,4	41,32	676,33	203,90	338	0,365	0,7901	0,0543	4,4477
2.1	1	40	PEBD	20,0	17,4	41,32	648,33	195,50	324	0,365	0,7574	0,0505	3,9603
2.2	1	21	PEBD	20,0	17,4	41,32	676,33	203,90	338	0,365	0,7901	0,0543	4,4477
	2	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	664,33	200,30	332	0,365	0,7761	0,0527	4,2344
	3	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	656,33	197,90	328	0,365	0,7667	0,0515	4,0959
	4	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	652,33	196,70	326	0,365	0,7620	0,0510	4,0278
	5	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	648,33	195,50	324	0,365	0,7574	0,0505	3,9603
	6	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	648,33	195,50	324	0,365	0,7574	0,0505	3,9603
	7	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	648,33	195,50	324	0,365	0,7574	0,0505	3,9603
	8	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	648,33	195,50	324	0,365	0,7574	0,0505	3,9603
	9	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	648,33	195,50	324	0,365	0,7574	0,0505	3,9603
	10	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	644,33	194,30	322	0,365	0,7527	0,0499	3,8936
	11	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	644,33	194,30	322	0,365	0,7527	0,0499	3,8936
	12	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	644,33	194,30	322	0,365	0,7527	0,0499	3,8936
	13	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	644,33	194,30	322	0,365	0,7527	0,0499	3,8936

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

Subunidad	Ramal	Nº iguales	Características de la tubería				Características del terreno			Pérdidas de carga			
			Material	Ø ext (mm)	Ø int (mm)	P nom (m.c.a.)	Caudal (L/h)	Longitud (m)	Nº emisores	F	v (m/s)	J (m.c.a./m)	hr (m.c.a.)
	14	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	644,33	194,30	322	0,365	0,7527	0,0499	3,8936
	15	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	644,33	194,30	322	0,365	0,7527	0,0499	3,8936
	16	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	644,33	194,30	322	0,365	0,7527	0,0499	3,8936
	17	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	644,33	194,30	322	0,365	0,7527	0,0499	3,8936
	18	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	644,33	194,30	322	0,365	0,7527	0,0499	3,8936
	19	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	644,33	194,30	322	0,365	0,7527	0,0499	3,8936
	20	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	648,33	195,50	324	0,365	0,7574	0,0505	3,9603
3.1	1	37	PEBD	20,0	17,4	41,32	648,33	195,50	324	0,365	0,7574	0,0505	3,9603
	2	4	PEBD	20,0	17,4	41,32	596,33	179,90	298	0,365	0,6966	0,0436	3,1483
3.2	1	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	648,33	195,50	324	0,365	0,7574	0,0505	3,9603
	2	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	648,33	195,50	324	0,365	0,7574	0,0505	3,9603
	3	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	652,33	196,70	326	0,365	0,7620	0,0510	4,0278
	4	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	652,33	196,70	326	0,365	0,7620	0,0510	4,0278
	5	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	652,33	196,70	326	0,365	0,7620	0,0510	4,0278
	6	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	652,33	196,70	326	0,365	0,7620	0,0510	4,0278
	7	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	656,33	197,90	328	0,365	0,7667	0,0515	4,0959
	8	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	656,33	197,90	328	0,365	0,7667	0,0515	4,0959
	9	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	656,33	197,90	328	0,365	0,7667	0,0515	4,0959

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

Subunidad	Ramal	Nº iguales	Características de la tubería			Características del terreno			Pérdidas de carga				
			Material	Ø ext (mm)	Ø int (mm)	P nom (m.c.a.)	Caudal (L/h)	Longitud (m)	Nº emisores	F	v (m/s)	J (m.c.a./m)	hr (m.c.a.)
10	1	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	660,33	199,10	330	0,365	0,7714	0,0521	4,1648
11	1	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	660,33	199,10	330	0,365	0,7714	0,0521	4,1648
12	1	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	660,33	199,10	330	0,365	0,7714	0,0521	4,1648
13	1	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	660,33	199,10	330	0,365	0,7714	0,0521	4,1648
14	1	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	660,33	199,10	330	0,365	0,7714	0,0521	4,1648
15	1	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	664,33	200,30	332	0,365	0,7761	0,0527	4,2344
16	1	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	664,33	200,30	332	0,365	0,7761	0,0527	4,2344
17	1	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	664,33	200,30	332	0,365	0,7761	0,0527	4,2344
18	1	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	664,33	200,30	332	0,365	0,7761	0,0527	4,2344
19	1	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	664,33	200,30	332	0,365	0,7761	0,0527	4,2344
20	1	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	664,33	200,30	332	0,365	0,7761	0,0527	4,2344
21	1	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	668,33	201,50	334	0,365	0,7807	0,0532	4,3048
22	1	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	668,33	201,50	334	0,365	0,7807	0,0532	4,3048
23	1	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	668,33	201,50	334	0,365	0,7807	0,0532	4,3048
24	1	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	668,33	201,50	334	0,365	0,7807	0,0532	4,3048
25	1	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	668,33	201,50	334	0,365	0,7807	0,0532	4,3048
26	1	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	668,33	201,50	334	0,365	0,7807	0,0532	4,3048
27	1	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	672,33	202,70	336	0,365	0,7854	0,0538	4,3759

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

Subunidad	Ramal	Nº iguales	Características de la tubería			Características del terreno			Pérdidas de carga				
			Material	Ø ext (mm)	Ø int (mm)	P nom (m.c.a.)	Caudal (L/h)	Longitud (m)	Nº emisores	F	v (m/s)	J (m.c.a./m)	hr (m.c.a.)
	28	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	672,33	202,70	336	0,365	0,7854	0,0538	4,3759
	29	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	672,33	202,70	336	0,365	0,7854	0,0538	4,3759
	30	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	676,33	203,90	338	0,365	0,7901	0,0543	4,4477
	31	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	680,33	205,10	340	0,365	0,7948	0,0549	4,5203
	32	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	680,33	205,10	340	0,365	0,7948	0,0549	4,5203
	33	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	684,33	206,30	342	0,365	0,7994	0,0555	4,5936
	34	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	508,33	153,50	254	0,365	0,5938	0,0330	2,0315
	35	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	460,33	139,10	230	0,365	0,5378	0,0277	1,5475
	36	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	436,33	131,90	218	0,365	0,5097	0,0252	1,3362
	37	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	420,33	127,10	210	0,365	0,4910	0,0236	1,2061
	38	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	400,33	121,10	200	0,365	0,4677	0,0217	1,0552
	39	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	384,33	116,30	192	0,365	0,4490	0,0202	0,9435
	40	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	356,33	107,90	178	0,365	0,4163	0,0177	0,7668
	41	1	PEBD	20,0	17,4	41,32	312,33	94,70	156	0,365	0,3649	0,0141	0,5344

### 2.3.3. Tuberías terciarias

Las tuberías terciarias son las encargadas de transportar el agua desde la tubería principal hasta los ramales portagoteros. Se emplearán tuberías de PVC y presión de trabajo 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 terciarias deben ser el 45 % de la máxima variación de presión admisible dH. Por tanto, se tiene que:

$$h_{r \text{ admisible}} = 0,45 \cdot dH = 0,45 \cdot 23 \text{ m. c. a.} = 10,35 \text{ m. c. a.}$$

A continuación, se muestra el cálculo aplicado a la terciaria que porta mayor caudal, que es la que abastece a los ramales portagoteros de la subunidad 2.2. El caudal de dicha tubería es de 26.509 L/ha (26,51 m<sup>3</sup>/h). La longitud de dicha terciaria es de 158 m.

Para el dimensionamiento de las tuberías terciarias se sigue el criterio de que el agua que transporta la tubería no sobrepase la velocidad de 2 m/s, empleando para ello la siguiente fórmula:

$$D = \sqrt{0,236 \cdot Q} = \sqrt{0,236 \cdot 26.509} = 79,09 \text{ mm}$$

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 79,09 mm. Se debe adoptar una solución normalizada, por lo que se elige la tubería de 90 mm de diámetro exterior y 84,6 mm de diámetro interior.

El valor admisible de la pérdida de carga debe ser, como máximo, igual a la pérdida de carga que se produce en la terciaria, que se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$h_{r \text{ terciarias}} = J \cdot F \cdot L_f$$

Donde:

- $h_{r \text{ terciarias}}$ : pérdidas de carga en la tubería terciaria, en m.c.a.
- J: pérdidas de carga unitarias, en m.c.a./m
- F: factor de Christiansen
- $L_f$ : longitud ficticia del ramal, en metros

El factor de Christiansen se halla tabulado: para  $l_0 = 1$ ,  $\beta = 1,80$  y  $n > 300$ , F toma el valor de 0,357.

La longitud ficticia ( $L_f$ ) se calcula sumando la longitud real de la tubería terciaria y la longitud equivalente de las pérdidas de carga singulares, que se suponen como el 10 % de la longitud real de la terciaria.

Antes de proceder al cálculo de las pérdidas de carga (J), es necesario calcular la velocidad del agua dentro de la tubería. Para ello se emplea la siguiente fórmula:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 7,36 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 0,0846^2} = 1,31 \text{ m/s}$$

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 0,799 m/s. Una vez calculado, se procede a determinar el número de Reynolds, mediante la siguiente fórmula:

$$Re = \frac{v \cdot D}{\vartheta} = \frac{1,31 \cdot 0,0846}{1,007 \cdot 10^{-6}} = 110.056,96$$

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 superiores a 40.000 pero inferiores a 10.000.000 la fórmula más adecuada para el cálculo de las pérdidas de carga es la de Veronesse-Datei, como se observa a continuación

$$J = Q^{1,8} \cdot \frac{0,00092}{D^{4,8}} = 0,00736^{1,8} \cdot \frac{0,00092}{0,0846^{4,8}} = 0,01874 \text{ m.c.a./m}$$

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:

$$h_r = J \cdot F \cdot L_f = 0,01874 \text{ m.c.a./m} \cdot 0,357 \cdot 158 \text{ m} = 1,057 \text{ m.c.a.}$$

Se debe cumplir que  $h_r \leq h_r$  admisible. Dado que 4,59 es menor que 10,35, se verifica la condición de economía de la instalación.

El procedimiento anterior se aplica a cada una de los tuberías terciarias, como se puede ver en la Tabla 13.

Tabla 13. Cálculo de las tuberías terciarias

Subunidad	Características de la tubería			Características del terreno				Pérdidas de carga		
	Material	Ø ext (mm)	Ø int (mm)	P nom (m.c.a.)	Caudal (L/h)	Longitud (m)	F	v (m/s)	J (m.c.a./m)	hr (m.c.a.)
1.1	PVC	90	84,6	60	25933	126,00	0,357	1,2815	0,0180	0,8922
1.2	PVC	90	84,6	60	21515	126,00	0,357	1,0632	0,0129	0,6374
2.1	PVC	90	84,6	60	25933	158,00	0,357	1,2815	0,0180	1,1187
2.2	PVC	90	84,6	60	26509	158,00	0,357	1,3100	0,0188	1,1639
3.1	PVC	90	84,6	60	26374	158,67	0,357	1,3033	0,0186	1,1581
3.2	PVC	90	84,6	60	25190	158,67	0,357	1,2448	0,0171	1,0662

### 2.3.4. Tubería principal

La tubería principal transporta el agua desde el final del cabezal de riego hasta cada una de las terciarias. Al igual que en las tuberías terciarias, se emplearán tuberías de PVC de 60 m.c.a. enterradas a una profundidad de 1,00 m sobre lecho de grava.

Para el dimensionamiento de las tuberías terciarias se sigue el criterio de que el agua que transporta la tubería no sobrepase la velocidad de 2 m/s, empleando para ello la siguiente fórmula:

$$D = \sqrt{0,236 \cdot Q} = \sqrt{0,236 \cdot 52.443} = 111,25 \text{ mm}$$

Donde:

- D: diámetro óptimo de la tubería principal, en mm.
- Q: caudal máximo que circula por la tubería, en L/h.

El diámetro de la tubería debe ser, al menos, de 111,25 mm. Se debe adoptar una solución normalizada, por lo que se elige la tubería de 125 mm de diámetro exterior y 117,6 mm de diámetro interior.

Las pérdidas de carga que se producen en la tubería principal se determinan mediante la siguiente fórmula:

$$h_{r \text{ principal}} = J \cdot L \cdot a$$

Donde:

- $h_{r \text{ terciarias}}$ : 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 metros
- a: coeficiente de pérdidas de carga en puntos singulares

Antes de proceder al cálculo de las pérdidas de carga (J), es necesario calcular la velocidad del agua dentro de la tubería. Para ello se emplea la siguiente fórmula:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0,014567}{\pi \cdot 0,1176^2} = 1,34 \text{ m/s}$$

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 1,34 m/s. Una vez calculado, se procede a determinar el número de Reynolds, mediante la siguiente fórmula:

$$Re = \frac{v \cdot D}{\vartheta} = \frac{1,34 \cdot 0,1176}{1,007 \cdot 10^{-6}} = 156.624$$

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 ( $1,007 \cdot 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s)

En tuberías de PVC la fórmula más empleada para el cálculo de las pérdidas de carga es la de Varonesse-Datei, que se observa a continuación:

$$J = Q^{1,8} \cdot \frac{0,00092}{D^{4,8}} = 0,014567^{1,8} \cdot \frac{0,00092}{0,1176^{4,8}} = 0,0132 \text{ m. c. a./m}$$

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:

$$h_r = J \cdot L \cdot a = 0,0132 \text{ m. c. a./m} \cdot 326,14 \text{ m} \cdot 1,15 = 4,95 \text{ m. c. a.}$$

### 2.3.5. Resumen de las necesidades de tuberías

En la Tabla 14. se presenta el resumen de las necesidades de tubería para la plantación en proyecto.

Tabla 14. Resumen de necesidades de tuberías

Tubería	Material	Ø exterior (mm)	Ø interior (mm)	Presión nominal (m.c.a.)	Longitud necesaria (m)
Ramal portagoteros	PEBD	20,00	17,40	41,32	45.670,2
Terciarias	PVC	90,00	84,60	60,00	885,34
Primaria	PVC	125,00	117,60	60,00	326,14

### 2.4. Diseño del cabezal de riego

El cabezal de riego de la instalación en proyecto se va a situar al principio de la tubería primaria y consta de los siguientes elementos:

- Filtros de arena: Su misión es retener las partículas minerales y orgánicas que pueda contener el agua y que pudieran obstruir los goteros
- Equipo de fertirrigación: El fertilizante se inyecta después de los filtros de arena para evitar crear en ellos un ambiente rico en nutrientes que favorezca el desarrollo de algunos microorganismos
- Filtros de malla: Filtran la arena arrastrada por el agua y las impurezas, precipitados, etc. que puedan contener o provocar los fertilizantes

- Contador de agua: Es el último elemento del cabezal para que no se vea afectado por la impurezas del agua
- Dispositivos de control

El diseño del cabezal de riego se calcula teniendo en cuenta el caso más desfavorable. Este caso se da en el sector 2.2.

#### 2.4.1. Filtros de arena

El filtro de arena realiza el primer filtrado del agua, eliminando los contaminantes orgánicos, como algas, bacterias y restos vegetales, e inorgánicos, como las arenas, limos y arcillas.

El dispositivo consta de un depósito metálico o plástico lleno de arena silíceo o granítica. El agua, que penetra por un orificio en la parte superior del depósito, atraviesa la arena y sale por un colector situado en la parte baja. El depósito dispone de una abertura en la parte superior para realizar el mantenimiento de la arena.

El espesor de la capa de arena debe ser, como mínimo, de 45 cm. El fabricante de los emisores recomienda emplear un filtro de arena de 120 mesh.

Para el dimensionamiento del filtro de arena se aplica el criterio de que la velocidad del agua no supere los 60 m/h y un caudal de 60 m<sup>3</sup>/h por m<sup>2</sup> de superficie filtrante, aplicando la siguiente fórmula:

$$S = \frac{Q}{v} = \frac{52,443 \text{ m}^3/\text{h}}{60 \text{ m/h}} = 0,87 \text{ m}^2$$

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 0,87 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 debe ser:

$$S = \frac{0,87 \text{ m}^2}{2} = 0,44 \text{ m}^2$$

El diámetro de los filtros se determina mediante la siguiente fórmula:

$$D = \sqrt{(4 \cdot S)/\pi} = \sqrt{(4 \cdot 0,44)/\pi} = 0,56 \text{ m}$$

Donde:

- D: diámetro del filtro de arena, en m
- S: superficie filtrante, en m<sup>2</sup>

Se instalarán dos filtros en paralelo de 0,56 m de diámetro, con un espesor de la capa de arena de, al menos, 45 cm.

Cuando el filtro está limpio las pérdidas de carga no deben ser superiores a 3 m.c.a., pero va aumentando según se va ensuciando el filtro. La limpieza debe realizarse cuando las pérdidas de carga sean de unos 2 m.c.a. con respecto a las condiciones de limpieza del cabezal. Para determinar el momento en el que es necesaria la limpieza se instalarán dos tomas de manómetro de conexión rápida, una a la entrada y otra a la salida de cada filtro, con el fin de determinar las presiones con el mismo manómetro y evitar posibles desajustes del instrumento.

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, de forma extraordinaria, al final de la campaña, empleando cloro para evitar la proliferación de microorganismos.

#### 2.4.2. Filtro de malla

El filtrado en este tipo de dispositivos se realiza mediante una serie de mallas concéntricas fabricadas de material no corrosivo (acero o plástico). El agua proveniente de la tubería penetra en el interior del cilindro de malla filtrándose a través de sus paredes, pasando a la periferia del filtro y saliendo por la tubería del colector. Las partículas filtradas quedan retenidas en el interior del cartucho de malla.

Este tipo de filtros se colmatan con mucha rapidez en caso de aguas contaminadas, por lo que deben ser instalados a continuación del filtro de arena para que éste retenga la mayor parte de las partículas.

Los filtros de malla de la instalación en proyecto van a ser de 4" (100 mm) y van a tener las siguientes características:

- Caudal nominal: 80 m<sup>3</sup>/h (el caudal máximo a filtrar es de 52,44 m<sup>3</sup>/h)
- Superficie filtrante: 0,144 m<sup>2</sup>

La superficie de la malla se calcula en función del caudal a filtrar, incrementando en un 20 % en concepto de margen de seguridad. La velocidad del agua recomendada en el interior del filtro es de 1.440 m/h (0,4 m/s) y para este caso, el caudal por cada m<sup>2</sup> de área de filtro es de 446 m<sup>3</sup>/h (según Pizarro). De modo que, la superficie filtrante de los filtros de malla será la siguiente:

$$\text{Superficie filtrante} = \frac{52,44 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 1,2}{446 \text{ m}^3/\text{h}} = 0,141 \text{ m}^2$$

La superficie filtrante de los filtros de malla debe ser de al menos 0,12 m<sup>2</sup>.

- Tamaño de los orificios (número de mesh): La calidad del filtrado depende de la apertura de la malla.

El tamaño de los orificios de la malla de acero debe ser aproximadamente la séptima parte del diámetro de paso del gotero. De modo que:

$$\text{Tamaño orificios} = \frac{1}{7} \cdot 1,41 = 201,4 \text{ micras} = 65 \text{ mesh}$$

- Pérdida de carga: Cuando los filtros de malla están limpios la pérdida de carga es del orden de 1-3 mca. A medida que se van colmatando, la pérdida de carga puede aumentar hasta los 6 mca.
- Limpieza: La limpieza se va a realizar cuando la pérdida de carga en los filtros sea de 5 mca. La operación de limpieza se realiza de forma manual sacando el filtro y lavándolo con agua a presión.

### 2.4.3. Equipo de fertirrigación

Los abonos líquidos necesarios para fertilizar los manzanos se vierten en un depósito de polietileno, resistente a la corrosión, de paredes lisas y fácilmente limpiable. En su interior, el depósito tiene un agitador con turbina para obtener una disolución homogénea y evitar precipitados en el fondo.

Las dimensiones del depósito dependen de la cantidad máxima de fertilizantes a aportar (ver Anejo 4. Ingeniería del proceso productivo). Se van a instalar 4 depósitos de 1.000 litros de capacidad de polietileno de alta densidad.

Por otra parte, una bomba dosificadora va a aspirar el abono del depósito e inyectarlo en la red de distribución.

Teniendo en cuenta que, las dosis de fertilizantes pasan de ser mínimas en los primeros años del cultivo de manzano a ser relativamente altas a partir del quinto año, se debe elegir una bomba dosificadora que trabaje con un rango de caudales que se ajuste a dichas necesidades.

La tasa de inyección se determina con la siguiente expresión:

$$Q = \frac{K}{td_{diario} \cdot 0,8}$$

Donde:

- Q: Caudal inyectado (L/h)
- K: Cantidad de abono a aportar (L)
- td diario: Tiempo de riego diario (h)

Tras la inyección de los abonos, es necesario dejar circular el agua un tiempo para expulsar el fertilizante del sistema de riego y evitar precipitaciones en el interior de las tuberías y goteros. Por ello, se considera una relación entre el tiempo de abonado y tiempo de riego de 0,8.

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$Q_{año\ 3\ min} = \frac{(0,99 + 1,87 + 0,82)}{1,68 \cdot 0,8} = 2,74\ L/h$$

$$Q_{año\ 7\ max} = \frac{(13,29 + 80,17 + 41,28)}{11,24 \cdot 0,8} = 14,98\ L/h$$

El dosificador deberá trabajar en un intervalo de caudales de 2,74 a 14,98 L/h. En consecuencia, se elige una bomba dosificadora electromagnética de membrana con una tasa de inyección de 1,8 a 20 L/h.

La bomba inyectora es accionada por un motor de baja potencia, 2 CV, alimentado por una corriente monofásica de 230 V. Su regulación es manual a través de un potenciómetro y la presión máxima de trabajo es de 10 bar. La puesta en marcha y parada del sistema inyector se regula desde el programador de riego.

La tubería que conecta el tanque fertilizante con la bomba dosificadora y las tuberías de impulsión será de PE-32, diámetro nominal 12 mm y presión nominal 0,5. Su longitud será de 3,5 m.

#### **2.4.4. Dispositivos de control**

En el cabezal de riego de la instalación en proyecto se van a instalar los siguientes dispositivos de control.

##### **2.4.4.1. Válvulas**

Al principio y final del cabezal se van a colocar 2 válvulas de compuerta (múltiples vueltas), con el fin de establecer puntos de corte del paso del agua en caso de avería.

En las tuberías de retrolavado e inyección de fertilizantes se va a colocar una válvula de bola (1/4 de vuelta) para apertura o cierre total de cada tramo.

##### **2.4.4.2. Ventosas**

Hay que colocar purgadores para eliminar las pequeñas burbujas de aire sobre las válvulas de compuerta, a la salida del grupo de bombeo y al comienzo de las tuberías de conducción, y en los filtros de arena, malla y el depósito de fertilizantes.

##### **2.4.4.3. Manómetros**

En la tubería de entrada y en la de salida de cada filtro va a haber una toma para medir la presión con un manómetro con pincho y determinar el momento de realizar la limpieza de los filtros.

#### **2.4.5. Automatización del sistema de riego**

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

El programador debe reunir las siguientes características:

- Debe controlar el arranque y la parada del grupo de impulsión.
- Control de las electroválvulas en función del caudal suministrado.
- Control volumétrico de la fertilización. Accionará las válvulas del depósito y controlará el tiempo de abonado, que no debe superar el 80 % del tiempo de riego.
- Control de presiones máxima y mínima en el cabezal de riego.

- Existencia de memoria en caso de cortes de corriente.

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.

## 2.5. Dimensionamiento de la instalación de bombeo

### 2.5.1. Tubería de aspiración

El diseño de la tubería de aspiración se diseña teniendo en cuenta el caso más desfavorable. La longitud de la tubería de aspiración es de 15 metros.

La tubería de aspiración va a ser de PCV, con un diámetro nominal de 110 mm y presión nominal de 0,63 MPa.

Las pérdidas de carga en el tramo que va desde el canal de Castilla al grupo de bombeo se calculan de acuerdo con la siguiente expresión:

$$H = J \cdot L \cdot 1,05$$

Donde:

- H: pérdida de carga en la tubería de aspiración
- J: gradiente de pérdida de carga de la tubería de aspiración (0,05150359)
- L: longitud de la tubería
- 1,05: pérdida de carga singular en la tubería de aspiración

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$H = 0,05150359 \cdot 15 \cdot 1,05 = 0,82 \text{ m. c. a.}$$

La pérdida de carga en la tubería de aspiración es de 0,82 m.c.a.

### 2.5.2. Cálculo de las necesidades de la bomba

#### 2.5.2.1. Altura manométrica

La presión a la salida del cabezal de riego es la suma de las pérdidas de carga máxima de las tuberías principales y terciarias. Estas son:

- **Tubería primaria:** 1,1639 m.c.a.
- **Tubería terciaria:** 4,5936 m.c.a.
- **Presión nominal tubería portagoteros:** 30 m.c.a.

Por lo que la presión a la salida del cabezal de riego debe ser de 35,76 m.c.a. A esta presión se deben sumar las pérdidas de carga producidas en el cabezal de riego, que se detallan a continuación:

- **Filtros de arena:** 2 m.c.a.
- **Filtro de malla:** 3 m.c.a.
- **Contador:** 2 m.c.a.
- **Válvulas:** 3 m.c.a.
- **Inyector de fertilizante:** 5 m.c.a.
- **Tubería de aspiración:** 0,82 m.c.a.
- **Elementos singulares:** 10% de lo anterior: 1,5 m.c.a.

La toma de agua se encuentra enterrada a 1,2 m de profundidad respecto a la bomba, por lo que es necesario impulsar el agua a una cota superior.

La altura manométrica total necesaria se obtiene como la suma de las pérdidas de carga anteriores, la presión necesaria a la salida del cabezal y la diferencia de cotas, dando como resultado 54,3 m.c.a.

#### 2.5.2.2. Potencia necesaria

La potencia teórica de la bomba se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$P = \frac{Q \cdot H}{75 \cdot \eta \cdot \eta_M}$$

Dónde:

- **Q:** caudal que debe impulsar la bomba (L/s)
- **H:** altura manométrica de impulsión (m.c.a.)
- **$\eta$ :** rendimiento característico de la bomba
- **$\eta_M$ :** rendimiento característico de la bomba

Aplicando los valores correspondientes a la fórmula anterior se obtiene que:

$$P = \frac{Q \cdot H}{75 \cdot \eta} = \frac{14,56 \cdot 54,3}{75 \cdot 0,9 \cdot 0,88} = 13,18 \text{ CV} = 9,83 \text{ kW}$$

#### 2.5.3. Descripción de la bomba

Se va a instalar una bomba eléctrica horizontal de 20 CV (15 kW), con una altura de elevación máxima de 57 m.c.a., y un caudal nominal de 54 m<sup>3</sup>/h.

#### 2.6. Valvulería y accesorios

Detrás de la bomba se situará una ventosa, que será trifuncional.

Se colocará una válvula de retención después de la bomba, siguiendo a la ventosa y a la toma rápida de manómetro, para impedir el retorno del agua.

Se colocarán válvulas de compuerta al principio y al final del cabezal, así como válvulas de mariposa en el equipo de fertirrigación con el fin de poder cerrar manualmente en caso de averías.

La toma rápida de presión y el manómetro se situarán detrás de la bomba, después de la ventosa y la válvula de retención.

A la salida del cabezal de riego se instalará un contador de tipo Woltman, con emisor de impulsos para la automatización por volúmenes de la instalación y cuantificación de caudales máximos, medios 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

- 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 sobrecargas.
- 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): Aparatos 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: Aparatos 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 análogas para la protección contra sobrecargas.
- 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

los 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 iluminación

Las dimensiones del recinto a iluminar son de 5 x 7 metros.

#### 3.3.1. Iluminación natural

La superficie necesaria en ventanas para conseguir cubrir las necesidades de iluminación natural del edificio se determina de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$Sv = \frac{E}{Ee} \cdot \frac{S}{r \cdot R \cdot f}$$

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, 0,70
- **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 120 lux (Norma DIN 5035). La superficie de la dependencia a iluminar es de 35 m<sup>2</sup>.

Por lo que, la superficie de la ventana será la siguiente:

$$Sv = \frac{120}{5.000} \cdot \frac{35}{0,6 \cdot 0,70 \cdot 0,5} = 4,0 \text{ m}^2$$

La superficie en ventanas de la caseta de riego en proyecto debe ser de al menos 4 m<sup>2</sup>. Este valor incluye la superficie de lunas y la parte metálica de las ventanas (hojas, herrajes...).

Por ello, se decide instalar dos ventanas de 2,0 x 1,0 metros en la caseta de riego.

#### 3.3.2. Iluminación artificial

Las necesidades de iluminación artificial se van a calcular en los siguientes pasos:

### 3.3.2.1. Índice local (IL)

La influencia que tiene las dimensiones del local sobre el rendimiento de las luminarias viene dada por la siguiente expresión (válida para luminarias de emisión de flujo directas):

$$IL = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a \cdot b)}$$

Donde:

- **IL**: Índice local
- **a**: Longitud
- **b**: Luz
- **h**: Distancia entre el plano de trabajo

La altura del edificio varía de 2,5 m (altura a alero) a 2,8 m (altura a cumbre). Las luminarias se van a colocar colgadas del techo a una altura de 2,5 m.

Por lo que, el índice local es el siguiente:

$$IL = \frac{7 \cdot 5}{(2,20 - 0,70) \cdot (7 \cdot 5)} = 0,66$$

### 3.3.2.2. Rendimiento de la iluminación

El rendimiento de la iluminación ( $n$ ) depende de los siguientes factores:

#### a) Rendimiento de iluminación del local ( $n_R$ )

El rendimiento de iluminación del local ( $n_R$ ) depende del índice del local (0,66) 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 (ladrillo claro): 0,4
- Suelo (hormigón claro): 0,3

En la Figura 1. se muestra como se ha obtenido el valor del rendimiento de iluminación del local.

	Muy dirigida 1	Intensiva 2	Extensiva 3	Difusa 4										
<b>A</b> Directa														
<b>B</b> Predominante-mente directa	Techo	$Q_1$	0,8				0,5			0,8		0,5	0,3	
	Pared	$Q_2$	0,8	0,5	0,3	0,5	0,3	0,8	0,5	0,3	0,5	0,3	0,3	
	Luminaria	Suelo	$Q_3$			0,3							0,1	
<b>C</b> Uniforme		Indice del local K												
		A 3	0,6	0,51	0,23	0,17	0,24	0,16	0,48	0,23	0,18	0,22	0,16	0,16
		0,8	0,65	0,36	0,22	0,36	0,28	0,61	0,34	0,28	0,34	0,28	0,28	0,26
		1	0,76	0,47	0,3	0,45	0,37	0,70	0,44	0,37	0,42	0,36	0,35	0,35
		1,25	0,87	0,57	0,48	0,54	0,46	0,80	0,55	0,47	0,52	0,45	0,44	0,44
		1,5	0,95	0,66	0,56	0,62	0,55	0,86	0,64	0,55	0,60	0,53	0,52	0,52
		2	1,05	0,79	0,69	0,75	0,67	0,94	0,75	0,68	0,72	0,66	0,64	0,64
2,5	1,11	0,88	0,79	0,83	0,76	0,99	0,82	0,76	0,79	0,74	0,72	0,72		
<b>D</b> Predominante-mente indirecta		3	1,15	0,94	0,86	0,89	0,82	1,02	0,87	0,81	0,83	0,78	0,77	
		4	1,20	1,03	0,95	0,95	0,89	1,04	0,93	0,88	0,89	0,85	0,84	
		5	1,23	1,09	1,01	1,00	0,94	1,05	0,96	0,92	0,92	0,88	0,88	
<b>E</b> Indirecta														

Figura 1. Factores de los que depende el rendimiento del índice local de iluminación

En consecuencia,  $n_R$ , valor tubulado, es igual a 0,24.

**b) Rendimiento de iluminación de la luminaria ( $n_L$ )**

El rendimiento de iluminación de la luminaria ( $n_L$ ) 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 ( $n_L$ ) es de 0,85.

En consecuencia, el rendimiento de iluminación del local ( $n$ ) se determina utilizando la siguiente expresión:

$$n = n_R \cdot n_L = 0,24 \cdot 0,85 = 0,20$$

El rendimiento de la iluminación es de 0,20.

**3.3.2.3. Flujo luminoso necesario (F)**

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:

$$F = \frac{E \cdot S}{n \cdot f}$$

Donde:

- **F**: Flujo luminoso necesario (lm)
- **E**: Intensidad lumínica necesaria en el local
- **S**: Superficie a iluminar

- **n**: Rendimiento de la iluminación
- **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.

Por lo tanto, el flujo luminoso total es el siguiente:

$$F = \frac{E \cdot S}{n \cdot f} = \frac{120 \cdot 35}{0,20 \cdot 0,80} = 26.250 \text{ lm}$$

#### 3.3.2.4. 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:

$$N = \frac{F}{3.500} = \frac{26.250}{3.500} = 6$$

En la caseta de riego en proyecto se van a colocar 6 pantallas fluorescentes de 2 x 18 W.

#### 3.3.2.5. 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:

$$h' = \frac{4}{5} \cdot h = \frac{4}{5} \cdot (2,20 - 0,70) = 1,2 \text{ m}$$

Donde:

- **h'**: Altura óptima de las luminarias (m)
- **h**: Distancia entre el plano de trabajo y el plano horizontal de la luminarias (m)

Las luminarias son de distribución extensiva (ángulo de abertura muy abierto) por lo que la distancia entre luminarias debe ser la siguiente:

$$d \leq 1,6 \cdot h' = 1,6 \cdot 1,2 = 1,92 \text{ m}$$

Para que la iluminación del local sea uniforme, la distancia entre dos puntos de luz consecutivos va a ser de 1,92 m, la cual se va a redondear a 2,00 m para facilitar las operaciones constructivas.

En consecuencia, para la iluminación de la caseta en proyecto se van a colocar 2 filas de lámparas separas 2 m entre sí y 1 m de los muros de cerramiento. Cada fila tendrá 3 luminarias.

### 3.3.3. Necesidades de potencia para la iluminación

La potencia necesaria para satisfacer las necesidades de alumbrado es la siguiente:

$$Potencia\ iluminación = 6\ lámparas \cdot (2 \cdot 18W) = 216\ W$$

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 90 W de potencia y protección IP 66.

### 3.3.4. Necesidades de potencia para fuerza

La instalación de fuerza estará destinada al motor de riego.

La bomba de riego tiene una potencia de 15 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.

### 3.3.5. Potencia total

La potencia total requerida por los circuitos de fuerza se calcula mediante la siguiente fórmula, para la cual se considera un coeficiente de simultaneidad para los enchufes de 0,7.

$$P_{fuerza} = 15.000 + 184 + 50 + 2 \cdot 2.500 \cdot 0,7 = 18.734\ W$$

Se considera un rendimiento del conjunto de la instalación de fuerza del 90%, por lo que la potencia consumida será la siguiente:

$$P_{fuerza\ corregida} = 18.734\ W / 0,9 = 20.815\ W$$

Para calcular las necesidades totales de potencia de la instalación, hay que tener en cuenta la potencia de la instalación del alumbrado.

$$P_{total} = 20.815 + 216 + 8 + 90 = 21.129\ W$$

La potencia total aparente se calcula como la potencia total entre el factor de potencia de la instalación. Este último se define como la suma cartesiana del factor de potencia del circuito eléctrico de la bomba (0,85), del circuito de fuerza (0,85) y del circuito de alumbrado (0,85). Por ello, el factor de potencia de la instalación es de 0,85.

$$P_{aparente} = \frac{21.129}{\cos \varphi} = \frac{21.129}{0,85} = 24,86\ kVA$$

La potencia total aparente es de 24,86 kVA.

## 3.4. Componentes de la instalación eléctrica

Los componentes de la instalación eléctrica del presente proyecto son los siguientes:

### 3.4.1. Acometida

La acometida parte de la red de distribución perteneciente a la red pública y alimenta al Cuadro General de Protección (CGP).

### 3.4.2. Instalación de enlace

La instalación de enlace une la red de distribución de energía eléctrica con la instalación interior. En la instalación de enlace se distinguen las siguientes partes:

- a) CGP+M: Cuadro General de Protección (CGP) + Contador (M)

La instalación de enlace es para un solo usuario, de modo que el Cuadro General de Protección (CGP) y el equipo de media (M) se van a instalar en el mismo lugar, careciendo, por tanto, de línea general de alimentación.

El CGP y el M se ubicarán sobre la fachada exterior del edificio a 1 m del suelo. Los elementos de protección instalados en el CGP son fusibles cortacircuitos.

- b) Derivación individual:

La derivación individual es la parte de la instalación eléctrica que parte del equipo de medida y suministra energía al usuario.

- c) ICP+MP: Interruptor de Control de Potencia (ICP) y Dispositivos Generales de Mando y Protección (MP)

Los Dispositivos Generales de Mando y Protección (MP) se van a instalar en el punto de entrada de la derivación individual en una caja independiente junto con el Interruptor de Control de Potencia (ICP).

Los MP serán los siguientes:

- 1 interruptor automático general (IAG) de corte omnipolar con elementos de protección contra sobre cargas y cortocircuitos.
- 1 interruptor diferencial general (ID) para la protección contra contactos indirectos.
- 4 dispositivos de corte omnipolar destinados a la protección contra sobre cargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la caseta.

### 3.4.3. Instalación interior

La instalación se va a subdividir en varios circuitos de forma que las perturbaciones originadas por averías que pueden producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les proceden.

En la instalación interior va a haber 4 derivaciones o circuitos independientes:

- C1: Circuito destinado a alimentar los puntos de iluminación interior y exterior.
- C2: Circuito para las tomas de corriente.
- C3: Línea de fuerza para el motor de riego.
- C4: Línea para el control de las electroválvulas y el inyector de fertilizantes.

### 3.5. Cálculo de la instalación

A continuación, se van a evaluar los diferentes circuitos eléctricos de la instalación.

#### 3.5.1. Intensidad real

En circuitos de corriente monofásica la intensidad se determina con la siguiente ecuación:

$$I_{real} = \frac{P_M}{\cos \varphi \cdot V}$$

Donde:

- **I real:** Intensidad real (A)
- **P<sub>M</sub>:** Potencia necesaria mayorada (W)
- **cos φ:** factor de línea o de circuito, 0,85
- **V:** Tensión de la línea, 230 V

La tensión nominal utilizada en las distribuciones de corriente alterna será de 230V entre fase y neutro.

A continuación, se muestran los resultados al aplicar la fórmula en cada circuito:

#### C1: Iluminación

Para los receptores con lámparas, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas (ITC-BT-44).

$$I_{C1} = \frac{(216 + 8 + 90) \cdot 1,8}{0,85 \cdot 230} = 2,89 A$$

#### C2: Circuito para las tomas de corriente

En la caseta de riego se van a instalar 5 tomas de corriente de 16 A 2p+T (2 puntos + toma de tierra).

#### C3: Circuito de fuerza para el motor de riego

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125% de la intensidad a plena carga del motor (ITC-BT-47).

Dado que es un circuito de corriente trifásica, la intensidad se determina mediante la siguiente ecuación:

$$I_{C3} = \frac{15.000 \cdot 1,25}{\sqrt{3} \cdot 0,85 \cdot 400} = 31,84 A$$

#### C4: Línea para el control de las electroválvulas y fertirrigación

La intensidad de corriente se calcula a continuación:

$$I_{C4} = \frac{(400 + 1.600)}{0,85 \cdot 230} = 10,23 A$$

### 3.5.2. Intensidad de diseño

La intensidad de diseño queda definida mediante la siguiente ecuación:

$$I_{diseño} = \frac{I_{real}}{\text{coeficiente de corrección}}$$

Los factores de corrección de la intensidad máxima admisible (normas UNE) son los siguientes:

#### Factor de corrección por temperatura

En la Tabla 15. se muestran los factores de corrección por temperatura de la intensidad máxima admisible.

Tabla 15. Factores de corrección por temperatura de la intensidad máxima admisible (normas UNE)

Tipo de aislamiento	Temperatura															
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	
PVC	1,40	1,34	1,29	1,22	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,70	0,57	-	-	-	-	
XLPE	1,26	1,23	1,19	1,14	1,10	1,05	1,00	0,96	0,90	0,83	0,78	0,71	0,64	0,55	0,45	

Los cables de los circuitos 1,2 y 4 van a estar recubiertos por PVC, mientras que los cables del C3 van a tener una cubierta exterior de XLPE.

Para ambos materiales y una temperatura de 40°C, el factor de corrección es igual a 1.

#### Factor de reducción para agrupamiento de varios circuitos o de varios cables multiconductores

El método de disposición de los cables contiguos va a ser en una única capa sobre la pared sin empotrar. Para este tipo de disposición, en la Tabla 16. se muestra los factores de reducción para agrupamiento de varios circuitos o de varios cables multiconductores.

Tabla 16. Factores de reducción para el agrupamiento de varios circuitos o de varios cables multiconductores

Disposición cables contiguos	Número de circuitos o cables multiconductores										Sin reducción adicional para más de 9 circuitos o cables multiconductores
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Capa única sobre pared, suelo o superficie sin empotrar	1,00	0,85	0,80	0,75	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	

En la instalación eléctrica van a estar en la misma bandeja los circuitos 1,2 y 4. En este caso, el factor de reducción será igual a 0,80.

Por otro lado, el circuito 3 se va a instalar en una bandeja independiente, de modo que, el factor de reducción será igual a 1,00.

En consecuencia, la intensidad de diseño en cada circuito va a ser la siguiente:

$$I_{diseño\ C1} = \frac{I_{C1}}{1 \cdot 0,80} = \frac{2,89}{1 \cdot 0,80} = 3,61\ A$$

$$I_{diseño\ C2} = \frac{I_{C2}}{1 \cdot 0,80} = \frac{16,00}{1 \cdot 0,80} = 20,00\ A$$

$$I_{diseño\ C3} = \frac{I_{C3}}{1 \cdot 1} = \frac{31,84}{1 \cdot 1} = 31,84\ A$$

$$I_{diseño\ C4} = \frac{I_{C4}}{1 \cdot 0,80} = \frac{10,23}{1 \cdot 0,80} = 12,79\ A$$

### 3.5.3. Sección del cable

La sección de los cables se va a obtener a partir de la Figura 2; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** en función del tipo de instalación de los cables, el tipo de aislamiento, el número de conductores y la intensidad máxima admisible, según la Norma UNE 60364 5 -52:2014.

		Número de conductores cargados y tipos de aislamiento																		
		PVC 3	PVC 2				XLPE 3	XLPE 2												
A1	Conductores aislados en un conductor en una pared térmicamente aislante																			
A2	Cable multic conductor en un conductor en una pared térmicamente aislante																			
B1	Conductores aislados en un conductor sobre una pared de madera o intemperada																			
B2	Cable multic conductor en un conductor sobre una pared de madera o intemperada																			
C	Cables suspendidos o multidropados sobre una pared de madera o intemperada																			
E	Cables multic conductor al aire libre. Distancia al muro no inferior a 0,3 metros. Distancia del cable																			
F	Cables suspendidos en contacto al aire libre. Distancia al muro no inferior al diámetro del cable																			
		1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13
	Sección mm <sup>2</sup>																			
	Cobre																			
1,5	11	11,5	12,5	13,5	14	14,5	15,5	16	16,5	17	17,5	19	20	20	20	20	21	23	-	-
2,5	15	15,5	17	18	19	20	20	21	22	23	24	26	27	26	28	30	32	-	-	-
4	20	20	22	24	25	26	28	29	30	31	32	34	36	36	38	40	44	-	-	-
6	25	26	29	31	32	34	36	37	39	40	41	44	46	46	49	52	57	-	-	-
10	33	36	40	43	45	46	49	52	54	54	57	60	63	65	68	72	78	-	-	-
16	45	48	53	59	61	63	66	69	72	73	77	81	85	87	91	97	104	-	-	-
25	59	63	69	77	80	82	86	87	91	95	100	103	108	110	115	122	135	146	-	-
35	-	-	-	95	100	101	106	109	114	119	124	127	133	137	143	153	168	182	-	-
50	-	-	-	116	121	122	128	133	139	145	151	155	162	167	174	188	204	220	-	-
70	-	-	-	148	155	155	162	170	178	185	193	199	208	214	223	243	262	282	-	-
95	-	-	-	180	188	187	196	207	216	224	234	241	252	259	271	298	320	343	-	-
120	-	-	-	207	217	216	226	240	251	260	272	280	293	301	314	350	373	397	-	-
150	-	-	-	-	-	247	259	276	289	299	313	322	337	343	359	401	430	458	-	-
185	-	-	-	-	-	281	294	314	329	341	356	368	385	391	409	460	493	523	-	-
240	-	-	-	-	-	330	345	368	385	401	419	435	455	468	489	545	583	617	-	-

Figura 2. Intensidades máximas admisibles para cables con conductores de cobre a una temperatura ambiente de 40 °C según norma UNE 60364 5 -52:2014

De acuerdo con las columnas 10a y 11 de intensidades máximas admisibles para cables unipolares con conductores de cobre sobre bandejas perforadas (modo de instalación tipo F) en la Tabla 17. se muestra la sección de los cables de cada circuito de la instalación eléctrica en proyecto.

Tabla 17. Sección de los cables de los circuitos de la instalación eléctrica en proyecto, en función de la intensidad de diseño y la intensidad máxima admisible.

Circuito	Intensidad de diseño (A)	Intensidad máxima admisible (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )
C1: Iluminación	3,6	20,0	1,5
C2: Tomas de corriente	20,0	26,0	2,5
C3: Línea de fuerza	31,9	40,0	4,0
C4: Electroválvulas	12,8	20,0	1,5

Por otra parte, los conductores de protección van a tener una sección mínima, en función de la sección de los conductores de fase y puesto que están constituidos por el mismo metal, igual a:

- Sección conductores activos (S) ≤ 16 mm<sup>2</sup>...Sección cond. Protección (S') = S
- 16 < S ≤ 35.....S'=16
- S > 35 .....S' = S/2

Puesto que la sección de las líneas de los circuitos es inferior a 16 mm<sup>2</sup>, la sección de los cables de protección será la misma que la de los cables de fase.

### 3.5.4. Caída de tensión

En corriente monofásica, la caída de tensión se va a calcular a partir de la siguiente ecuación:

$$e = \frac{2 \cdot longitud \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot S}$$

Donde:

- e: Caída de tensión (V)
- long: Longitud (m)
- I: Intensidad (A)
- cosφ: factor de línea o de circuito
- S: Sección (mm<sup>2</sup>)
- γ: Conductividad del cobre a 70°C (PVC), 47,6 m/Ωmm<sup>2</sup>

Mientras que, en corriente trifásica la caída de tensión se calcula del siguiente modo:

$$e = \frac{\sqrt{3} \cdot longitud \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot S}$$

donde:

- e: Caída de tensión (V)

- long: Longitud (m)
- I: Intensidad (A)
- $\cos\phi$ : factor de línea o de circuito
- S: Sección (mm<sup>2</sup>)
- $\gamma$ : Conductividad del cobre a 90°C (XLPE), 44 m/Ωmm<sup>2</sup>

Por último, se va a comprobar si la caída de tensión para los cables es admisible.

Para ello, la sección de los conductores activos (fase y neutro) se debe determinar considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente, de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier otro punto de utilización sea menor del 3% para alumbrado y del 5% para los demás usos.

En la Tabla 18. se presenta la caída de tensión de los cables de la instalación eléctrica de la caseta de riego en proyecto.

Tabla 18. Caída de tensión en los cables de la instalación interior de la caseta en proyecto

Circuito	Intensidad máxima admisible (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Longitud (m)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
C1: Iluminación	20,0	1,5	20,0	9,5	4,1 > 3
C2: Tomas de corriente	26,0	2,5	12,0	4,5	2,0 < 5
C3: Línea de fuerza	40,0	4,0	6,0	2,0	0,5 < 5
C4: Electroválvulas	20,0	1,5	7,0	3,3	1,4 < 5

Por consiguiente, el cable dimensionado para el circuito de iluminación debe tener una sección mínima de 2,5 mm<sup>2</sup> (caída de tensión del 2,5%) para que todos los cables sean admisibles para la instalación interior de la caseta de riego en proyecto.

El tipo de cable que se va a emplear en la instalación interior fija para los circuitos 1, 2 y 4 es el siguiente:

H07 VV-K 2G 2,5

donde:

- H: Cables según normas armonizadas
- 07: tensión nominal 450/750 V
- V: Aislamiento y/o cubierta de PVC
- K: Forma del conductor. Flexible de un conductor (clase 5)
- N°: Número de conductores aislados
- G: conductor de protección
- N°: Sección nominal del conductor, 2,5 mm<sup>2</sup>

El tipo de cable trifásico que se va a utilizar para la línea de fuerza es el siguiente:

RV-K 0,6/1kV 2x4

Donde:

- R: Aislamiento de polietileno reticulado (XLPE)
- V: Cubierta de separación de policloruro de vinilo (PVC)
- 0,6/1kV: Tensión nominal asignada del cable
- N°x: Número de conductores aislados, seguido del signo "x"
- N°: Sección nominal del conductor, 4 mm<sup>2</sup>

Los conductores van a estar aislados en bandejas o soportes de bandejas (UNE-EN 61537).

La sección de la bandeja se va a determinar a partir de la siguiente ecuación:

$$S_c = \frac{K \cdot (100 + R)}{100} \cdot \sum A$$

Donde:

- SC: Sección de la canaleta (mm<sup>2</sup>)
- K: coeficiente igual a 1,2 para cables pequeños y 1,4 para cables de fuerza
- R: Espacio de reserva para posibles cables, 30%
- A=π\*r<sup>2</sup> Secciones de los tubos a utilizar (según catálogo)

Aplicando la fórmula se obtiene lo siguiente:

Bandeja para los circuitos de alumbrado, enchufes y electroválvulas

$$S_c = \frac{1,2 \cdot (100 + 30)}{100} \cdot (3 \cdot (\pi \cdot 6,2^2)) = 565 \text{ mm}^2$$

La bandeja para los circuitos 1, 2 y 4 tendrá una sección mínima de 565 mm<sup>2</sup>.

Bandeja para el circuito de fuerza

$$S_c = \frac{1,4 \cdot (100 + 30)}{100} \cdot (\pi \cdot 9,5^2) = 516 \text{ mm}^2$$

La bandeja para el circuito 3 tendrá una sección mínima de 516 mm<sup>2</sup>.

Tras consultar en varios catálogos, las bandejas que mejor se adaptan a las condiciones del proyecto tendrán unas dimensiones de 15x50 mm y serán de chapa de acero galvanizado.

Por último, en la Figura 3. se muestra el esquema unifilar de la instalación interior de la caseta en proyecto.

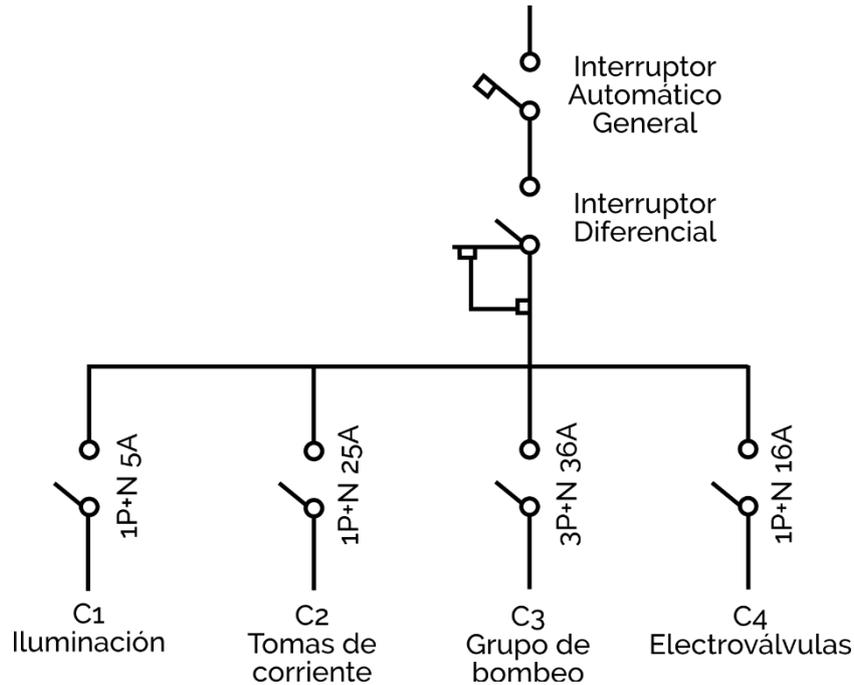


Figura 3. Intensidades máximas admisibles para cables con conductores de cobre a una temperatura ambiente de 40 °C según norma UNE 60364 5 -52:2014

### 3.5.5. Derivación individual y acometida

Para la derivación individual y acometida se va a utilizar el mismo cable porque la derivación individual tiene una longitud muy pequeña y no merece la pena cambiar de sección.

El dimensionamiento del cable se va a realizar en los siguientes pasos:

#### 3.5.5.1. Intensidad real

En circuitos de corriente trifásica la intensidad se determina con la siguiente ecuación:

$$I = \frac{P_M}{\sqrt{3} \cdot \cos \varphi \cdot V}$$

Donde:

- I real: Intensidad real (A)
- PM: Potencia necesaria mayorada (W)
- $\cos\varphi$ : factor de línea o de circuito, 0,85
- V: Tensión de la línea, 400 V

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$I = \frac{24.860 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 0,85 \cdot 400 \text{ V}} = 42,21 \text{ A}$$

La intensidad de corriente circulante por la acometida será de 42,21 A.

### 3.5.5.2. Sección

En corriente trifásica para el cálculo de la sección de los cables se debe utilizar la siguiente expresión:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot \text{long} \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot e}$$

Donde:

- S: Sección (mm<sup>2</sup>)
- e: Caída de tensión admisible del 1%, 4V
- long: Longitud: 40 m
- I: Intensidad
- cosφ: factor de línea o de circuito, 0,85
- γ: Conductividad del aluminio a 90°C (XLPE), 27,3 m/Ωmm<sup>2</sup>

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot 40 \cdot 42,21 \cdot 0,85}{27,3 \cdot 4} = 22,76 \text{ mm}^2$$

La sección del cable mínima de la derivación individual y la acometida será de 25 mm<sup>2</sup>.

En redes subterráneas para distribución en baja tensión se va a utilizar el siguiente tipo de cable eléctrico (ITC-BT-06):

RZ 0,6/1 kV 2x25 Al

Donde:

- R: Aislamiento XLPE
- Z: Cableado de los conductores en hélice visible
- Tensión: 0,6/1 kV
- N°: Número de conductores, 2
- Sección: 25 mm<sup>2</sup>
- Al: Naturaleza del material conductor, aluminio

El cable irá en tubos de plástico rojo de 50 mm de diámetro. Las dimensiones de la zanja donde irá alojado el tubo serán de 0,80 m de profundidad y 0,20 m de anchura. Los cables se dispondrán sobre un lecho de arena de 5 cm de espesor y serán enterrados con la tierra extraída. Se colocarán 2 arquetas, una cada 20 m.

### 3.5.6. Toma de tierra

En el cuadro de distribución de la caseta de riego se va a establecer una puesta a tierra (TT).

El número de picas necesarias para una instalación de puesta a tierra adecuada, en un edificio, se determina en la Tabla 19. Toma a tierra de edificios (norma IEP-5), a

partir de la naturaleza del terreno y de la longitud en planta, de la conducción enterrada, en m, fijada en el diseño (norma IEP-5).

Tabla 19. Toma a tierra de edificios (norma IEP-5)

Terrenos orgánicos, arcillas y margas		Arenas arcillosas y graveras, rocas sedimentarias y metamórficas		Calizas agrietadas y rocas eruptivas		Grava y arena silícea		Nº de picas de longitud (2 metros)
sin pararrayos	con pararrayos	sin pararrayos	con pararrayos	sin pararrayos	con pararrayos	sin pararrayos	con pararrayos	
25	34	28	67	54	134	162	400	0
^	30	25	63	50	130	158	396	1
	26	^	59	46	126	154	392	2
	^		55	42	122	150	388	3
			51	38	118	146	384	4
			47	34	114	142	380	5
			43	30	110	138	376	6
			39	^	106	134	372	7
			35		105	130	368	8
			^		98	126	364	9
					94	122	360	10
					74	102	340	15
					^	82	320	20
						^	280	30
							240	40
							200	50
							^	

^ aumentar la longitud de los conductores enterrados del anillo.

Σ L = longitud en planta de la conducción enterrada, en m

En terreno franco-arenoso y para una longitud de anillo de 24 m (perímetro de la caseta) será necesario colocar una pica.

La pica será de acero cobrizado de 14 mm de diámetro y 2 m de largo. La línea de enlace con tierra (anillo) estará formada por un cable de sección 35 mm<sup>2</sup>.

## 4. Espaldera

En la plantación en proyecto se va a instalar una espaldera con los siguientes objetivos:

- Servir de apoyo y guía a los árboles en su formación.
- Sustentar al árbol en plena producción, puesto que los patrones elegidos aportan un anclaje débil.
- Mantener las tuberías laterales alejadas del suelo para facilitar el laboreo y evitar la rotura y obturación de los emisores.

### 4.1. Postes terminales y cables tensores

Los postes terminales van a estar colocados al principio y al final de cada fila de árboles.

Los postes son perfiles huecos de acero B-275-JR de  $\phi 30 \times 2$  y 3,5 m de longitud.

Los postes van a ir anclados con una inclinación de  $70^\circ$  respecto a la horizontal y en sentido contrario a las tensiones de los alambres. Para garantizar su estabilidad, se va a anclar con una profundidad de 60 cm, colocando una piedra o cualquier otro material duro en el fondo de la zanja.

El momento tensor producido por los alambres va a ser contrarrestado por 2 cables tensores de diámetro 7 mm.

Esos cables se van a colocar en el poste terminar a 1,50 y 2,30 m sobre el suelo y van a ir anclados en un dado de hormigón (HL-150/B/20) de dimensiones 0,4x0,5x0,5 m.

En la Tabla 20. se muestran la cantidad de postes terminales y cables tensores necesarios para la espaldera de la plantación en proyecto.

Tabla 20. Materiales necesarios para la espaldera de la plantación en proyecto

	nº filas	nº postes terminales	Cables tensores (m)
<b>Sector 1.1</b>	32	64	294
<b>Sector 1.2</b>	32	64	294
<b>Sector 2.1</b>	40	80	368
<b>Sector 2.2</b>	40	80	368
<b>Sector 3.1</b>	41	82	377
<b>Sector 3.2</b>	41	82	377
<b>Total</b>	226	452	2.078

### 4.2. Postes intermedios

Los postes intermedios son perfiles huecos de acero B-275-JR de  $\phi 30 \times 2$  y 3,3 m de longitud.

Estos postes se van a clavar en el suelo verticalmente unos 75 cm. La separación entre postes contiguos va a ser de 15,6 m.

Los postes intermedios van a llevar los anclajes para la sujeción de los alambres a 3 alturas 0,70, 1,50 y 2,30 m.

En la Tabla 21. se muestran la cantidad de postes intermedios necesarios para la espaldera de la plantación en proyecto.

Tabla 21. Número de postes intermedios necesarios para la espaldera de la plantación

	nº filas	nº postes/fila	nº postes intermedios
<b>Sector 1.1</b>	32	12	384
<b>Sector 1.2</b>	32	13	384
<b>Sector 2.1</b>	40	12	480
<b>Sector 2.2</b>	40	12	480
<b>Sector 3.1</b>	41	12	492
<b>Sector 3.2</b>	41	13	533
<b>Total</b>	226	-	2.753

Durante el montaje de la espaldera en primer lugar se colocarán los postes terminales y luego los intermedios.

### 4.3. Alambres

Los alambres van a sujetar y entutorar la ramas de los árboles. Éstos serán de acero galvanizado y 3 mm de diámetro.

En la espaldera va a haber 3 pisos de alambre. El primero, situado a 70 cm del suelo, el segundo a 1,50 m y el tercero a 2,30 m. Sobre el primer alambre se va a sujetar la tubería portagoteros.

Los extremos del alambre se sujetarán a los postes mediante tensores tipo carraca.

En la Tabla 22. se muestran los metros de alambre necesarios para la espaldera de la plantación en proyecto.

Tabla 22. Alambre necesario para la espaldera en proyecto

	nº filas	Longitud alambre/fila (m)	Alambre (m)
<b>Sector 1.1</b>	32	586	18.752
<b>Sector 1.2</b>	32	605	19.330
<b>Sector 2.1</b>	40	612	24.410
<b>Sector 2.2</b>	40	587	23.810
<b>Sector 3.1</b>	41	560	23.001
<b>Sector 3.2</b>	41	556	22.796
<b>Total</b>	226	-	132.319

#### 4.4. Tensores

Los tensores se van a colocar en los postes terminales y en los intermedios para mantener los alambres tenso (3 tensores por poste).

En la Tabla 23. se muestran el número de tensores necesarios para la espaldera de la plantación en proyecto.

Tabla 23. Tensores necesarios para la espaldera de la plantación en proyecto

	<b>nº postes</b>	<b>nº tensores</b>
<b>Sector 1.1</b>	448	1344
<b>Sector 1.2</b>	448	1344
<b>Sector 2.1</b>	560	1680
<b>Sector 2.2</b>	560	1680
<b>Sector 3.1</b>	574	1722
<b>Sector 3.2</b>	615	1845
<b>Total</b>	3205	9615

La espaldera se va a instalar en la plantación en proyecto tras la plantación de los manzanos, a principios de abril.

## 5. Torres de ventilación

Para cada torre de ventilación se va a pavimentar una superficie de 22 m<sup>2</sup> (5,50 x 4,00) m. Alrededor de la solera se van a dejar 2,5 m libres para no entorpecer las labores del cultivo.

En consecuencia, se van a tener que retirar 8 árboles por torre.

A continuación, se van a describir los elementos constructivos de la base de sustentación de la torre ventiladora:

### 5.1. Cimentación

La cimentación sobre la que se va a colocar la torre ventiladora va a consistir en una zapata de 1,8x1,8x1,8 m.

La zapata de cimentación se va a ejecutar del siguiente modo:

a) Hormigón de limpieza (HL-150/B/20):

Desde el firme considerado hasta la parte inferior de la armadura, aproximadamente 10 cm, se va a colocar hormigón de limpieza. Esta capa de HL va a facilitar la posterior colocación del armado.

b) Hormigón armado (HA):

El canto útil de la zapata se va a rellenar con hormigón armado.

La ejecución del hormigón, disposición de armaduras, ensayos de control, vibrado, etc. se ajustará estrictamente a la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

a. Hormigón: HA-25/P/40/IIa

b. Armado: Ferralla armada 9  $\phi$ 6 c/20 B-500S

El armado de las zapatas va a consistir en ferralla armada elaborada a partir de 9 barras de diámetro 6 mm y longitud 1,7 m. Las barras se van a disponer formando una retícula de 20x20 cm.

La placa base de la zapata tiene como dimensiones (100x100x5) cm y estar anclada a la cimentación con 4 pernos de acero corrugado (B-500S), de diámetro 16 mm.

### 5.2. Solera

La base sobre la que se va a colocar el motor diesel se va a pavimentar con una losa de hormigón armado.

La solera va a ser un único paño de 5,5x4,0 m y 15 cm de espesor y se va a ejecutar del siguiente modo:

a) Capa de zahorra compactada:

Una capa de zahorra compactada de 20 cm de espesor y tamaño de áridos 40 mm va a ser la base de la solera.

b) Hormigón armado (HA):

a. Hormigón: HA-20/B/20/I

b. Armado: ME 200x200 S  $\phi$ 6-6 3.000x2.200 B-500S

Las cuatro torres de ventilación se deben instalar con suficiente antelación para poder realizar las pruebas necesarias y asegurar su correcto funcionamiento antes de que sea necesaria su puesta en marcha.

## 6. Infraestructuras

La parcela objeto del proyecto lindan por el sur con el camino de uso agrícola, de donde parte la vía de acceso desde la carretera CL-615. A la finca se accede por el este, lugar donde se encuentra la caseta de riego y una zona habilitada para la carga y descarga y el aparcamiento.

En la plantación en proyecto se va a establecer un camino perimetral y una línea de paso perpendicular a las líneas de los árboles con el objetivo de facilitar la circulación y la maniobrabilidad de la maquinaria y aperos a la entrada y salida de cada una de las calles de árboles.

El camino perimetral va a tener una anchura mínima de 6 m (lados oeste, norte y este de la parcela) y máxima de 11,50 m (lado sur).

La calle de servicio que va a dividir la plantación a la mitad será de 5,8 m de anchura.

Las infraestructuras se van a constituir de la siguiente manera:

- Explanación: Se retiran los 15 cm primeros del terreno y se extiende la tierra sobrante por la plantación.
- Sub-base: Se crea una capa de zahorra de 15 cm de espesor y se compacta y nivela con una motoniveladora.
- Base: Sobre la capa de zahorra se extiende otra capa de madacam de 10 cm de espesor y se compacta con una apisonadora a la vez que se riega con el tractor y el pulverizador de la explotación para formar así la capa de rodadura.

# **ANEJO VIII: PROGRAMACIÓN PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO**

## **ÍNDICE ANEJO VIII**

1. Introducción .....	1
2. Actividades .....	2
3. Diagrama de Gantt.....	3

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Actividades del proceso productivo, plazos y relaciones existentes .....	2
-----------------------------------------------------------------------------------	---

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Diagrama Gantt del proceso de ejecución del proyecto .....	3
----------------------------------------------------------------------	---

## **1. Introducción**

El objetivo del presente anejo es programar la ejecución del proyecto, con el fin de determinar el tiempo mínimo necesario para llevar a cabo las obras y las labores de plantación.

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

Las obligaciones de los agentes que participan en el proyecto, en cuanto a la programación, ejecución y control de las obras, se recogen en la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación. Así mismo, las actuaciones correspondientes a cada uno de los agentes implicados se hallan descritas en el Documento 3. Pliego de condiciones.

## 2. Actividades

En la Tabla 1. se muestran las actividades del proceso productivo, las fechas de inicio y fin de cada una, su duración y las relaciones existentes entre ellas.

Las actividades se hallan descritas en los Anejos IV. Ingeniería del proceso y VII. Ingeniería de las obras.

Tabla 1. Actividades del proceso productivo, plazos y relaciones existentes

Nº	Actividad	Duración	Inicio	Fin	Predecesores
1	Solicitud de permisos	20	01/06/2019	21/06/2019	
2	Replanteo general	7	22/06/2019	29/06/2019	1
3	Explanación edificaciones	7	30/06/2019	07/07/2019	2
4	Construcción caseta riego	35	08/07/2019	12/08/2019	3
5	Instalación trafo y línea	21	13/08/2019	03/09/2019	2
6	Instalación cabezal de riego	35	04/09/2019	09/10/2019	4
7	Enmienda orgánica	7	10/10/2019	17/10/2019	2
8	Desfonde	7	18/10/2019	25/10/2019	7
10	Labores complementarias	7	03/11/2019	10/11/2019	9
11	Instalación red de riego enterrada	40	11/11/2019	21/12/2019	6
12	Labores complementarias	15	22/12/2019	06/01/2020	11
13	Replanteo plantación	15	07/01/2020	22/01/2020	12
14	Recepción y preparación planta	6	23/01/2020	29/01/2020	
15	Plantación	20	30/01/2020	19/02/2020	13 y 14
16	Instalación red de riego superficial y espalderas	15	20/02/2020	06/03/2020	15
17	Riego de plantación	1	07/03/2020	08/03/2020	16
18	Revisión general	7	09/03/2020	16/03/2020	15
19	Poda de plantación	7	17/03/2020	24/03/2020	18
20	Colocación de protectores de troncos	7	25/03/2020	01/04/2020	19
21	Entutorado	7	02/04/2020	09/04/2020	19
22	Reposición de marras	18	15/05/2020	07/06/2020	21

### 3. Diagrama de Gantt

A continuación, en la Figura 1, se muestra el diagrama Gantt de las actividades del proceso de ejecución del proyecto.

Actividad	Inicio	Fin	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19	ene-20	feb-20	mar-20	abr-20	may-20
Solicitud de permisos	01/06/2019	21/06/2019	■											
Replanteo general	22/06/2019	29/06/2019	■											
Explanación edificaciones	30/06/2019	07/07/2019		■										
Construcción caseta riego	08/07/2019	12/08/2019		■	■									
Instalación trafo y línea	13/08/2019	03/09/2019			■									
Instalación cabezal de riego	04/09/2019	09/10/2019				■	■							
Enmienda orgánica	10/10/2019	17/10/2019					■							
Desfonde	18/10/2019	25/10/2019					■							
Labores complementarias	03/11/2019	10/11/2019						■						
Instalación red de riego enterrada	11/11/2019	21/12/2019						■	■					
Labores complementarias	22/12/2019	06/01/2020							■					
Replanteo plantación	07/01/2020	22/01/2020								■				
Recepción y preparación planta	23/01/2020	29/01/2020									■			
Plantación	30/01/2020	19/02/2020									■	■		
Instalación red de riego superficial y espalderas	20/02/2020	06/03/2020										■		
Riego de plantación	07/03/2020	08/03/2020											■	
Revisión general	09/03/2020	16/03/2020												■
Poda de plantación	17/03/2020	24/03/2020												■
Colocación de protectores de troncos	25/03/2020	01/04/2020												■
Entutorado	02/04/2020	09/04/2020												■
Reposición de marras	15/05/2018	07/06/2018												■

Figura 1. Diagrama Gantt del proceso de ejecución del proyecto

# **ANEJO IX: NORMAS PARA LA EJECUCIÓN Y EXPLOTACIÓN DEL PROYECTO**

## ÍNDICE ANEJO IX

1. Condiciones generales .....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Aspectos que regula.....	1
2. Labores de cultivo.....	1
3. Maquinaria .....	1
3.1. Características .....	1
3.2. Destino de la maquinaria.....	1
3.3. Mantenimiento y averías .....	2
3.4. Seguridad personal y manejo.....	2
3.5. Reglamentación .....	2
4. Instalación de riego.....	2
5. Mano de obra.....	2
5.1.1. Capataz .....	3
6. Materias primas .....	3
6.1. Material vegetal.....	3
6.1.1. Factura .....	3
6.1.2. Garantías.....	4
6.2. Fertilizantes.....	4
6.2.1. Recomendaciones de aplicación.....	4
6.2.2. Fertirrigación.....	4
6.2.3. Definiciones .....	5
6.2.4. Composición y pureza.....	5
6.2.5. Riqueza .....	6
6.2.6. Envases y etiquetas.....	6
6.2.7. Facturas.....	6
6.3. Fitosanitarios.....	6
6.3.1. Normativa .....	6
6.3.2. Envases y etiquetas.....	7
6.3.3. Facturas.....	7
6.3.4. Manejo.....	7
6.3.5. Fraudes .....	7

7. Medidas de seguridad e higiene y protección general.....	7
7.1. Riesgos mecánicos .....	7
7.2. Riesgos de incendios .....	7
7.3. Higiene .....	8
8. Modificaciones .....	8

## **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.

Los titulares de la explotación quedan facultados para introducir aquellas innovaciones o modificaciones que estimen convenientes, siempre que no varíen sustancialmente los objetivos marcados para la explotación.

## **3. Maquinaria**

### **3.1. Características**

Las características de la maquinaria y de los equipos se encuentran señaladas en los Anejos correspondientes. Si por alguna circunstancia no se correspondieran exactamente con las características especificadas, el encargado de la explotación queda autorizado para introducir las variaciones convenientes ajustándose en lo posible a éstas.

### **3.2. Destino de la maquinaria**

La maquinaria de la explotación no debe ser empleada en trabajos no adecuados para sus funciones, evitando así, posibles averías y desperfectos de la misma.

### **3.3. Mantenimiento y averías**

La conservación de la maquinaria es incumbencia del propietario, que debe seguir el consejo de las casas comerciales. Para la perfecta conservación de la maquinaria el propietario debe procurar almacenarla en lugares específicos para ello, evitando su exposición a los agentes atmosféricos y a ambientes agresivos.

Las averías producidas en la maquinaria alquilada por su uso en la explotación son incumbencia de su propietario, así como los gastos de reparación. Para averías de reconocida complicación mecánica o eléctrica sólo estará facultado para su reparación el especialista de la casa distribuidora.

### **3.4. Seguridad personal y manejo**

En lo referente al uso de la maquinaria, los operarios deben trabajar en todo momento en condiciones de máxima seguridad. Resulta fundamental seguir las normas que especifiquen los manuales de instrucciones de cada una de las máquinas para conseguir tal objetivo.

### **3.5. Reglamentación**

Toda la maquinaria que intervenga tanto en la ejecución de la obra como en la explotación de la plantación debe tener su respectiva documentación. Los permisos de circulación e inspecciones técnicas, además de otros tipos de documentación obligatoria, deben estar debidamente actualizados.

## **4. Instalación de riego**

En la instalación de riego habrá que vigilar el correcto funcionamiento de los goteros, limpiando los que estén obstruidos o sustituyendo los que estén estropeados.

Así mismo, se procurará no pisar ni pasar por encima de 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 metros de columna de agua.

Por lo general, se revisará la instalación de riego cada 2 ó 3 días como máximo, 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.

La mano de obra fija contratada en la explotación ha de ser la que se detalla en el Anejo correspondiente. La mano de obra eventual ha de ser la expresada en el presente proyecto, de acuerdo con el trabajo a realizar y las necesidades estacionales del momento.

La duración de la jornada 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.

#### **5.1.1. Capataz**

Ejercerá como capataz el propietario de la explotación, que a su vez ayudará en las labores de la plantación, donde sea necesaria su presencia.

Su misión es regular y dirigir los trabajos, debiendo hacer constar la comprensión absoluta de los mismos. En caso de faltar este requisito, se sobreentenderá que ha existido, teniendo pues, responsabilidad económica y civil de cuantos trastornos o accidentes sobrevinieran por el incumplimiento de su misión.

Debe vigilar el estado de la plantación y de los elementos de trabajo, así como de los trabajos realizados e inventarios del almacén. Estará capacitado para tomar decisiones acerca de posibles modificaciones sobre el programa productivo.

### **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 11° y 12 °C, y una humedad relativa del 80 %.

Cuando las plantas se reciben poco tiempo antes de la plantación, 8 o 10 días antes, se pueden conservar a la sombra con las raíces metidas en agua. Si la conservación debe durar más tiempo, se deben colocar, desde el momento de su recepción, en zanjas con mantillo, tierra fina o arena húmeda.

Las plantas que se vayan a reservar para realizar la reposición de marras durante la primavera deben ser colocadas en recipientes de plástico con tierra fina o turba. Deben ser conservadas a la sombra y regadas frecuentemente.

Antes de realizar la plantación es necesario un corte a las raíces de las plantas, eliminando unos 3 o 4 cm, con el objeto de estimular el crecimiento de las raíces, favoreciendo así el crecimiento de las plantas.

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.

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.

#### **6.1.1. Factura**

La factura debe ser lo suficientemente detallada. Se debe desglosar el importe del material por separado correspondiente a plántones, 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.

### **6.1.2. Garantías**

Si el capataz de la plantación encontrase alguna anomalía, tales como plantas partidas 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 la alimentación adecuada desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo para el crecimiento del manzano y el desarrollo de sus órganos. 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.

### **6.2.1. 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.

### **6.2.2. 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.

### 6.2.3. 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 nitrogenados 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  $\text{NO}_3$  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 nitrogenados 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 nitrógeno 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.

### 6.2.4. 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.

#### **6.2.5. 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.

#### **6.2.6. 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.

#### **6.2.7. Facturas**

La factura debe estar lo suficientemente detallada. 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**

#### **6.3.1. 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.

### **6.3.2. 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 (materias activas y su cantidad), pureza y demás características del producto.

### **6.3.3. Facturas**

Los datos que hace referencia el apartado anterior deberán ir consignados en las facturas.

### **6.3.4. 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.

### **6.3.5. 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, al 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 13A - 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. 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 capataz 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**

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
<b>1 Caseta de Riego</b>				
<b>1.1 Acondicionamiento del terreno</b>				
1.1.1	E02AM010	m2	<b>Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.</b>	
	O01OA070	0,006 h	Peón ordinario	16,800
	M05PN010	0,010 h	Pala cargadora neumáticos 85 CV/1,2m3	40,440
		3,000 %	Costes indirectos	0,500
			<b>Precio total por m2 .</b>	<b>0,52</b>
1.1.2	E02CM010	m3	<b>Excavación para la formación de zanjas, en terrenos medios, con retroexcavadora, incluso ayuda manual en zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes y carga sobre transportes, según NTE/ADZ-4.</b>	
	O01OA070	0,015 h	Peón ordinario	16,800
	M05EC010	0,030 h	Retroexcavadora de 75 CV	26,000
		3,000 %	Costes indirectos	1,030
			<b>Precio total por m3 .</b>	<b>1,06</b>
<b>1.2 Cimentación</b>				
1.2.1	E05HLE010	m2	<b>Encofrado y desencofrado de losa armada plana con tablero de madera de pino de 22 mm., confeccionado previamente, considerando 4 posturas. Normas NTE-EME.</b>	
	O01OB010	0,250 h	Oficial 1ª encofrador	19,360
	O01OB020	0,250 h	Ayudante encofrador	18,170
	M13EM030	1,050 m2	Tablero encofrar 22 mm. 4 p.	2,290
	M13CP105	0,014 u	Puntal telesc. normal 3 m	13,410
	P01EM290	0,020 m3	Madera pino encofrar 26 mm	264,510
	P01UC030	0,080 kg	Puntas 20x100	7,850
	P03AAA020	0,150 kg	Alambre atar 1,30 mm	0,920
		3,000 %	Costes indirectos	18,030
			<b>Precio total por m2 .</b>	<b>18,57</b>
1.2.2	E04LA010	m3	<b>Hormigón armado HA-25/P/20/I, elaborado en central, en relleno de losa de cimentación, incluso armadura (100 kg/m³), vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según normas NTE-CSL, EHE-08 y CTE-SE-C.</b>	
	E04LM010	1,000 m3	HORMIGÓN HA-25/P/20/I LOSA V.MANUAL	99,710
	E04AB020	100,000 kg	ACERO CORRUGADO B 500 S	1,420
		3,000 %	Costes indirectos	241,710
			<b>Precio total por m3 .</b>	<b>248,96</b>

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
1.2.3	E04SEE020	<b>m2</b>	<b>Encachado de piedra caliza 40/80 de 20 cm. de espesor en sub-base de solera, i/extendido y compactado con pisón.</b>		
	O01OA070	0,250 h	Peón ordinario	16,800	4,20
	P01AG130	0,200 m3	Grava machaqueo 40/80 mm	22,070	4,41
		3,000 %	Costes indirectos	8,610	0,26
			<b>Precio total por m2 .</b>		<b>8,87</b>
<b>1.3 Estructura</b>					
1.3.1	E05AC020	<b>kg</b>	<b>Acero S275, en perfiles conformados de tubo cuadrado de 90 mm de lado, en cerchas, con uniones soldadas; i/p.p. de despuntes, soldadura, piezas especiales y dos manos de minio de plomo, montado, según NTE-EA, CTE-DB-SE-A y EAE.</b>		
	O01OB130	0,030 h	Oficial 1ª cerrajero	18,870	0,57
	O01OB140	0,030 h	Ayudante cerrajero	17,740	0,53
	P03ALT130	1,050 kg	Tubo cadrado 90x90x90 mm	1,920	2,02
	P25OU080	0,010 l	Minio electrolítico	12,860	0,13
	P01DW090	0,367 m	Pequeño material	1,350	0,50
		3,000 %	Costes indirectos	3,750	0,11
			<b>Precio total por kg .</b>		<b>3,86</b>

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
1.3.2	E05AAL005b	kg	<b>Acero laminado S275JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE.</b>		
	O01OB130	0,015 h	Oficial 1ª cerrajero	18,870	0,28
	O01OB140	0,015 h	Ayudante cerrajero	17,740	0,27
	P03ALP010	1,050 kg	Acero laminado S 275 JR	1,080	1,13
	P25OU080	0,010 l	Minio electrolítico	12,860	0,13
	A06T010	0,010 h	GRÚA TORRE 30 m. FLECHA, 750 kg.	19,080	0,19
	P01DW090	0,100 m	Pequeño material	1,350	0,14
		3,000 %	Costes indirectos	2,140	0,06
			<b>Precio total por kg .</b>		<b>2,20</b>
1.3.3	E05AM080	u	<b>Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central biselado, de 300x300 mm y espesor 15 mm, con 4 pernos soldados de acero corrugado UNE-EN 10080 B 400 S de 14 mm de diámetro y 47,0973 cm de longitud total.</b>		
	O01OA060	1,000 h	Peón especializado	16,640	16,64
	M03B100	1,000 h	Taladradora mecánica	8,260	8,26
	P01UG298	1,000 u	Pletina de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, para aplicaciones estructurales. Trabajada y montada en taller, para colocar en obra.	17,940	17,94
		3,000 %	Costes indirectos	42,840	1,29
			<b>Precio total por u .</b>		<b>44,13</b>
<b>1.4 Cerramientos</b>					
1.4.1	E07BAE020	m2	<b>Fábrica de bloques huecos de arcilla expandida de 40x20x20 cm. de una cámara para revestir, recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 N y arena de río M-5, rellenos de hormigón de 330 kg. de cemento/m3. de dosificación y armaduras según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, rejuntado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-FFB y CTE-SE-F, medida deduciendo huecos superiores a 1 m2.</b>		
	O01OA160	0,500 h	Cuadrilla H	37,350	18,68
	P01BE050	13,000 u	Bloque arc.exp. 40x20x20-1 cam.	1,250	16,25
	P01MC040	0,024 m3	Mortero cem. gris II/B-M 32,5 M-5/CEM	63,820	1,53
	A03H090	0,020 m3	HORM. DOSIF. 330 kg /CEMENTO Tmáx.20	77,810	1,56
	P03ACA010	2,300 kg	Acero corrugado B 400 S/SD 6 mm	0,740	1,70
		3,000 %	Costes indirectos	39,720	1,19
			<b>Precio total por m2 .</b>		<b>40,91</b>

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
1.4.2	E05AAA130	kg	<b>Acero laminado S275 JR, en vigas alveolares laminadas en caliente, preparadas para paso de instalaciones, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE.</b>		
	O01OB130	0,030 h	Oficial 1ª cerrajero	18,870	0,57
	O01OB140	0,030 h	Ayudante cerrajero	17,740	0,53
	P03ALA010	1,050 kg	Acero laminado S 275 JR	1,030	1,08
	P25OU080	0,010 l	Minio electrolítico	12,860	0,13
	P01DW090	0,150 m	Pequeño material	1,350	0,20
		3,000 %	Costes indirectos	2,510	0,08
			<b>Precio total por kg .</b>		<b>2,59</b>
			<b>1.5 Cubierta</b>		
1.5.1	E09IMP010	m2	<b>Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial, prelacada cara exterior y galvanizada cara interior de 0,6 mm. con núcleo de espuma de poliuretano de 40 kg./m3. con un espesor total de 35 mm., sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, s/NTE-QTG-8. Medida en verdadera magnitud.</b>		
	O01OA030	0,230 h	Oficial primera	19,760	4,54
	O01OA050	0,230 h	Ayudante	17,590	4,05
	P05WTA010	1,150 m2	P.sand-cub ac.galv.+PUR+ac.galv. 35mm	18,340	21,09
	P05CW010	1,000 u	Tornillería y pequeño material	0,230	0,23
		3,000 %	Costes indirectos	29,910	0,90
			<b>Precio total por m2 .</b>		<b>30,81</b>
1.5.2	E05AAL005c	kg	<b>Acero laminado S275JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE.</b>		
	O01OB130	0,015 h	Oficial 1ª cerrajero	18,870	0,28
	O01OB140	0,015 h	Ayudante cerrajero	17,740	0,27
	P03ALP010	1,050 kg	Acero laminado S 275 JR	1,080	1,13
	P25OU080	0,010 l	Minio electrolítico	12,860	0,13
	A06T010	0,010 h	GRÚA TORRE 30 m. FLECHA, 750 kg.	19,080	0,19
	P01DW090	0,100 m	Pequeño material	1,350	0,14
		3,000 %	Costes indirectos	2,140	0,06
			<b>Precio total por kg .</b>		<b>2,20</b>

Nº	Código	Ud	Descripción	Total	
<b>1.6 Carpintería y cerrajería</b>					
1.6.1	E14A05abbd	u	<b>Ventana corredera de aluminio anodizado natural de 60 micras, RPT, de 100x200 cm. de medidas totales, de 3 hojas, permeabilidad clase 4, estanqueidad al agua clase 9A y resistencia al viento C5, compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares. s/NTE-FCL-5.</b>		
	O01OB130	0,250 h	Oficial 1ª cerrajero	18,870	4,72
	O01OB140	0,125 h	Ayudante cerrajero	17,740	2,22
	P12PW010	5,000 m	Premarco aluminio	6,310	31,55
		3,000 %	Costes indirectos	38,490	1,15
			<b>Precio total por u .</b>		<b>39,64</b>
1.6.2	E16LA100	m2	<b>Acristalamiento con vidrio float incoloro de 4 mm de espesor y lámina transparente, con protección a la radiación UV de un 99% y confiriendo al vidrio seguridad frente a roturas, i/ fijación sobre carpintería con acunado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales y sellado en frío con silicona incolora, incluso cortes de vidrio y colocación de junquillos, según NTE-FVP-8.</b>		
	O01OB250	1,000 h	Oficial 1ª vidriería	18,180	18,18
	P14AA030	1,006 m2	Vidrio float incoloro 4 mm	9,060	9,11
	P14KW055	3,500 m	Sellado con silicona incolora	0,970	3,40
	P14KW500	1,000 m2	Lámina SH4CLARL	14,440	14,44
	P01DW090	1,000 m	Pequeño material	1,350	1,35
		3,000 %	Costes indirectos	46,480	1,39
			<b>Precio total por m2 .</b>		<b>47,87</b>
1.6.3	E14AP090aabd		<b>Puerta basculante de 200x200 m. de una hoja de aluminio lacado blanco, accionada manualmente mediante muelles de torsión y brazos articulados, construida con cerco y bastidores de tubo de aluminio de 2 mm. de espesor, doble refuerzo interior, guías laterales, cerradura, herrajes de colgar y patillas de fijación a obra, elaborada en taller, ajuste y montaje en obra (sin incluir recibido de albañilería).</b>		
	O01OB130	1,950 h	Oficial 1ª cerrajero	18,870	36,80
	O01OB140	1,950 h	Ayudante cerrajero	17,740	34,59
	P12PW010	7,400 m	Premarco aluminio	6,310	46,69
	P12G05aabd	1,000 u	P.bascul. desliz. 1 h. lac.bco. 200x200 cm.	314,813	314,81
		3,000 %	Costes indirectos	432,890	12,99
			<b>Precio total por .</b>		<b>445,88</b>

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
<b>1.7 Electricidad</b>					
1.7.1	H07	m	<b>Cable flexible de cobre de 2,5 mm<sup>2</sup> de sección y de tensión nominal 450/750V H07V-K con aislamiento de PVC, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.</b>		
	CableH07	1,000 m	Cable H07 VV-K 2G 2,5	0,270	0,27
	P15GD110	1,000 m	Tubo PVC rígido M 25/gp7 gris	1,530	1,53
	union	0,400 u	p.p. uniones, accesorios y abrazaderas	1,200	0,48
	O01OB200	0,120 h	Oficial 1ª electricista	19,150	2,30
		3,000 %	Costes indirectos	4,580	0,14
			<b>Precio total por m .</b>		<b>4,72</b>
1.7.2	RVK	m	<b>Cable flexible de cobre de 4 mm<sup>2</sup> de sección y de tensión nominal 0,6/1 kV H07V-K y cubierta de PVC, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.</b>		
	CableRVK	1,000 m	Cable RV-K 0,6/1 kV 2x4	1,060	1,06
	P15GD110	1,000 m	Tubo PVC rígido M 25/gp7 gris	1,530	1,53
	union	0,400 u	p.p. uniones, accesorios y abrazaderas	1,200	0,48
	O01OB200	0,120 h	Oficial 1ª electricista	19,150	2,30
		3,000 %	Costes indirectos	5,370	0,16
			<b>Precio total por m .</b>		<b>5,53</b>
1.7.3	RZ	m	<b>Cable rígido de aluminio de 70 mm<sup>2</sup> de sección y de tensión nominal 0,6/1 kV, tipo RZ, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de PVC, según el Reglamento de Baja Tensión 2002.</b>		
	CableRZ	1,000 m	Cable RZ 0,6/1 kV 2x70 Al	0,870	0,87
	P15GD110	1,000 m	Tubo PVC rígido M 25/gp7 gris	1,530	1,53
	union	0,400 u	p.p. uniones, accesorios y abrazaderas	1,200	0,48
	O01OB200	0,120 h	Oficial 1ª electricista	19,150	2,30
		3,000 %	Costes indirectos	5,180	0,16
			<b>Precio total por m .</b>		<b>5,34</b>

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
1.7.4	U07AHR100	u	<b>Arqueta prefabricada registrable de hormigón en masa con refuerzo de zuncho perimetral en la parte superior de 60x60x60 cm., medidas interiores, completa: con tapa y marco de hormigón y formación de agujeros para conexiones de tubos. Colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/l de 10 cm. de espesor y p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno perimetral posterior.</b>		
	M05EN020	0,250 h	Excav.hidráulica neumáticos 84 CV	40,440	10,11
	O01OA030	0,600 h	Oficial primera	19,760	11,86
	O01OA060	1,200 h	Peón especializado	16,640	19,97
	P01HM020	0,049 m3	Hormigón HM-20/P/40/l central	69,860	3,42
	P02EAH040	1,000 u	Arq.HM c/zunch.sup-fondo ciego 60x60x60	50,140	50,14
	P02EAT110	1,000 u	Tapa/marco cuadrada HM 60x60cm	36,000	36,00
		3,000 %	Costes indirectos	131,500	3,95
			<b>Precio total por u .</b>		<b>135,45</b>
1.7.5	E02CM010	m3	<b>Excavación para la formación de zanjas, en terrenos medios, con retroexcavadora, incluso ayuda manual en zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes y carga sobre transportes, según NTE/ADZ-4.</b>		
	O01OA070	0,015 h	Peón ordinario	16,800	0,25
	M05EC010	0,030 h	Retroexcavadora de 75 CV	26,000	0,78
		3,000 %	Costes indirectos	1,030	0,03
			<b>Precio total por m3 .</b>		<b>1,06</b>
1.7.6	E02SZ010	m3	<b>Relleno y extendido con tierras de préstamo en zanjas, por medios manuales, con aporte de tierras, i/carga y transporte a pie de tajo, y con p.p. de medios auxiliares.</b>		
	O01OA070	0,820 h	Peón ordinario	16,800	13,78
	M07AA020	0,100 h	Dumper autocargable 2.000 kg	7,060	0,71
	P01AA010	1,000 m3	Tierra vegetal	16,700	16,70
		3,000 %	Costes indirectos	31,190	0,94
			<b>Precio total por m3 .</b>		<b>32,13</b>
1.7.7	E17CDB010	m	<b>Suministro y colocación de bandeja perforada de PVC. color gris de 60x75 mm. y 3 m. de longitud, sin separadores, con cubierta con p.p. de accesorios y soportes; montada suspendida. Con protección contra penetración de cuerpos sólidos IP2X, de material aislante y de reacción al fuego M1. Según REBT, ITC-BT-21.</b>		
	O01OB200	0,250 h	Oficial 1ª electricista	19,150	4,79
	O01OB220	0,250 h	Ayudante electricista	17,920	4,48
	P15GP020	1,000 m	Bandeja perforada de chapa de acero galvanizado 15x50 mm	8,010	8,01
	P15GS020	0,200 m	P.p.acces. bandeja 15x50 mm	0,730	0,15
	P15GS090	0,200 m	P.p.sopor.techo bandeja 15x50 mm	5,450	1,09
		3,000 %	Costes indirectos	18,520	0,56

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
				<b>Precio total por m .</b>	<b>19,08</b>
1.7.8	E17T020	u	<b>Toma de tierra con electrodo de pica de acero recubierto de cobre de diámetro 14 mm y longitud 2 m, uniones mediante soldadura aluminotérmica, incluyendo registro de comprobación y puente de prueba. Según el Reglamento de Baja Tensión 2002</b>		
	O01OB200	1,000 h	Oficial 1ª electricista	19,150	19,15
	O01OB220	1,000 h	Ayudante electricista	17,920	17,92
	P15EA010	1,000 u	Pica de t.t. 200/14,3 Fe+Cu	19,180	19,18
	P15EB010	20,000 m	Conduc cobre desnudo 35 mm2	3,660	73,20
	P15ED020	1,000 u	Cartucho carga aluminotérmica C-115	4,800	4,80
	P15EC010	1,000 u	Registro de comprobación + tapa	22,600	22,60
	P15EC020	1,000 u	Puente de prueba	17,250	17,25
	P15AH430	1,000 u	p.p. pequeño material para instalación	1,400	1,40
		3,000 %	Costes indirectos	175,500	5,27
			<b>Precio total por u .</b>		<b>180,77</b>
1.7.9	E28PE120	u	<b>Cuadro secundario de obra para una potencia máxima de 25 kW. compuesto por armario metálico con revestimiento de poliéster, de 90x60 cm.</b>		
	O01OB200	1,200 h	Oficial 1ª electricista	19,150	22,98
	P31CE150	0,250 u	Cuadro secundario obra pmáx.20kW	120,960	30,24
	MG11	1,000 u	Magnetotérmico 1P 5A: Circuito de iluminación	17,920	17,92
	MG2	1,000 u	Magnetotérmico 1P 25A: Circuito de tomas de corriente	18,110	18,11
	MG3	1,000 u	Magnetotérmico 3P 36A: Línea de fuerza para el motor trifásico	88,900	88,90
	MG4	1,000 u	Magnetotérmico 1P 16A: Circuito para las electroválvulas y el motor monofásico	17,240	17,24
	MG5	1,000 u	Interruptor Diferencial 4P/40A/30 mA	94,150	94,15
	MG6	1,000 u	Interruptor Automático General 4P/40A/30mA	143,520	143,52
	MG7	1,000 u	Variador electrónico de frecuencia 15 kW	250,000	250,00
		3,000 %	Costes indirectos	683,060	20,49
			<b>Precio total por u .</b>		<b>703,55</b>



Nº	Código	Ud	Descripción	Total
<b>2 Establecimiento de la plantación</b>				
<b>2.1 Actuaciones previas</b>				
2.1.1	U13AM070	ha	<b>Estercolado de fondo en terreno suelto, con aportación de 57,03 t/ha de estiércol de vacuno, extendido con medios mecánicos.</b>	
	O01OB280		0,030 h Peón	16,530 0,50
	M10PN010		2,000 h Tractor agrícola de 150 CV	32,980 65,96
	M07AC010		2,000 h Remolque estercolador	3,670 7,34
	P28DA040		57,070 kg Estiércol tratado	1,210 69,05
			3,000 % Costes indirectos	142,850 4,29
			<b>Precio total por ha .</b>	<b>147,14</b>
2.1.2	0002	ha	<b>Labor de desfonde con tractor agrícola de 150 CV de potencia nominal, con arado de vertedera de desfonde monosurco, ejecutándose la labor a una profundidad de 80 cm., con inversión de horizontes, en terrenos sueltos de pendiente menor al 35 % y pedregosidad baja o nula.</b>	
	O01OB285		3,000 h Peón ordinario agroforestal	11,150 33,45
	00002		3,000 h Tractor agrícola de 180 CV	32,540 97,62
	00003		3,000 h Arado de desfonde monosurco	4,150 12,45
			3,000 % Costes indirectos	143,520 4,31
			<b>Precio total por ha .</b>	<b>147,83</b>
2.1.3	U13AF070	ha	<b>Laboreo mecánico de terreno de consistencia media, comprendiendo dos pases cruzados de cultivador suspendido ligero de 15 brazos</b>	
	O01OA060		2,200 h Peón especializado	16,640 36,61
	00002		2,200 h Tractor agrícola de 180 CV	32,540 71,59
			3,000 % Costes indirectos	108,200 3,25
			<b>Precio total por ha .</b>	<b>111,45</b>
<b>2.2 Plantación</b>				
2.2.1	00004	ha	<b>Unidad de replanteo por hectarea con equipo topográfico compuesto por topógrafo y ayudante, con estación total, jalones, cuerdas y medios auxiliares</b>	
	O01OC520		0,670 h Topógrafo	16,130 10,81
			3,000 % Costes indirectos	10,810 0,32
			<b>Precio total por ha .</b>	<b>11,13</b>

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
2.2.2	00005	u	<b>Revisión de los plántones y almacenamiento a su llegada a la explotación en zanjas de 50-60 cm de profundidades localizadas en una zona sombreada, ventilada y con buena humedad, recubriendo sus raíces con tierra o arena húmeda, hasta el momento de la plantación. Antes de la plantación, los plántones se sacan de las zanjas donde se han conservado y se procede a una poda ligera de raíces, eliminando aquellas demasiado largas o dañadas.</b>	
	0010B285		0,002 h Peón ordinario agroforestal	11,150
			3,000 % Costes indirectos	0,020
			<b>Precio total por u .</b>	<b>0,02</b>
2.2.3	00006	u	<b>Manzano de variedad Golden Parsi injertado sobre patrón M-9 Pajam-2 Cepiland de un año de injerto. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado..</b>	
	0000a		1,000 u Golden Parsi sobre M-9 Pajam-2 Cepiland	2,250
			3,000 % Costes indirectos	2,250
			<b>Precio total por u .</b>	<b>2,32</b>
2.2.4	00007	u	<b>Manzano de variedad Golden Crielaard injertado sobre patrón M-9 Pajam-2 Cepiland de un año de injerto. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado..</b>	
	0000b		1,000 u Golden Crielaard sobre M-9 Pajam-2 Cepiland	2,250
			3,000 % Costes indirectos	2,250
			<b>Precio total por u .</b>	<b>2,32</b>
2.2.5	00008	u	<b>Manzano de variedad Brookfield Gala injertado sobre patrón M-9 Pajam-1 de un año de injerto. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado..</b>	
	0000c		1,000 u Brookfield Gala sobre M-9 Pajam-1	2,250
			3,000 % Costes indirectos	2,250
			<b>Precio total por u .</b>	<b>2,32</b>
2.2.6	00009	ha	<b>Plantación con arado plantador y tractor agrícola de 150 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.</b>	
	0010A070		4,000 h Peón ordinario	16,800
	0010A060		4,000 h Peón especializado	16,640
	00002		4,000 h Tractor agrícola de 180 CV	32,540
			3,000 % Costes indirectos	263,920
			<b>Precio total por ha .</b>	<b>271,84</b>

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
2.2.7	000010	ha	<b>Revisión general de los árboles colocando en condiciones los que se encuentran defectuosamente instalados.</b>		
	0010A010		1,520 h Encargado	19,880	30,22
	0010A070		1,520 h Peón ordinario	16,800	25,54
			3,000 % Costes indirectos	55,760	1,67
			<b>Precio total por ha .</b>		<b>57,43</b>
2.2.8	000011	ha	<b>Poda de plantación incluyendo tijeras de poda manuales.</b>		
	0010A010		1,520 h Encargado	19,880	30,22
	0010A060		1,520 h Peón especializado	16,640	25,29
	000012		0,090 P Tijeras de poda manuales	42,920	3,86
			3,000 % Costes indirectos	59,370	1,78
			<b>Precio total por ha .</b>		<b>61,15</b>
2.2.9	000013	ha	<b>Reposición de marras con 2 palas royeras, 2 azadas y alquiler de un remolque de dos ejes, de dimensiones 3,6x2x1 m y una capacidad de carga de 5 t.</b>		
	0010A070		1,630 h Peón ordinario	16,800	27,38
	0010A010		1,630 h Encargado	19,880	32,40
	00000999		1,630 h Alquiler remolque	2,500	4,08
	tractor		1,630 h Tractor de 80 CV	4,320	7,04
			3,000 % Costes indirectos	70,900	2,13
			<b>Precio total por ha .</b>		<b>73,03</b>
<b>2.3 Cuidados posteriores</b>					
2.3.1	U13EP145	u	<b>Suministro y colocación de tubo protector de polipropileno extruído, doble capa, de 90 mm. de diámetro aprox., resistente a los rayos UV y fotodegradable a partir de 5 años, de 60 cm. de altura, empotrado en el terreno y con aporcado de tierras a una altura de 25 cm.</b>		
	0010B270		0,002 h Oficial 1ª jardinería	18,800	0,04
	0010B280		0,002 h Peón	16,530	0,03
	P28PF145		1,000 u Tubo protector polipropil.h=60cm	0,412	0,41
			3,000 % Costes indirectos	0,480	0,01
			<b>Precio total por u .</b>		<b>0,49</b>

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
<b>2.4 Espaldera</b>				
2.4.1	PERF	u	<b>Perfil normalizado de acero hueco redondeo A-42 de diámetro 30 mm de diámetro y 2 mm de espesor.</b>	
	PERFH	1,000 u	Perfil normalizado de acero hueco redondeo A-42 de diámetro 30 mm de	0,64
	O01OA060	0,005 h	Peón especializado	16,640
	O01OA070	0,005 h	Peón ordinario	16,800
		3,000 %	Costes indirectos	0,800
<b>Precio total por u .</b>				<b>0,82</b>
2.4.2	TENS7MM	u	<b>Cable tensor para espaldera, formado por cable de acero de diámetro 7 mm.</b>	
	P22TSA230	1,000 m	Cable acero 7 mm.	0,560
	O01OA060	0,050 h	Peón especializado	16,640
	O01OA070	0,050 h	Peón ordinario	16,800
		3,000 %	Costes indirectos	2,230
<b>Precio total por u .</b>				<b>2,30</b>
2.4.3	ALAMBR3MM	m	<b>Alambre para espaldera, formado por alambre de acero galvanizado de 3 mm de diámetro</b>	
	P22TSA200	1,000 m	Cable acero 3 mm	0,110
	O01OA060	0,002 h	Peón especializado	16,640
	O01OA070	0,002 h	Peón ordinario	16,800
		3,000 %	Costes indirectos	0,170
<b>Precio total por m .</b>				<b>0,18</b>
2.4.4	TENSGALV	u	<b>Tensores para alambres, galvanizado</b>	
	TENSOR	1,000 u	Tensor	0,110
	O01OA070	0,050 h	Peón ordinario	16,800
		3,000 %	Costes indirectos	0,950
<b>Precio total por u .</b>				<b>0,98</b>
2.4.5	DADO	m3	<b>Hormigón en masa HL-150/B/20 de dosificación 150 kg/m3, con tamaño máximo de árido de 20 mm elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales, vibrado y colocación. El espesor será de 10 cm, según CTE/DB SE C y EHE-08.</b>	
	HL	0,110 m3	HL-150/B/20	44,680
	O01OA060	0,050 h	Peón especializado	16,640
	O01OA030	0,100 h	Oficial primera	19,760
		3,000 %	Costes indirectos	7,720
<b>Precio total por m3 .</b>				<b>7,95</b>

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
<b>3 Maquinaria</b>				
3.1	000014	u	<b>Tractor de 80 CV de potencia</b>	
			Sin descomposición	23.200,000
		3,000 %	Costes indirectos	23.200,000 696,00
			<b>Precio total redondeado por u .</b>	<b>23.896,00</b>
3.2	000015	u	<b>Pulverizador hidráulico suspendido con depósito de polietileno de alta densidad de 600 L de capacidad. Accionado por la toma de fuerza del tractor de 80CV. Posibilidad de acoplar lanzas individuales o rejas en los extremos de la barra.</b>	
			Sin descomposición	3.000,000
		3,000 %	Costes indirectos	3.000,000 90,00
			<b>Precio total redondeado por u .</b>	<b>3.090,00</b>
3.3	000016	u	<b>Pulverizador hidroneumático arrastrado de 2.500 L de capacidad de polietileno de alta densidad. Accionado por la toma de fuerza del tractor de 80 CV, con ventiladores de 2 velocidades de acero inoxidable de 20 palas.</b>	
			Sin descomposición	4.405,000
		3,000 %	Costes indirectos	4.405,000 132,15
			<b>Precio total redondeado por u .</b>	<b>4.537,15</b>
3.4	000017	u	<b>Segadora de cuchillas suspndida de 3 m de anchura de trabajo. Accionada por la toma de fuerza del tractor de 80 CV.</b>	
			Sin descomposición	3.115,000
		3,000 %	Costes indirectos	3.115,000 93,45
			<b>Precio total redondeado por u .</b>	<b>3.208,45</b>
3.5	000018	u	<b>Triturador de restos de poda con 16 martillos. Accionado por la toma de fuerza del tractor de 80CV.</b>	
			Sin descomposición	4.000,000
		3,000 %	Costes indirectos	4.000,000 120,00
			<b>Precio total redondeado por u .</b>	<b>4.120,00</b>
3.6	000019	u	<b>Máquina recolectora de fruta autopropulsada, con cintas transportadoras y carro portapalots. Capacidad para 10 personas, con 6 balcones despleables con pistón hidráulico, descarga de la fruta directamente al palot, regulación de velocidad de la cinta y movimiento de la máquina hidrostático con inversor. Equipado con compresor con 6 tomas.</b>	
			Sin descomposición	7.200,000
		3,000 %	Costes indirectos	7.200,000 216,00
			<b>Precio total redondeado por u .</b>	<b>7.416,00</b>
3.7	000020	u	<b>Incluye 6 tijeras neumáticas de poda con corte de 35 mm, con manguera en espiral de 12 metros.</b>	
			Sin descomposición	325,000
		3,000 %	Costes indirectos	325,000 9,75
			<b>Precio total redondeado por u .</b>	<b>334,75</b>

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
3.8	000021	u	<b>Elevador hidráulico de horquillas frontal para el tractor. Permite movimientos de elevación y descenso y desplazamiento a izquierda y derecha.</b>	
			Sin descomposición	815,000
		3,000 %	Costes indirectos	815,000 24,45
			<b>Precio total redondeado por u .</b>	<b>839,45</b>

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
<b>4 Sistema de riego</b>				
<b>4.1 Preparación del terreno</b>				
4.1.1	E02CM010	m3	<b>Excavación para la formación de zanjas, en terrenos medios, con retroexcavadora, incluso ayuda manual en zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes y carga sobre transportes, según NTE/ADZ-4.</b>	
	O01OA070	0,015 h	Peón ordinario	16,800
	M05EC010	0,030 h	Retroexcavadora de 75 CV	26,000
		3,000 %	Costes indirectos	1,030
			<b>Precio total redondeado por m3 .</b>	<b>1,06</b>
4.1.2	E02SC040	m3	<b>Relleno de las zanjas de las tuberías primarias y secundarias por medios mecánicos y manuales, con árido 6/12 mm machaqueo (en cantera), y compactado con bandeja vibradora, según NTE/ADZ-12.</b>	
	O01OA070	0,520 h	Peón ordinario	16,800
	M08RB020	0,100 h	Bandeja vibrante de 300 kg	5,190
	M05EC010	0,200 h	Retroexcavadora de 75 CV	26,000
	P01AR010	1,000 t	Árido 6/1 mm machaqueo	3,710
		3,000 %	Costes indirectos	18,170
			<b>Precio total redondeado por m3 .</b>	<b>18,72</b>
<b>4.2 Red de riego</b>				
4.2.1	112	m	<b>Tubería primaria de PVC, 763, 0,63 MPa</b>	
			Sin descomposición	2,150
		3,000 %	Costes indirectos	2,150
			<b>Precio total redondeado por m .</b>	<b>2,21</b>
4.2.2	111	m	<b>Tubo de PVC de presión nominal 0,63 MPa, diámetro exterior 75 mm y junta pegada.</b>	
			Sin descomposición	2,730
		3,000 %	Costes indirectos	2,730
			<b>Precio total redondeado por m .</b>	<b>2,81</b>
4.2.3	111b	m	<b>Tubo de PVC de presión nominal 41,32 m.c.a., diámetro exterior 20 mm y junta pegada.</b>	
			Sin descomposición	0,398
		3,000 %	Costes indirectos	0,398
			<b>Precio total redondeado por m .</b>	<b>0,41</b>
4.2.4	113	u	<b>Emisor autocompensante de caudal nominal 2 L/h, intervalo de autocompensación 1,0 a 3,5 bar, coeficiente de variación 3,19 %, con sistema antidrenante y autolimpiante.</b>	
			Sin descomposición	0,210
		3,000 %	Costes indirectos	0,210
			<b>Precio total redondeado por u .</b>	<b>0,22</b>

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
4.2.5	U07AHJ101	u	<b>Arqueta prefabricada abierta de hormigón en masa con refuerzo de zuncho perimetral en la parte superior, de 30x30x60 cm, medidas interiores, para desagüe de las tuberías primarias. Arqueta completa: con reja y marco de hormigón y formación de agujeros para conexiones de tubos. Colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/l de 10 cm. de espesor y p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno perimetral posterior.</b>		
	M05EN020	0,100 h	Excav.hidráulica neumáticos 84 CV	40,440	4,04
	O01OA030	0,500 h	Oficial primera	19,760	9,88
	O01OA060	1,000 h	Peón especializado	16,640	16,64
	P01HM020	0,012 m3	Hormigón HM-20/P/40/l central	69,860	0,84
	P02EAH010	1,000 u	Arq.HM c/zunch.sup-fondo ciego 30x30x30	16,550	16,55
	P02EAT120	1,000 u	Marco/reja cuadrada HA 30x30cm	5,940	5,94
		3,000 %	Costes indirectos	53,890	1,62
			<b>Precio total redondeado por u .</b>		<b>55,51</b>
4.2.6	U06VAF040	u	<b>Ventosa de diámetro 125 mm, de fundición, para las tuberías primarias.</b>		
	O01OB170	1,000 h	Oficial 1ª fontanero calefactor	19,950	19,95
	O01OB180	1,000 h	Oficial 2ª fontanero calefactor	18,170	18,17
	P26VV163	1,000 u	Ventosa.DN=125 mm	745,920	745,92
		3,000 %	Costes indirectos	784,040	23,52
			<b>Precio total redondeado por u .</b>		<b>807,56</b>
4.2.7	U06VAF010	u	<b>Purgador de diámetro 20 mm, de fundición, para el final cerrado de los laterales.</b>		
	O01OB180	0,150 h	Oficial 2ª fontanero calefactor	18,170	2,73
	P26VV160	1,000 u	Purgador DN=20 mm	9,170	9,17
		3,000 %	Costes indirectos	11,900	0,36
			<b>Precio total redondeado por u .</b>		<b>12,26</b>
4.2.8	E24X010	u	<b>Instalación de una electroválvula automática de 1/2", en las tuberías primarias, con presión de entrada máxima de 6 bares, normalmente cerrada. Comandada por una centralita electrónica.</b>		
	O01OA130	3,500 h	Cuadrilla E	36,560	127,96
	O01OB200	1,500 h	Oficial 1ª electricista	19,150	28,73
	P19SC010	1,000 u	Electroválvula automática 6 bar 1/2"	170,960	170,96
	P19SC090	1,000 u	Centralita electrónica 2 zonas	284,190	284,19
	P19SC120	2,000 u	Sonda gas 2 zonas	162,230	324,46
		3,000 %	Costes indirectos	936,300	28,09
			<b>Precio total redondeado por u .</b>		<b>964,39</b>

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
4.2.9	U12SL260	m	<b>Línea eléctrica de cobre de 7x1,5 mm<sup>2</sup>, aislamiento 1 kV. para alimentación de electroválvulas, instalada en zanja y cintada a la tubería de riego, i/vulcanizado de empalmes con cinta especial y conectores estancos, instalada.</b>		
	O01OB200		0,045 h Oficial 1ª electricista	19,150	0,86
	O01OB220		0,065 h Ayudante electricista	17,920	1,16
	P26SL062		1,000 m Línea eléctrica p/electrovál. 7x1,5mm <sup>2</sup>	1,980	1,98
	P26SL060		11,000 u Conector 3 cables 1,5 mm <sup>2</sup>	1,420	15,62
			3,000 % Costes indirectos	19,620	0,59
			<b>Precio total redondeado por m .</b>		<b>20,21</b>
			<b>4.3 Cabezal de riego</b>		
4.3.1	E20VC090	u	<b>Suministro y colocación de válvula de corte por compuerta, de 4" (110 mm) de diámetro, de fundición, colocada mediante bridas, totalmente equipada, instalada y funcionando. s/CTE-HS-4.</b>		
	O01OB170		1,000 h Oficial 1ª fontanero calefactor	19,950	19,95
	P17XC550		1,000 u Válv.compuerta fundición (bridas) DN110	190,820	190,82
	P17FE550		2,000 u Brida plana roscada Zn DN 110 mm	20,870	41,74
			3,000 % Costes indirectos	252,510	7,58
			<b>Precio total redondeado por u .</b>		<b>260,09</b>
4.3.2	U06VAF060	u	<b>Purgador automático de fundición con brida, de 110 mm. de diámetro, colocado en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalado.</b>		
	O01OB170		0,600 h Oficial 1ª fontanero calefactor	19,950	11,97
	O01OB180		0,600 h Oficial 2ª fontanero calefactor	18,170	10,90
	P26VV170		1,000 u Purgador autom.fundic. DN=110 mm	339,710	339,71
			3,000 % Costes indirectos	362,580	10,88
			<b>Precio total redondeado por u .</b>		<b>373,46</b>
4.3.3	U07XPC110	u	<b>Suministro y colocación de codo de 90º para tubería corrugada de PVC, de 110 mm de diámetro nominal, en conducción de saneamiento, instalado.</b>		
	O01OB180		0,160 h Oficial 2ª fontanero calefactor	18,170	2,91
	O01OB195		0,160 h Ayudante fontanero	17,920	2,87
	P02CBC090		1,000 u Codo 90º PVC corrug-corrug DN110	19,420	19,42
	P02CVW010		0,037 kg Lubricante tubos PVC junta elástica	9,550	0,35
			3,000 % Costes indirectos	25,550	0,77
			<b>Precio total redondeado por u .</b>		<b>26,32</b>

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
4.3.4	REDPVC	<b>u</b>	<b>Reducción de PVC, con junta pegada, de diámetro 100 mm a 90 mm. Incluye mano de obra y funcionamiento</b>		
	O01OB195	0,150 h	Ayudante fontanero	17,920	2,69
	REDPVC125	1,000 Ud	Reductor de PVC de diámetro de 110 a 125 mm	5,860	5,86
		3,000 %	Costes indirectos	8,550	0,26
			<b>Precio total redondeado por u .</b>		<b>8,81</b>
4.3.5	U12L110	<b>u</b>	<b>Filtro de arena metálico cerrado, con fondos superior e inferior abombados y tratamiento anticorrosión (fosfatado), con conexión tipo brida de 4" y diámetro 56 mm con una superficie filtrante no inferior a 0,44 m2.</b>		
	O01OB170	2,500 h	Oficial 1ª fontanero calefactor	19,950	49,88
	O01OB195	2,500 h	Ayudante fontanero	17,920	44,80
	P26L035	1,000 u	Filtro arena tanq.fib.vidrio 20"	625,000	625,00
	P26VW010	1,000 u	Válvula selectora 6 vías D=1 1/2"	83,000	83,00
		3,000 %	Costes indirectos	802,680	24,08
			<b>Precio total redondeado por u .</b>		<b>826,76</b>
4.3.6	U12L210	<b>u</b>	<b>Suministro e instalación de tanque de abonado, de poliéster y fibra de vidrio, para abonos líquidos a distribuir por medio de las redes de riego, de 60 litros de capacidad, i/piezas y accesorios, instalado.</b>		
	O01OB170	2,500 h	Oficial 1ª fontanero calefactor	19,950	49,88
	O01OB195	2,500 h	Ayudante fontanero	17,920	44,80
	M13W200	1,000 u	Tanque abonado red riego 1000 l.	494,700	494,70
		3,000 %	Costes indirectos	589,380	17,68
			<b>Precio total redondeado por u .</b>		<b>607,06</b>
4.3.7	progr	<b>u</b>	<b>Suministro e instalación del programador de 4 estaciones alimentado por 2 pilas alcalinas de 9V</b>		
	pila	2,000 u	Pila alcalina de 9V	0,600	1,20
	programador	1,000 u	Programador	41,000	41,00
	O01OA060	0,500 h	Peón especializado	16,640	8,32
		3,000 %	Costes indirectos	50,520	1,52
			<b>Precio total redondeado por u .</b>		<b>52,04</b>
4.3.8	CONDUCT32	<b>m</b>	<b>TUBERÍA PE-32 DN=12 mm</b>		
			Sin descomposición		68,790
		3,000 %	Costes indirectos	68,790	2,06
			<b>Precio total redondeado por m .</b>		<b>70,85</b>

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
4.3.9	FERT15KW	<b>u</b>	<b>Suministro e instalación de sistema del equipo de fertirrigación formado por un depósito de polietileno de alta densidad de 100 L de capacidad y un motor monofásico de 1,5 kW,230 V.</b>		
	FERT15KW	1,000 u	Equipo de fertirrigación	145,360	145,36
	O01OA060	2,000 h	Peón especializado	16,640	33,28
	O01OA070	2,000 h	Peón ordinario	16,800	33,60
		3,000 %	Costes indirectos	212,240	6,37
			<b>Precio total redondeado por u .</b>		<b>218,61</b>
4.3.10	U12L015	<b>u</b>	<b>Suministro e instalación de filtro de latón de malla de acero D=3", posición de trabajo inclinada con purga, i/elementos de fijación, instalado.</b>		
	O01OB170	0,600 h	Oficial 1ª fontanero calefactor	19,950	11,97
	O01OB195	0,600 h	Ayudante fontanero	17,920	10,75
	P26L005	1,000 u	Filtro de malla	371,620	371,62
		3,000 %	Costes indirectos	394,340	11,83
			<b>Precio total redondeado por u .</b>		<b>406,17</b>
4.3.11	U16SD031	<b>u</b>	<b>Contador de turbina tipo Woltmann de transmisión magnética, diámetro nominal 100 mm, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, embreado, cuerpo de fundición de hierro con recubrimiento exterior tipo plástico, esfera seca y estanca y mecanismo de medida extraíble. Homologado CEE clase metrológica B.</b>		
	O01OA090	2,000 h	Cuadrilla A	45,750	91,50
	P30ID031	1,000 u	Contador	389,400	389,40
	P30ID040	1,000 u	Bridas, juntas, accesorios	129,160	129,16
		3,000 %	Costes indirectos	610,060	18,30
			<b>Precio total redondeado por u .</b>		<b>628,36</b>
4.3.12	E20VC100	<b>u</b>	<b>Suministro y colocación de válvula de corte por compuerta, de 4" (125 mm) de diámetro, de fundición, colocada mediante bridas, totalmente equipada, instalada y funcionando. s/CTE-HS-4.</b>		
	O01OB170	1,000 h	Oficial 1ª fontanero calefactor	19,950	19,95
	P17XC560	1,000 u	Válv.compuerta fundición (bridas) DN125	259,310	259,31
	P17FE560	2,000 u	Brida plana roscada Zn DN 125 mm	29,640	59,28
		3,000 %	Costes indirectos	338,540	10,16
			<b>Precio total redondeado por u .</b>		<b>348,70</b>

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
4.3.13	E24X010	u	<b>Instalación de una electroválvula automática de 1/2", en las tuberías primarias, con presión de entrada máxima de 6 bares, normalmente cerrada. Comandada por una centralita electrónica.</b>		
	O01OA130	3,500 h	Cuadrilla E	36,560	127,96
	O01OB200	1,500 h	Oficial 1ª electricista	19,150	28,73
	P19SC010	1,000 u	Electroválvula automática 6 bar 1/2"	170,960	170,96
	P19SC090	1,000 u	Centralita electrónica 2 zonas	284,190	284,19
	P19SC120	2,000 u	Sonda gas 2 zonas	162,230	324,46
		3,000 %	Costes indirectos	936,300	28,09
			<b>Precio total redondeado por u .</b>		<b>964,39</b>
4.3.14	U07XPC120	u	<b>Suministro y colocación de codo de 90º para tubería corrugada de PVC, de 125 mm de diámetro nominal, en conducción de saneamiento, instalado.</b>		
	O01OB180	0,180 h	Oficial 2ª fontanero calefactor	18,170	3,27
	O01OB195	0,180 h	Ayudante fontanero	17,920	3,23
	P02CBC100	1,000 u	Codo 90º PVC corrug-corrug DN125	34,160	34,16
	P02CVW010	0,059 kg	Lubricante tubos PVC junta elástica	9,550	0,56
		3,000 %	Costes indirectos	41,220	1,24
			<b>Precio total redondeado por u .</b>		<b>42,46</b>
<b>4.4 Instalación de bombeo</b>					
4.4.1	E20TD070	m	<b>Tubería de PVC-C de diámetro 110 mm., PN-0,63 SDR 13,6, s/ CTE-HS-4 y UNE EN ISO 15877</b>		
	O01OB170	0,150 h	Oficial 1ª fontanero calefactor	19,950	2,99
	P17JV070	1,000 m	Tubo evacuación PVC-C PN16 D110	103,960	103,96
	P17JV260	0,300 u	Codo 90º PVC-C D110	68,340	20,50
		3,000 %	Costes indirectos	127,450	3,82
			<b>Precio total redondeado por m .</b>		<b>131,27</b>
4.4.2	U07XPC110	u	<b>Suministro y colocación de codo de 90º para tubería corrugada de PVC, de 110 mm de diámetro nominal, en conducción de saneamiento, instalado.</b>		
	O01OB180	0,160 h	Oficial 2ª fontanero calefactor	18,170	2,91
	O01OB195	0,160 h	Ayudante fontanero	17,920	2,87
	P02CBC090	1,000 u	Codo 90º PVC corrug-corrug DN110	19,420	19,42
	P02CVW010	0,037 kg	Lubricante tubos PVC junta elástica	9,550	0,35
		3,000 %	Costes indirectos	25,550	0,77
			<b>Precio total redondeado por u .</b>		<b>26,32</b>

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
4.4.3	U14AAB020	u	<b>Bomba de bajo consumo energético, mejor rendimiento hidráulico, óptimo fraccionamiento de la potencia absorbida y funcionamiento muy silencioso.</b>		
	O01OB170	2,400 h	Oficial 1ª fontanero calefactor	19,950	47,88
	O01OA050	2,400 h	Ayudante	17,590	42,22
	M01DA703	1,000 u	Electrobomba Monobloc vertical	2.110,300	2.110,30
		3,000 %	Costes indirectos	2.200,400	66,01
			<b>Precio total redondeado por u .</b>		<b>2.266,41</b>

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
<b>5 Torres antihelada</b>				
<b>5.1 Acondicionamiento del terreno</b>				
5.1.1	E02AM010	m2	<b>Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.</b>	
	O01OA070	0,006 h	Peón ordinario	16,800
	M05PN010	0,010 h	Pala cargadora neumáticos 85 CV/1,2m3	40,440
		3,000 %	Costes indirectos	0,500
			<b>Precio total redondeado por m2 .</b>	<b>0,52</b>
5.1.2	E02CM010	m3	<b>Excavación para la formación de zanjas, en terrenos medios, con retroexcavadora, incluso ayuda manual en zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes y carga sobre transportes, según NTE/ADZ-4.</b>	
	O01OA070	0,015 h	Peón ordinario	16,800
	M05EC010	0,030 h	Retroexcavadora de 75 CV	26,000
		3,000 %	Costes indirectos	1,030
			<b>Precio total redondeado por m3 .</b>	<b>1,06</b>
<b>5.2 Cimentaciones</b>				
5.2.1	E04CAH010	u	<b>Hormigón HA-25/P/40/IIa, elaborado en central, en relleno de zapatas y zanjas de cimentación.</b>	
	E04AB020	40,000 kg	ACERO CORRUGADO B 500 S	1,420
	P01HA021	4,200 m3	Hormigón HA-25/P/40/IIa central	72,970
		3,000 %	Costes indirectos	363,270
			<b>Precio total redondeado por u .</b>	<b>374,17</b>
5.2.2	E04CMM070	m3	<b>Hormigón en masa HM-20/P/20/I, elaborado en central, para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación. Según NTE-CSZ, EHE-08 y CTE-SE-C.</b>	
	O01OA070	0,600 h	Peón ordinario	16,800
	P01HM010	1,000 m3	Hormigón HM-20/B/20/I central	69,350
		3,000 %	Costes indirectos	79,430
			<b>Precio total redondeado por m3 .</b>	<b>81,81</b>

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
<b>5.3 Rellenos</b>					
5.3.1	U03CN010	<b>m3</b>	<b>Relleno y extendido de zahorras con medios mecánicos, motoniveladora, incluso compactación con rodillo autopropulsado y riego, en capas de 25 cm. De espesor máximo, con grado de compactación 95% del próctor modificado, según NTE/ADZ-12.</b>		
	O01OA020	0,010 h	Capataz	19,410	0,19
	O01OA070	0,018 h	Peón ordinario	16,800	0,30
	M08NM020	0,018 h	Motoniveladora de 200 CV	73,240	1,32
	M08RN040	0,018 h	Rodillo vibrante autopropuls.mixto 15 t	54,440	0,98
	M08CA110	0,018 h	Cisterna agua s/camión 10.000 l	32,760	0,59
	M07CB020	0,018 h	Camión basculante 4x4 14 t	35,450	0,64
	M07W020	5,000 t	km transporte zahorra	0,130	0,65
	P01AF010	1,200 t	Zahorra nat. ZN(50)/ZN(20), IP=0	4,660	5,59
		3,000 %	Costes indirectos	10,260	0,31
			<b>Precio total redondeado por m3 .</b>		<b>10,57</b>
<b>5.4 Revestimientos</b>					
5.4.1	E04SEH010	<b>m3</b>	<b>Solera realizada con HA 20/B/20/l, tamaño de árido 20 mm, espesor de 15 cm reforzada con malla electro soldada ME 200x200 a diámetro 6-6 AEH 500-N colocado sobre terreno limpio y compactado a mano extendido mediante reglado y acabado ruleteado.</b>		
	O01OA030	0,700 h	Oficial primera	19,760	13,83
	O01OA070	0,700 h	Peón ordinario	16,800	11,76
	P01HM010	1,000 m3	Hormigón HM-20/B/20/l central	69,350	69,35
	P13VE150	1,000 m2	Malla elect.sold.galv. 200x200	0,990	0,99
		3,000 %	Costes indirectos	95,930	2,88
			<b>Precio total redondeado por m3 .</b>		<b>98,81</b>
<b>5.5 Torre de ventilación</b>					
5.5.1	OTRRE		<b>Torre de ventilación para defensa contra heladas, con 3 ha de cobertura, que incluye mástil metálico de 11 m, motor de combustión de 130 kW, sistema de engranajes y accesorios, transporte, instalación y medios auxiliares.</b>		
	A	1,000 u	Torre de ventilación	14.320,000	14.320,00
	O01OA030	11,000 h	Oficial primera	19,760	217,36
	O01OA070	35,000 h	Peón ordinario	16,800	588,00
		3,000 %	Costes indirectos	15.125,360	453,76
			<b>Precio total redondeado por u .</b>		<b>15.579,12</b>

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
<b>6 Seguridad y Salud</b>				
<b>6.1 Protección individual</b>				
6.1.1	E28RA040	u	<b>Pantalla de seguridad de cabeza, para soldador, de fibra vulcanizada, con cristal de 110 x 55 mm., (amortizable en 5 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.</b>	
	P31IA100	0,200 u	Pantalla seguridad cabeza soldador	12,350
		3,000 %	Costes indirectos	2,470
<b>Precio total redondeado por u .</b>				<b>2,54</b>
6.1.2	E28RA100	u	<b>Semi-mascarilla antipolvo un filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.</b>	
	P31IA150	0,333 u	Semi-mascarilla 1 filtro	16,420
		3,000 %	Costes indirectos	5,470
<b>Precio total redondeado por u .</b>				<b>5,63</b>
6.1.3	E28RA110	u	<b>Filtro de recambio de mascarilla para polvo y humos. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.</b>	
	P31IA160	1,000 u	Filtro antipolvo	1,620
		3,000 %	Costes indirectos	1,620
<b>Precio total redondeado por u .</b>				<b>1,67</b>
6.1.4	E28RA130	u	<b>Juego de tapones antirruido de espuma de poliuretano ajustables. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.</b>	
	P31IA210	1,000 u	Juego tapones antirruido espuma poliuretano	0,410
		3,000 %	Costes indirectos	0,410
<b>Precio total redondeado por u .</b>				<b>0,42</b>
6.1.5	E28RA070	u	<b>Gafas protectoras contra impactos, incoloras, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.</b>	
	P31IA120	0,333 u	Gafas protectoras	8,060
		3,000 %	Costes indirectos	2,680
<b>Precio total redondeado por u .</b>				<b>2,76</b>
6.1.6	E28RA120	u	<b>Protectores auditivos con arnés a la nuca, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.</b>	
	P31IA200	0,333 u	Cascos protectores auditivos	10,960
		3,000 %	Costes indirectos	3,650
<b>Precio total redondeado por u .</b>				<b>3,76</b>
6.1.7	E28RC010	u	<b>Faja protección lumbar (amortizable en 4 usos). Certificado CE EN385. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.</b>	
	P31IC050	0,250 u	Faja protección lumbar	22,340
		3,000 %	Costes indirectos	5,590
<b>Precio total redondeado por u .</b>				<b>5,76</b>

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
6.1.8	109	u	<b>Mono de trabajo, homologado CE.</b>	
			Sin descomposición	14,870
		3,000 %	Costes indirectos	14,870 0,45
			<b>Precio total redondeado por u .</b>	<b>15,32</b>
6.1.9	E28RP010	u	<b>Par de botas altas de agua color negro (amortizables en 1 uso). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.</b>	
	P31IP010	1,000 u	Par botas altas de agua (negras)	6,850 6,85
		3,000 %	Costes indirectos	6,850 0,21
			<b>Precio total redondeado por u .</b>	<b>7,06</b>
6.1.10	E28RP070	u	<b>Par de botas de seguridad con plantilla y puntera de acero (amortizables en 1 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.</b>	
	P31IP025	1,000 u	Par botas de seguridad	25,240 25,24
		3,000 %	Costes indirectos	25,240 0,76
			<b>Precio total redondeado por u .</b>	<b>26,00</b>
6.1.11	E28RM060	u	<b>Par de guantes de nitrilo de alta resistencia. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.</b>	
	P31IM025	1,000 u	Par guantes de nitrilo amarillo	1,160 1,16
		3,000 %	Costes indirectos	1,160 0,03
			<b>Precio total redondeado por u .</b>	<b>1,19</b>
6.1.12	E28RM080	u	<b>Par de guantes de uso general de piel de vacuno. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.</b>	
	P31IM035	1,000 u	Par guantes piel vacuno	1,710 1,71
		3,000 %	Costes indirectos	1,710 0,05
			<b>Precio total redondeado por u .</b>	<b>1,76</b>
6.1.13	E28RM100	u	<b>Par de guantes para soldador (amortizables en 2 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.</b>	
	P31IM040	0,500 u	Par guantes p/soldador	2,680 1,34
		3,000 %	Costes indirectos	1,340 0,04
			<b>Precio total redondeado por u .</b>	<b>1,38</b>
6.1.14	E28RC140	u	<b>Mandil de cuero para soldador (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.</b>	
	P31IC130	0,333 u	Mandil cuero para soldador	8,840 2,94
		3,000 %	Costes indirectos	2,940 0,09
			<b>Precio total redondeado por u .</b>	<b>3,03</b>
6.1.15	E28RC110	u	<b>Impermeable 3/4 de plástico, color amarillo (amortizable en 1 uso). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.</b>	
	P31IC108	1,000 u	Impermeable 3/4 plástico	8,060 8,06
		3,000 %	Costes indirectos	8,060 0,24
			<b>Precio total redondeado por u .</b>	<b>8,30</b>

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
<b>6.2 Protección colectiva</b>				
6.2.1	201	u	<b>PROTECCIÓN HUECO 2x2m C/MALLAZO</b>	
			Sin descomposición	37,020
		3,000 %	Costes indirectos	37,020 1,11
<b>Precio total redondeado por u .</b>				<b>38,13</b>
6.2.2	U18S140	u	<b>Señal informativa cuadrada de 60x60 cm., reflexiva nivel I (E.G.) y troquelada, incluso poste galvanizado de sustentación de 80x40x2 mm., tornillería, cimentación y anclaje, totalmente colocada.</b>	
	O01OA020	0,050 h	Capataz	19,410 0,97
	O01OA040	0,500 h	Oficial segunda	18,230 9,12
	O01OA070	0,500 h	Peón ordinario	16,800 8,40
	M11SA010	0,250 h	Ahoyadora gasolina 1 persona	5,830 1,46
	M07CB005	0,250 h	Camión basculante de 8 t	30,490 7,62
	P27ERS310	1,000 u	Señal cuadrada reflex. E.G. L=60 cm	46,020 46,02
	P27EW010	3,500 m	Poste galvanizado 80x40x2 mm	12,020 42,07
	P01HM010	0,150 m3	Hormigón HM-20/B/20/I central	69,350 10,40
		3,000 %	Costes indirectos	126,060 3,78
<b>Precio total redondeado por u .</b>				<b>129,84</b>
6.2.3	E28PB040	m	<b>Barandilla de protección de perímetros de forjados, compuesta por puntales metálicos telescópicos colocados cada 2,5 m., (amortizable en 8 usos), fijado por apriete al forjado, pasamanos y travesaño intermedio formado por tubo 50 mm. (amortizable en 10 usos), pintado en amarillo y negro, y rodapié de 15x5 cm. (amortizable en 3 usos), para aberturas corridas, incluso colocación y desmontaje. s/R.D. 486/97.</b>	
	O01OA030	0,125 h	Oficial primera	19,760 2,47
	O01OA070	0,125 h	Peón ordinario	16,800 2,10
	P31CB010	0,065 u	Puntal metálico telescópico 3 m	14,790 0,96
	P31CB210	0,240 m	Pasamanos tubo D=50 mm	5,040 1,21
	P31CB040	0,003 m3	Tabla madera pino 15x5 cm	218,360 0,66
	P31CB220	0,150 u	Brida soporte para barandilla	1,690 0,25
		3,000 %	Costes indirectos	7,650 0,23
<b>Precio total redondeado por m .</b>				<b>7,88</b>
6.2.4	204	u	<b>CARTEL PVC 220X300 mm OBL. PROH. ADVER.</b>	
			Sin descomposición	4,210
		3,000 %	Costes indirectos	4,210 0,13
<b>Precio total redondeado por u .</b>				<b>4,34</b>

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
6.2.5	U17BCC043	m	<b>Cinta de balizamiento de plástico dos caras con texto, colocada.</b>		
	O01OA070		0,002 h Peón ordinario	16,800	0,03
	P27EB063		1,000 m Cinta balizamiento 2 caras c/texto	0,150	0,15
			3,000 % Costes indirectos	0,180	0,01
			<b>Precio total redondeado por m .</b>		<b>0,19</b>
6.2.6	E28PB180	u	<b>Valla de contención de peatones, metálica, prolongable de 2,50 m. de largo y 1 m. de altura, color amarillo, amortizable en 5 usos, incluso colocación y desmontaje. s/R.D. 486/97.</b>		
	O01OA070		0,100 h Peón ordinario	16,800	1,68
	P31CB050		0,200 u Valla contenc. peatones 2,5x1 m	30,000	6,00
			3,000 % Costes indirectos	7,680	0,23
			<b>Precio total redondeado por u .</b>		<b>7,91</b>
			<b>6.3 Extinción de incendios</b>		
6.3.1	E26FEA050	u	<b>Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa, de eficacia 34A/183B, de 9 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y manguera con difusor, según Norma UNE, certificado AENOR. Medida la unidad instalada.</b>		
	O01OA060		0,500 h Peón especializado	16,640	8,32
	P23FJ040		1,000 u Extintor polvo ABC 9 kg. pr.in.	68,910	68,91
			3,000 % Costes indirectos	77,230	2,32
			<b>Precio total redondeado por u .</b>		<b>79,55</b>
			<b>6.4 Instalaciones del personal</b>		
6.4.1	E28BC070	mes	<b>Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseos en obra de 4,64x2,45x2,63 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm., termo eléctrico de 50 l., dos placas turcas, tres placas de ducha, pileta de cuatro grifos, todo de fibra de vidrio con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste, puerta madera en turca, cortina en ducha. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, instalación eléctrica mono. 220 V. con automático. Con transporte a 150 km.(ida y vuelta). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.</b>		
	O01OA070		0,085 h Peón ordinario	16,800	1,43
	P31BC070		1,000 u Alq. mes caseta pref. aseo 4,64x2,45	155,260	155,26
	P31BC220		0,085 u Transp.150km.ent.y rec.1 módulo	481,260	40,91
			3,000 % Costes indirectos	197,600	5,93
			<b>Precio total redondeado por mes .</b>		<b>203,53</b>

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
<b>6.5 Servicios de prevención</b>					
6.5.1	E28BM110	u	<b>Botiquín de urgencia para obra fabricado en chapa de acero, pintado al horno con tratamiento anticorrosivo y serigrafía de cruz. Color blanco, con contenidos mínimos obligatorios, colocado.</b>		
	O01OA070	0,100 h	Peón ordinario	16,800	1,68
	P31BM110	1,000 u	Botiquín de urgencias	47,900	47,90
	P31BM120	1,000 u	Reposición de botiquín	16,280	16,28
		3,000 %	Costes indirectos	65,860	1,98
				<b>Precio total redondeado por u .</b>	<b>67,84</b>

# **ANEJO XI: ESTUDIO ECONÓMICO**

## ÍNDICE ANEJO XI

1. Introducción .....	1
2. Pago de inversión .....	1
3. Flujos de caja.....	1
4. Indicadores de rentabilidad .....	8
5. Análisis económico .....	11

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descomposición de los pagos de la inversión .....	1
Tabla 2. Renovación de inmovilizados .....	2
Tabla 3. Descomposición de los cobros ordinarios en la venta de manzana Gala .....	3
Tabla 4. Descomposición de los cobros ordinarios en la venta de manzana Golden ....	3
Tabla 5. Descomposición de los pagos ordinarios anuales .....	3
Tabla 6. Resumen de tratamientos fitosanitarios .....	6
Tabla 7. Flujos de caja para los 25 años de vida de la plantación.....	7
Tabla 8. Indicadores de rentabilidad. Donde Valor Actual Neto (VAN) y relación beneficio/inversión (Q).....	10

## ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Variación de los flujos anuales.....	8
Ilustración 2. Relación entre VAN y tasa de actualización.....	10
Ilustración 3. Resultados del análisis de sensibilidad con una tasa de actualización para el análisis del 6,50%.....	12

## 1. Introducción

El promotor posee una finca de 18,83 ha en el término municipal Becerril de Campos, provincia de Palencia. Actualmente se encuentra dedicada al cultivo de cereal. Hasta el momento presente la parcela donde se va a ejecutar el proyecto se encuentra en régimen de arrendamiento y el propietario desea transformarla, para su explotación directa, en una plantación de manzanos.

## 2. Pago de inversión

El completo funcionamiento de la explotación requiere la construcción de una caseta de riego en el momento inicial y la adquisición de la maquinaria apropiada a medida que se vaya necesitando, lo que se prolongará hasta el 4º año (pago de inversión fraccionado).

En la Tabla 1. se muestran los desembolsos necesarios para conseguir que el proyecto comience a funcionar.

Tabla 1. Descomposición de los pagos de la inversión

Concepto	Importe total (€)	Desembolsos (€)				
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Establecimiento de la plantación	168.797,18	7.234,27 <sup>1</sup>	161.562,91 <sup>2</sup>			
Maquinaria	68.689,80		23.896,00 <sup>3</sup>	37.291,15 <sup>4</sup>		8.502,65 <sup>5</sup>
Sistema de riego	94.479,57		94.479,57			
Caseta de riego	10.601,17	10.601,17				
Torres antihelada	65.182,67		65.182,67			
Seguridad y salud	1.894,60	1.894,60				
Beneficio industrial	24.638,39	24.638,39				
Gastos generales	65.703,20	65.703,20				
Honorarios del proyecto	8.212,90	8.212,90				
<b>Totales (€)</b>	<b>524.625,28</b>	<b>118.284,53</b>	<b>345.121,15</b>	<b>37.291,15</b>	<b>0,00</b>	<b>8.502,65</b>

Para la evaluación financiera se considera el presupuesto sin IVA, pues es un concepto deducible.

## 3. Flujos de caja

El flujo de caja hace referencia a las salidas y entradas netas de dinero que tiene el proyecto en un año determinado.

<sup>1</sup> Preparación del suelo

<sup>2</sup> Plantación

<sup>3</sup> Tractor

<sup>4</sup> Pulverizador hidráulico, pulverizador hidroneumático y carros de cintas transportadoras

<sup>5</sup> Equipo de poda, triturador de restos de poda, segadora y elevador horquillas

Los **cobros y pagos de carácter extraordinario** (ver Tabla 2) se derivan de la renovación de los inmovilizados y se calculan de acuerdo con el año de adquisición y la vida útil de cada elemento.

La renovación de los inmovilizados genera un cobro igual a su valor residual ( $V_r$ ) y un pago igual a su valor inicial ( $V_0$ ). El valor de cada uno de ellos al final de la vida del proyecto ( $V_f$ ) se determina mediante la siguiente ecuación:

$$V_f = V_0 - \left( \frac{N \cdot (V_0 - V_r)}{n} \right)$$

Donde:

- $V_f$ : Valor final del inmovilizado en el año n de la plantación
- $V_0$ : Valor de adquisición de la máquina
- $V_r$ : Valor residual de la máquina (15% de  $V_0$ )
- N: Número de años pasados desde la última reposición
- n: Años de vida útil de la máquina

Se considera para la evaluación económica que la vida útil de la plantación será de 25 años. A partir de entonces la producción desciende hasta un punto en el cual los beneficios no superan los costes anuales de la explotación. La vida útil de la maquinaria dependerá de las características de cada equipo.

En la Tabla 2. se muestra la descomposición de los cobros y pagos extraordinarios de la plantación en proyecto.

Tabla 2. Renovación de inmovilizados

Concepto	Valor de adquisición	Año de compra	Vida útil	Momento de reposición	Valor residual	Valor final
Tractor 80CV	23896,00	1	15	15	3584,40	10354,93
Pulverizador hidráulico	3090,00	2	10	11 y 21	463,50	2039,40
Pulverizador hidroneumático	4537,15	2	10	11 y 21	680,57	2994,52
Segadora	3208,45	4	10	13 y 23	481,27	2663,01
Trituradora de restos de poda	4120,00	4	10	13 y 23	618,00	3419,60
Carro de cintas transportadoras	29664,00	2	25		4449,60	4449,60
Equipo neumático de poda	334,75	4	10	13 y 23	50,21	277,84
Elevador horquillas frontal	839,45	4	25		125,92	125,92
Goteros	16089,26	1	10	10 y 20	-	9251,32
Red de riego, cabezal y red de bombeo	58700,82	1	25		8805,12	8805,12
Caseta de riego	10601,17	1	25		-	1590,18
Torres antihelada	65182,67	1	25		9777,40	9777,40
Espaldera	49513,62	1	25		-	7427,04
						<b>63.175,89</b>

La financiación del proyecto va a ser mixta. Es decir, se empleará capital propio y ajeno. Esto se debe a que el promotor no dispone del capital necesario para autofinanciarlo.

El préstamo que el promotor va a solicitar para poder financiar el proyecto se tiene en cuenta mediante los **pagos extraordinarios**.

La cantidad concedida en el préstamo es de 200.000€ para un período de 8 años, con un tipo de interés del 5,44%, y un sistema anual de devolución de cuotas constantes con dos años de carencia. Por lo que las anualidades, durante los dos primeros años serán de 10.874,00€ y de 39.955,87€ del tercer al octavo año.

Por otra parte, los cobros ordinarios (ver Tabla 3 y Tabla 4) se generan a partir de la venta de la manzana, aplicando un precio intermedio entre los percibidos en los últimos años por los productores en Castilla y León. Para la manzana Gala es de 0,351 €/kg y para la Golden de 0,334 €/kg.

Tabla 3. Descomposición de los cobros ordinarios en la venta de manzana Gala

Año	Producción anual		Precio unitario	Total cobros
	t/ha	kg		
3	11	48.950	0,351	17.181,45 €
4	21	93.450	0,351	32.800,95 €
5	29	129.050	0,351	45.296,55 €
6	38	169.100	0,351	59.354,10 €
7 - 25	47	209.150	0,351	73.411,65 €

Tabla 4. Descomposición de los cobros ordinarios en la venta de manzana Golden

Año	Producción anual		Precio unitario	Total cobros
	t/ha	kg		
3	11	146.850	0,334	49.047,90 €
4	21	280.350	0,334	93.636,90 €
5	29	387.150	0,334	129.308,10 €
6	38	507.300	0,334	169.438,20 €
7 - 25	47	627.450	0,334	209.568,30 €

En la Tabla 5. se muestran los pagos ordinarios que se originan cada año, detallando el consumo anual, el precio unitario y el total de pagos.

Tabla 5. Descomposición de los pagos ordinarios anuales

	Concepto	Consumo anual	Precio unitario	Total pagos
Año 1	Canon de agua	440,00	0,88 €	387,20 €
	Carburantes	17,80	100,00 €	1.780,00 €
	Lubricantes	1,80	5,38 €	9,68 €
	<b>Total</b>			<b>2.176,88 €</b>
Año 2	Fitosanitarios*	1,00	14.918,11 €	14.918,11 €
	Encargado plantación	1,00	17.000,00 €	17.000,00 €

	<b>Concepto</b>	<b>Consumo anual</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total pagos</b>
	Peón especializado	271,00	13,00 €	3.523,00 €
	Potencia eléctrica contratada	25,00	34,75 €	868,75 €
	Consumo eléctrico	24,50	0,13 €	3,26 €
	Canon de agua	17,80	100,00 €	1.780,00 €
	Carburantes	5511,59	0,88 €	4.855,71 €
	Lubricantes	4,16	5,80 €	24,10 €
	Seguro tractor	1,00	80,00 €	80,00 €
	Mantenimiento instalaciones	1,00	2.366,60 €	2.366,60 €
	Mantenimiento maquinaria	1,00	1.258,00 €	1.258,00 €
			<b>Total</b>	<b>46.677,53 €</b>
Año 3	Fertilizante. Solución 7-21-7	227,66	0,51 €	116,11 €
	Fertilizante. Solución 5-0-20	1295,84	0,48 €	622,00 €
	Fertilizante. Solución N25	570,67	0,39 €	222,56 €
	NP con oligoelementos	534,00	0,81 €	432,54 €
	Fitosanitarios*	1,00	14.918,11 €	14.918,11 €
	Encargado plantación	1,00	17.000,00 €	17.000,00 €
	Peón especializado	379,00	13,00 €	4.927,00 €
	Peón ordinario	1440,00	10,50 €	15.120,00 €
	Potencia eléctrica contratada	25,00	34,75 €	868,75 €
	Consumo eléctrico	24,50	0,13 €	3,26 €
	Canon de agua	17,80	100,00 €	1.780,00 €
	Carburantes	5511,59	0,88 €	4.855,71 €
	Lubricantes	4,16	5,80 €	24,10 €
	Seguro tractor	1,00	80,00 €	80,00 €
	Mantenimiento instalaciones	1,00	2.366,60 €	2.366,60 €
Mantenimiento maquinaria	1,00	1.258,00 €	1.258,00 €	
			<b>Total</b>	<b>64.594,74 €</b>
Año 4	Fertilizante. Solución 7-21-7	992,91	0,51 €	506,38 €
	Fertilizante. Solución 5-0-20	3079,60	0,48 €	1.478,21 €
	Fertilizante. Solución N25	1876,22	0,39 €	731,73 €
	NP con oligoelementos	534,00	0,81 €	432,54 €
	Fitosanitarios*	1,00	14.918,11 €	14.918,11 €
	Encargado plantación	1,00	17.000,00 €	17.000,00 €
	Peón especializado	542,00	13,00 €	7.046,00 €
	Peón ordinario	2160,00	10,50 €	22.680,00 €
	Potencia eléctrica contratada	25,00	34,75 €	868,75 €
	Consumo eléctrico	24,50	0,13 €	3,26 €
	Canon de agua	17,80	100,00 €	1.780,00 €
	Carburantes	5511,59	0,88 €	4.855,71 €
	Lubricantes	4,16	5,80 €	24,10 €
	Seguro tractor	1,00	80,00 €	80,00 €
	Mantenimiento instalaciones	1,00	2.366,60 €	2.366,60 €
Mantenimiento maquinaria	1,00	1.258,00 €	1.258,00 €	
			<b>Total</b>	<b>76.029,39 €</b>

	Concepto	Consumo anual	Precio unitario	Total pagos
Año 5	Fertilizante. Solución 7-21-7	1283,38	0,51 €	654,52 €
	Fertilizante. Solución 5-0-20	4157,58	0,48 €	1.995,64 €
	Fertilizante. Solución N25	2421,52	0,39 €	944,39 €
	NP con oligoelementos	534,00	0,81 €	432,54 €
	Fitosanitarios*	1,00	14.918,11 €	14.918,11 €
	Encargado plantación	1,00	17.000,00 €	17.000,00 €
	Peón especializado	562,00	13,00 €	7.306,00 €
	Peón ordinario	2880,00	10,50 €	30.240,00 €
	Potencia eléctrica contratada	25,00	34,75 €	868,75 €
	Consumo eléctrico	24,50	0,13 €	3,26 €
	Canon de agua	17,80	100,00 €	1.780,00 €
	Carburantes	5511,59	0,88 €	4.855,71 €
	Lubricantes	4,16	5,80 €	24,10 €
	Seguro tractor	1,00	80,00 €	80,00 €
	Mantenimiento instalaciones	1,00	2.366,60 €	2.366,60 €
	Mantenimiento maquinaria	1,00	1.258,00 €	1.258,00 €
			<b>Total</b>	<b>84.727,63 €</b>
Año 6	Fertilizante. Solución 7-21-7	1610,54	0,51 €	821,38 €
	Fertilizante. Solución 5-0-20	5882,36	0,48 €	2.823,53 €
	Fertilizante. Solución N25	3169,29	0,39 €	1.236,02 €
	NP con oligoelementos	534,00	0,81 €	432,54 €
	Fitosanitarios*	1,00	14.918,11 €	14.918,11 €
	Encargado plantación	1,00	17.000,00 €	17.000,00 €
	Peón especializado	562,00	13,00 €	7.306,00 €
	Peón ordinario	3300,00	10,50 €	34.650,00 €
	Potencia eléctrica contratada	25,00	34,75 €	868,75 €
	Consumo eléctrico	24,50	0,13 €	3,26 €
	Canon de agua	17,80	100,00 €	1.780,00 €
	Carburantes	5511,59	0,88 €	4.855,71 €
	Lubricantes	4,16	5,80 €	24,10 €
	Seguro tractor	1,00	80,00 €	80,00 €
	Mantenimiento instalaciones	1,00	2.366,60 €	2.366,60 €
	Mantenimiento maquinaria	1,00	1.258,00 €	1.258,00 €
	Alquiler carros de recolección	4,00	589,00 €	2.356,00 €
			<b>Total</b>	<b>92.780,00 €</b>
Año 7	Fertilizante. Solución 7-21-7	1937,36	0,51 €	988,05 €
	Fertilizante. Solución 5-0-20	7607,72	0,48 €	3.651,71 €
	Fertilizante. Solución N25	3916,71	0,39 €	1.527,52 €
	NP con oligoelementos	534,00	0,81 €	432,54 €
	Fitosanitarios*	1,00	14.918,11 €	14.918,11 €
	Encargado plantación	1,00	17.000,00 €	17.000,00 €
	Peón especializado	562,00	13,00 €	7.306,00 €
	Peón ordinario	3840,00	10,50 €	40.320,00 €
	Potencia eléctrica contratada	25,00	34,75 €	868,75 €

Concepto	Consumo anual	Precio unitario	Total pagos
Consumo eléctrico	24,50	0,13 €	3,26 €
Canon de agua	17,80	100,00 €	1.780,00 €
Carburantes	5511,59	0,88 €	4.855,71 €
Lubricantes	4,16	5,80 €	24,10 €
Seguro tractor	1,00	80,00 €	80,00 €
Mantenimiento instalaciones	1,00	2.366,60 €	2.366,60 €
Mantenimiento maquinaria	1,00	1.258,00 €	1.258,00 €
Alquiler carros de recolección	4,00	589,00 €	2.356,00 €
		<b>Total</b>	<b>99.736,35 €</b>
Fertilizante. Solución 7-21-7	1937,36	0,51 €	988,05 €
Fertilizante. Solución 5-0-20	7607,72	0,48 €	3.651,71 €
Fertilizante. Solución N25	3916,71	0,39 €	1.527,52 €
NP con oligoelementos	534,00	0,81 €	432,54 €
Fitosanitarios*	1,00	14.918,11 €	14.918,11 €
Encargado plantación	1,00	17.000,00 €	17.000,00 €
Peón especializado	572,00	13,00 €	7.436,00 €
Peón ordinario	4100,00	10,50 €	43.050,00 €
Potencia eléctrica contratada	25,00	34,75 €	868,75 €
Consumo eléctrico	24,50	0,13 €	3,26 €
Canon de agua	17,80	100,00 €	1.780,00 €
Carburantes	5511,59	0,88 €	4.855,71 €
Lubricantes	4,16	5,80 €	24,10 €
Seguro tractor	1,00	80,00 €	80,00 €
Mantenimiento instalaciones	1,00	2.366,60 €	2.366,60 €
Mantenimiento maquinaria	1,00	1.258,00 €	1.258,00 €
Alquiler carros de recolección	4,00	589,00 €	2.356,00 €
		<b>Total</b>	<b>102.596,35 €</b>

Año 8 - 25

A continuación, en la Tabla 6, se muestra el resumen de los tratamientos fitosanitarios realizados cada año en la explotación. El coste total anual a partir del año 2 es de 14.918,11 €.

Tabla 6. Resumen de tratamientos fitosanitarios

Productos fitosanitarios			
Formulado	Consumo anual	Precio unitario	Total pagos
Dodina 40% [SC]	121,04	65,00 €	7.867,60 €
Aceite de parafina 83% [EC]	101,30	7,98 €	807,87 €
Bupirimato 25% [EC]	9,90	49,84 €	493,39 €
Abamectina 1,8% [EC] + Aceite de parafina 83% [EC]	19,58	14,38 €	281,46 €
E,E-8,10 Dodecadien-1 OL 12,36% [VP]	5.340,00	0,33 €	1.735,50 €
Lamba cihalotrin 10% [SC]	3,60	140,20 €	504,72 €
Fenpiroximato 5,12% [SC]	21,36	43,75 €	934,50 €
Miclobutanil 24% [EC]	1,70	20,25 €	34,43 €
Deltametrin 10% [EC] P/V'	2,23	41,38 €	92,27 €

Productos fitosanitarios			
Formulado	Consumo anual	Precio unitario	Total pagos
Glifosato 36%	213,60	3,91 €	835,71 €
Compuesto sólido soluble de ácidos húmicos 81% y fúlvicos 4%	858,49	1,55 €	1.330,67 €
		Total	14.918,11 €

Con los datos anteriores se establecen los flujos de caja para los 25 años de vida de la plantación, teniendo en cuenta el coste de oportunidad resultante de la desaparición de la renta actual, es decir, 364 €/ha de canon de arrendamiento menos 38 €/ha al año del pago del IBI.

$$\text{Flujo de caja actual} = (364 - 38) \cdot 18,83 = 6.138,58€$$

Para el cálculo de los criterios de rentabilidad se van a tener en cuenta una serie de factores como son 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 incremento de cobros que se va a considerar es del 2,36 % y una tasa de incremento de pagos de 1,28 %, mientras que la inflación (media de los últimos 10 años) es de 1,51%.

Se va a considerar una tasa mínima de actualización del 2,12 % y un incremento del 0,5 %.

En la Tabla 7. se muestra la estructura de flujos de caja.

Tabla 7. Flujos de caja para los 25 años de vida de la plantación

Año	COBROS		PAGOS (Incluida inversión)		FLUJOS		INCREMENTO DE FLUJO
	Ordinarios	Extraordin.	Ordinarios	Extraordin.	Final	Inicial	
1				18.284,53			
2			2.204,74	262.134,34	-13.217,93	6.283,45	-19.501,38
3			47.880,12	48.445,31	-59.034,28	6.431,74	-65.466,02
4	71.029,92		67.107,06	41.509,90	-37.587,04	6.583,53	-44.170,57
5	138.802,79		79.997,47	50.543,88	16.764,10	6.738,90	10.025,20
6	196.203,70		90.290,80	42.579,35	63.333,54	6.897,94	56.435,60
7	263.161,93		100.137,45	43.124,37	119.900,12	7.060,73	112.839,39
8	333.171,32		109.023,30	43.676,36	180.471,66	7.227,36	173.244,30
9	341.034,16		113.585,12	44.235,42	183.213,62	7.397,93	175.815,69
10	349.082,57		115.039,01		234.043,55	7.572,52	226.471,03
11	357.320,92		116.511,51	18.271,45	222.537,95	7.751,23	214.786,72
12	365.753,69	1.478,72	118.002,86	8.772,49	240.457,06	7.934,16	232.522,90
13	374.385,48		119.513,30		254.872,18	8.121,41	246.750,77
14	383.220,97	1.556,66	121.043,07	9.041,04	254.693,54	8.313,07	246.380,46
15	392.264,99		122.592,42		269.672,57	8.509,26	261.163,31
16	401.522,44	5.085,93	124.161,60	28.918,82	253.527,95	8.710,08	244.817,87
17	410.998,37		125.750,87		285.247,50	8.915,64	276.331,87

Año	COBROS		PAGOS (Incluida inversión)		FLUJOS		INCREMENTO DE FLUJO
	Ordinarios	Extraordin.	Ordinarios	Extraordin.	Final	Inicial	
18	420.697,93		127.360,48		293.337,45	9.126,05	284.211,41
19	430.626,40		128.990,69		301.635,71	9.341,42	292.294,29
20	440.789,19		130.641,77		310.147,41	9.561,88	300.585,53
21	451.191,81		132.313,99	20.749,61	298.128,21	9.787,54	288.340,68
22	461.839,94	1.867,19	134.007,61	9.962,31	319.737,22	10.018,52	309.718,69
23	472.739,36		135.722,91		337.016,46	10.254,96	326.761,49
24	483.896,01	1.965,61	137.460,16	10.267,27	338.134,19	10.496,98	327.637,21
25	495.315,96		139.219,65		356.096,31	10.744,71	345.351,60

En la Ilustración 1. se muestra la variación de flujos anuales aplicando o no la tasa de inflación.

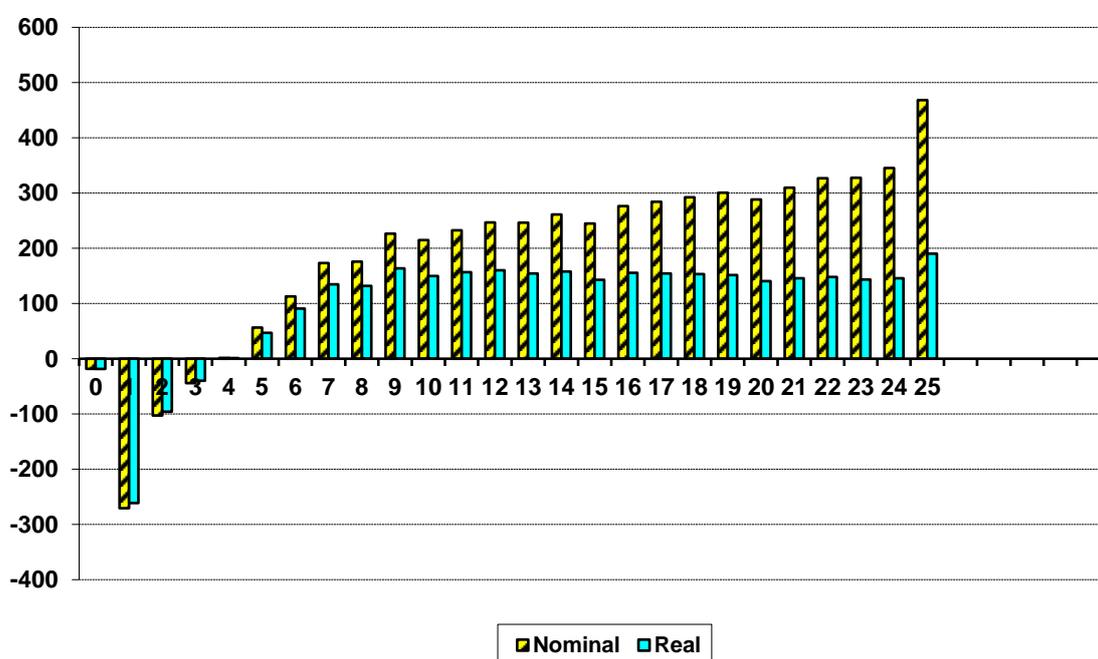


Ilustración 1. Variación de los flujos anuales

#### 4. Indicadores de rentabilidad

Para concluir si el proyecto es viable o no, es necesario obtener los indicadores de rentabilidad. Para ello, se va a emplear una aplicación informática desarrollada en el área de Economía Agraria de la ETSIAA de Palencia, llamada "Valproin".

Los indicadores que se van a contemplar en la evaluación económica del proyecto son los siguientes:

- **Valor Actual Neto (VAN).** El indicador Valor Actual Neto (VAN) permite evaluar la rentabilidad de una inversión restando a la suma, convenientemente homogeneizada, de unidades monetarias que la inversión

proporciona al empresario, las unidades monetarias que el empresario ha dado a la misma. De modo que:

- Si  $VAN > 0$ : Se dice que, para el tipo de interés elegido, el proyecto resulta viable desde un punto de vista financiero.
  - Si  $VAN < 0$ : El proyecto no será viable y quedará inmediatamente descarta su ejecución.
- **Tasa Interna de Rendimiento (TIR).** El índice Tasa Interna de Rendimiento TIR es aquel valor “ $\lambda$ ” que verifica que el índice económico  $VAN = 0$ . El índice TIR se analiza de la siguiente manera:
- $\lambda > r$  Interesa realizar la inversión económica. La rentabilidad es superior al coste de los recursos financieros.
  - $\lambda = r$  La realización de la inversión económica será indiferente. La rentabilidad es igual al coste de los recursos financieros
  - $\lambda < r$  No interesa realizar la inversión económica. La rentabilidad es inferior al coste de los recursos financieros.
- **Plazo de recuperación (pay-back).** Se entiende por plazo de recuperación (pay-bak) el número de años que transcurren desde el inicio del proyecto hasta que la suma de los cobros actualizados se hace exactamente igual a la de los pagos actualizados.
- **Relación beneficio/inversión (Q).** La relación beneficio/inversión (Q) muestra el beneficio obtenido por cada unidad monetaria invertida en el proyecto. La Q se obtiene dividiendo el VAN generado por el proyecto por su pago de inversión. La viabilidad del proyecto puede definirse tanto en términos de VAN positivo como de relación Q positiva.

Por otra parte, para el cálculo de los indicadores de rentabilidad es necesario conocer los siguientes parámetros:

- A. Tasa de incremento de cobros (media ponderada de las variaciones entre los índices percibidos por los productores de manzana en el periodo 2007-2017): 2,36%
- B. Tasa de incremento de pagos (media ponderada de las variaciones entre los índices de precios pagados por los productores de manzana en el periodo 2007-2017): 1,28%
- C. Tasa mínima de actualización: 2,12%
- D. Tasa máxima de actualización: 16,62%
- E. Incremento de las tasas (salto que se establece entre dos tasas consecutivas usadas para el cálculo de los indicadores de rentabilidad): 0,50%

En consecuencia, los resultado de los indicadores de rentabilidad facilitados por la aplicación informática, son los que se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8. Indicadores de rentabilidad. Donde Valor Actual Neto (VAN) y relación beneficio/inversión (Q).

Tasa Interna de Rendimiento (TIR) (%) ..... 18,56

Tasa de actualización (%)	Valor actual neto (VAN)	Tiempo de recuperación (años)	Relación Benefic. Invers. (VAN/Inv.)
2,12	2.604.781,25	9	8,61
2,62	2.386.791,35	9	7,93
3,12	2.187.921,87	9	7,31
3,62	2.006.303,08	9	6,74
4,12	1.840.264,30	9	6,22
4,62	1.688.311,26	9	5,73
5,12	1.549.106,15	9	5,29
5,62	1.421.450,08	9	4,88
6,12	1.304.267,58	9	4,50
6,62	1.196.593,00	9	4,15
7,12	1.097.558,44	9	3,83
7,62	1.006.383,08	10	3,53
8,12	922.363,81	10	3,25
8,62	844.866,88	10	2,99
9,12	773.320,49	10	2,75

Tasa de actualización (%)	Valor actual neto (VAN)	Tiempo de recuperación (años)	Relación Benefic. Invers. (VAN/Inv.)
9,62	707.208,29	10	2,53
10,12	646.063,53	10	2,32
10,62	589.463,90	10	2,13
11,12	537.026,97	11	1,95
11,62	488.406,07	11	1,78
12,12	443.286,69	11	1,63
12,62	401.383,21	11	1,48
13,12	362.436,01	11	1,34
13,62	326.208,89	11	1,21
14,12	292.486,79	12	1,09
14,62	261.073,69	12	0,98
15,12	231.790,77	12	0,87
15,62	204.474,77	13	0,78
16,12	178.976,50	13	0,68
16,62	155.159,52	13	0,59

En la

Ilustración 2. se muestra la relación entre el VAN y la tasa de actualización.

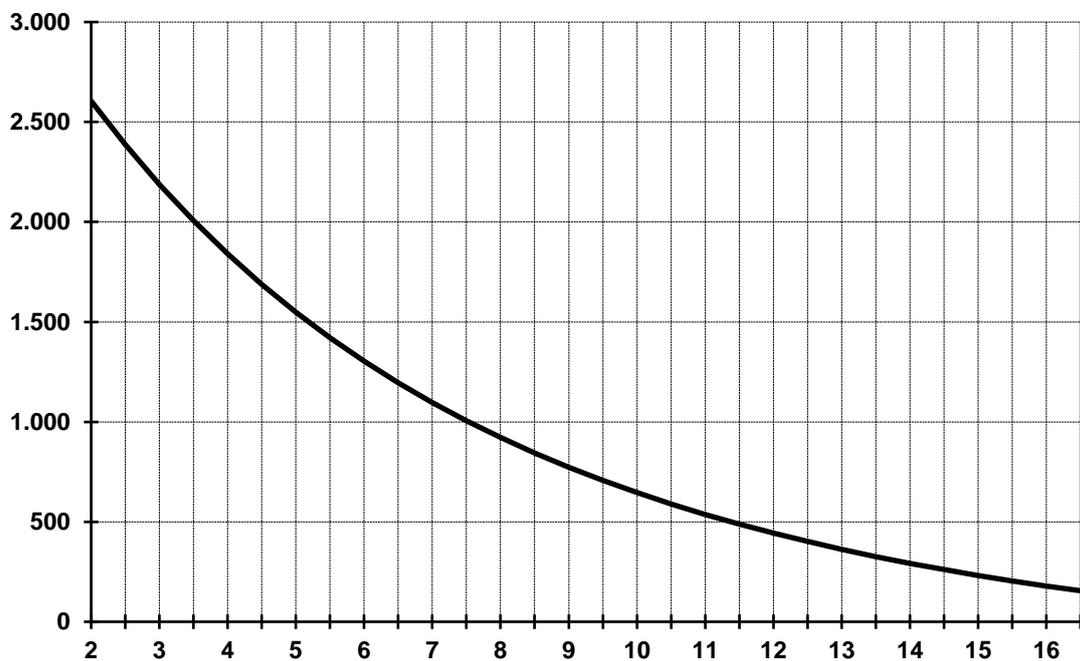


Ilustración 2. Relación entre VAN y tasa de actualización

## 5. Análisis económico

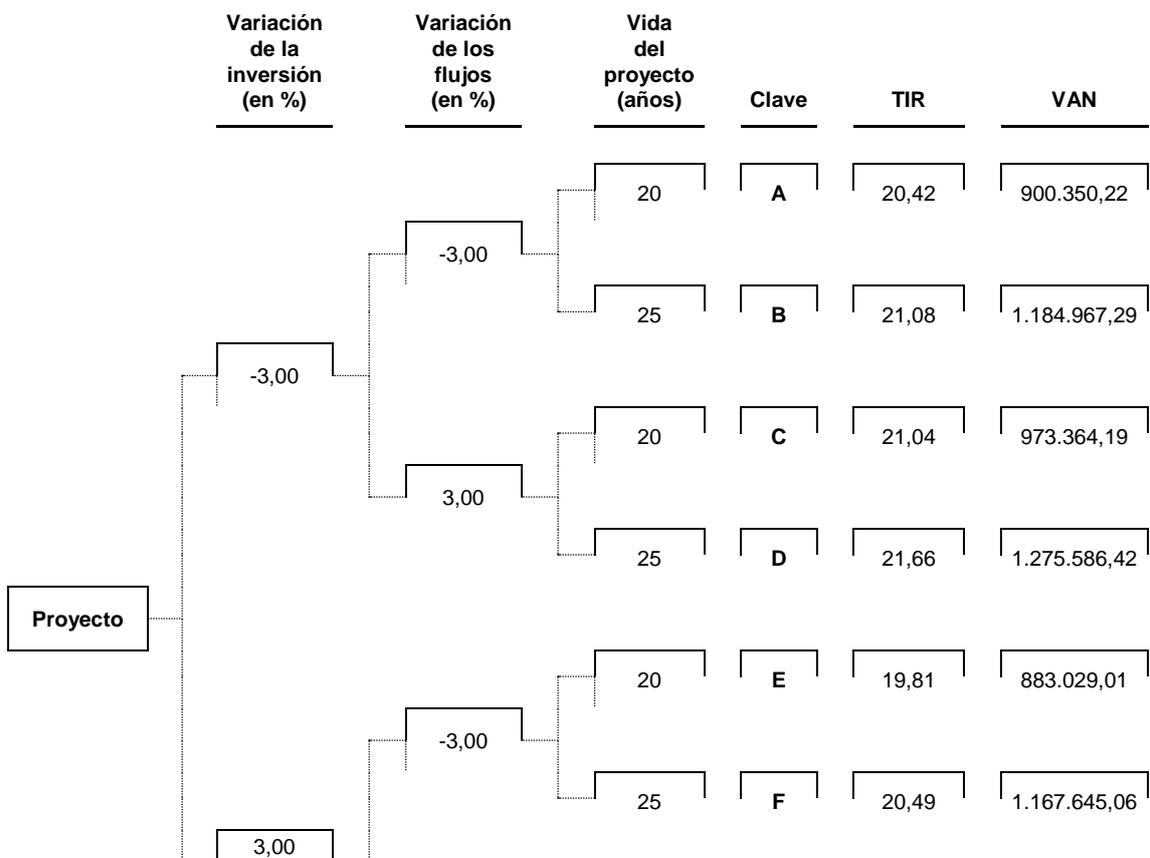
En primer lugar, analizando los resultados obtenidos en la Tabla 8. se comprueba la viabilidad del proyecto. Para una tasa de actualización del 6,50%, el Valor Actual Neto (VAN) es positivo y bastante elevado. Además, el TIR tiene un valor de 18,56%, siendo también un valor considerablemente superior a la tasa de actualización considerada. Por ello, se cumplen las condiciones necesarias para afirmar que **el proyecto de inversión es viable**.

Los otros dos indicadores, el plazo de recuperación y la relación beneficio/inversión, también muestran la conveniencia de llevar a cabo la plantación de manzanos.

La segunda fase del análisis, el análisis de sensibilidad. Se va a realizar considerando la variación de la productividad y la variación de los costes representativos. Para ello, se establece lo siguiente:

- La variación sobre las cantidades estimadas inicialmente del pago de la inversión y de los flujos de caja será del  $\pm 3\%$ .
- La duración mínima del proyecto será de 20 años.

En la Ilustración 3. se muestran los resultados del análisis de sensibilidad, facilitados por "Valproin". Los casos extremos planteados aparecen subrayados.



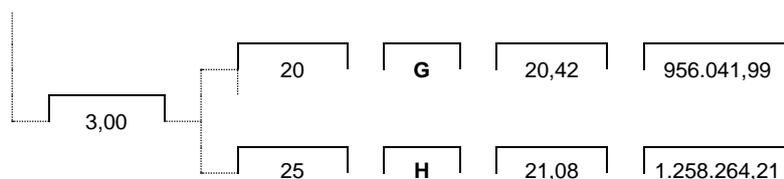


Ilustración 3. Resultados del análisis de sensibilidad con una tasa de actualización para el análisis del 6,50%.

De los valores obtenidos en el análisis de sensibilidad se comprueba cómo incluso en el peor de los casos el proyecto sigue siendo viable (VAN positivo y TIR superior a la tasa de actualización, el 6,50%). Esto demuestra cómo, aunque la rentabilidad real del proyecto podrá tener fuertes oscilaciones, incluso si ocurre el escenario más pesimista (mayores pagos de inversión, menores flujos de caja y menor vida útil), el proyecto de plantación de manzanos sigue siendo rentable para el inversor.

# **ANEJO XII: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

## ÍNDICE ANEJO XII

1. Memoria.....	1
1.1. Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra .....	2
1.2. Análisis general de riesgos.....	3
1.2.1. Riesgos profesionales.....	3
1.2.1.1. En movimiento de tierras .....	3
1.2.1.2. En bases, rellenos, terraplenes, etc.....	3
1.2.1.3. En hormigones .....	3
1.2.1.4. En soldaduras .....	3
1.2.1.5. Riesgos producidos por agentes atmosféricos .....	4
1.2.2. Riesgos de daños a terceros.....	4
1.3. Prevención de riesgos profesionales .....	4
1.3.1. Protecciones individuales.....	4
1.3.2. Protecciones colectivas.....	4
1.3.3. Medidas preventivas .....	7
1.3.3.1. Zanjas y pozos .....	7
1.3.3.2. Cimentaciones superficiales .....	7
1.3.3.3. Hormigón armado.....	8
1.3.3.4. Trabajos en instalaciones eléctricas de baja y/o alta tensión .....	9
1.3.3.5. Trabajos en las proximidades de líneas eléctricas de alta tensión.....	9
1.3.3.6. Trabajos en las proximidades de líneas eléctricas de baja tensión.....	10
1.3.3.7. Trabajos en las proximidades de cables subterráneos .....	10
1.3.3.8. Protección de incendios .....	10
1.3.4. Formación.....	11
1.3.5. Medicina preventiva y primeros auxilios .....	11
1.3.5.1. Botiquines .....	12
1.3.5.2. Asistencia a accidentados .....	12
1.3.5.3. Vigilancia de la salud.....	12
1.3.6. Servicios de higiene .....	13
1.4. Prevención de riesgos de daños a terceros.....	13
1.5. Prevención de riesgos en maquinaria, instalaciones provisionales y medios auxiliares.....	14
1.5.1. Maquinaria .....	14
1.5.1.1. Grúas autopropulsadas .....	14

1.5.1.2. Sierra circular eléctrica .....	14
1.5.1.3. Grupo de soldadura.....	15
1.5.1.4. Convertidores y vibradores eléctricos.....	15
1.5.1.5. Vibradores neumáticos.....	16
1.5.1.6. Compresores de aire.....	16
1.5.1.7. Martillo picador .....	17
1.5.1.8. Hormigonera eléctrica .....	17
1.5.1.9. Pala cargadora y retroexcavadora.....	17
1.5.1.10. Camiones basculantes .....	18
1.5.1.11. Herramientas manuales.....	19
1.5.2. Instalación eléctrica provisional.....	19
1.5.3. Medios auxiliares .....	22
1.5.3.1. Andamios .....	22
1.5.3.2. Encofrados .....	23
1.6. Disposiciones generales de seguridad y salud .....	24
2. Pliego de condiciones .....	25
2.1. Pliego de condiciones generales .....	25
2.1.1. Disposiciones legales de aplicación.....	25
2.1.1.1. Normas generales .....	25
2.1.1.2. Equipos de protección individuales.....	25
2.1.1.3. Instalaciones y equipos de obra .....	26
2.1.2. Condiciones de los medios de protección .....	26
2.1.3. Protecciones individuales.....	26
2.1.4. Protecciones colectivas.....	26
2.1.5. Obligaciones de las partes implicadas .....	27
2.1.5.1. Obligaciones de contratistas y subcontratistas .....	27
2.1.5.2. Obligaciones de los trabajadores autónomos .....	28
2.2. Pliego de condiciones particulares .....	29
2.2.1. Coordinadores en material de seguridad y salud .....	29
2.2.2. Comité de seguridad e higiene. Delegado de prevención .....	29
2.2.3. Parte de accidentes y deficiencias .....	30
2.2.4. Estadísticas .....	31
2.2.5. Seguros de responsabilidad civil y todo riesgo de construcción y montaje. 31	
2.2.6. Señalización de la obra.....	32
2.2.7. Instalaciones de higiene y bienestar .....	32
2.2.8. Formación e información a los trabajadores.....	32
2.2.9. Control de entrega de los equipos de protección individual.....	33

2.2.10. Normas para la certificación de elementos de seguridad .....	33
----------------------------------------------------------------------	----

## 1. Memoria

El presente Estudio de Seguridad y Salud establece, durante la construcción del proyecto de plantación de manzano en regadío en el término municipal de Becerril de Campos (Palencia), las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Servirá 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 R.D. 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, dándose los siguientes casos:

- A. El presupuesto superior a 450.759,08 euros.
- B. La duración estimada es superior a 30 días laborables, y no se emplearán en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente. Este proyecto tiene una duración de más de 30 días.
- C. El volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- D. La obra no incluye túneles, galerías, conducciones subterráneas, ni presas. En este proyecto, no se cumple.

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.

De acuerdo con la normativa mencionada, el Plan se someterá, antes del inicio de la obra, 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.

Será documento de obligada presentación ante la autoridad laboral encargada de conceder la apertura del centro de trabajo, y estará también a disposición permanente de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.

Se considera en este 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 un libro de incidencias con toda la funcionalidad que el citado Real Decreto 1627/1997 le concede, siendo el coordinado 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 veinticuatro horas, de una copia de las notas que en él se escriban a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social. También se deberá 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.

### **1.1. 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, subcontratistas 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.

## **1.2. Análisis general de riesgos**

### **1.2.1. Riesgos profesionales**

#### **1.2.1.1. En movimiento de tierras**

- Desprendimientos.
- Interferencia con líneas de media tensión.
- Polvo.
- Atropellos.
- Proyección de partículas a los ojos.
- Colisiones y vuelcos.
- Vibraciones.
- Atrapamientos.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Ruidos.

#### **1.2.1.2. En bases, rellenos, terraplenes, etc.**

- Polvo.
- Atropellos por maquinaria y vehículos.
- Salpicaduras.
- Atrapamientos por maquinaria y vehículos.
- Ruido.
- Colisiones y vuelcos.
- Caídas a distinto nivel.

#### **1.2.1.3. En hormigones**

- Salpicaduras.
- Dermatitis por cemento.
- Atropellos por maquinas o vehículos.
- Caída de materiales.
- Caídas de personas al mismo y distinto nivel.
- Cortes y golpes.
- Proyección de partículas a los ojos.
- Heridas producidas por objetos punzantes y cortantes.

#### **1.2.1.4. En soldaduras**

- Explosiones.
- Humos metálicos.
- Radiaciones.

#### 1.2.1.5. Riesgos producidos por agentes atmosféricos

##### Riesgos eléctricos

- Interferencias con líneas de media tensión.
- Derivados de maquinaria, conducciones, etc. que utilicen o produzcan energía eléctrica en la obra.

##### Riesgos de incendios

- En almacenes, vehículos, encofrados de madera.

#### 1.2.2. Riesgos de daños a terceros

En los enlaces con los caminos pueden originarse 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 que cruzan el terreno de la futura obra entrañan un riesgo, debido a la posible circulación de personas ajenas una vez iniciados los trabajos.

### 1.3. Prevención de riesgos profesionales

#### 1.3.1. Protecciones individuales

**Protección de la cabeza.** Incluye cascos para todas las personas que participan en la obra, incluidos los visitantes, gafas contra impacto y antipolvo, gafas para oxicorte, mascarillas antipolvo y protectores auditivos.

**Protección de las extremidades.** Incluye 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 y polainas de soldador.

**Protección del cuerpo.** Incluye monos o buzos, trajes de agua, prendas reflectantes y cinturón de seguridad.

#### 1.3.2. Protecciones colectivas

##### En excavaciones, transportes, vertido, extensión y compactado de tierras

- Colocar 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 regado de 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 debe ser dirigida por un oficial que vigile para que no se realicen maniobras inseguras.

- Antes del inicio de vertido de hormigón, el encargado debe revisar 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 han de permanecer protegidos.
- Todas las zonas en las que haya que trabajar deben estar suficientemente iluminadas. De utilizarse luminarias portátiles, deben estar alimentadas a 24 voltios, en prevención del riesgo eléctrico.
- Se prohíbe concentrar las cargas de materiales sobre vanos.
- Instalación de señales de obligatoriedad de uso de casco, botas, guantes y, en su caso, gafas y cinturones.
- En las zonas donde fuera preciso, ha de colocarse una señal de mascarilla o señal de protector auditivo o de gafas de seguridad, según proceda.
- Se debe colocar una 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, deben implantarse 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 se deben delimitar con vallas metálicas, si fuera clara y fácilmente accesible, o con cinta de balizamiento.
- Para el cruce por debajo de cualquier posible línea eléctrica aérea, se coloca 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 coloca señal del mismo.
- Se deben fijar señales de localización de botiquín y de extintores.
- Ha de logarse 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 24 V.
- La toma de tierra se realiza mediante una o más 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  $\Omega$ . 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 realiza 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 debe emplazar un extintor de dióxido de carbono de 5 kg de capacidad de carga.

#### En maquinaria

- El personal encargado de utilizar una determinada máquina o herramienta, debe ser especialista.
- El montaje, uso y mantenimiento de la maquinaria se debe realizar como indique el fabricante.
- Todas las máquinas con alimentación a base de energía eléctrica deben estar dotadas de toma de tierra y de disyuntores diferenciales.
- Las operaciones de ajuste, mantenimiento y arreglo de maquinaria las deben realizar personas especializadas.
- Las máquinas de funcionamiento irregular o averiadas han de ser retiradas inmediatamente para su reparación.
- Se prohíbe la retirada, manipulación o anulación de los elementos de protección de la maquinaria.
- No se permite trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria.
- Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas.
- Debe existir señalización para las maniobras de máquinas.
- Debe vigilarse la posible irregularidad de funcionamiento de las máquinas.

#### En riesgos eléctricos

- Instalación de un pórtico de limitación de altura formado por perfiles metálicos.
- Colocación de interruptores diferenciales.
- Tomas de tierra.
- Transformadores de seguridad.

#### En soldaduras

- Válvulas antirretroceso.

#### En tuberías

- Anclajes para tuberías.
- Balizamiento luminoso.

#### Incendios

- Extintores portátiles.

### 1.3.3. Medidas preventivas

A continuación, se recogen para las unidades de obra más representativas, las medidas que se deben disponer.

#### 1.3.3.1. Zanjas y pozos

En todo momento se deben mantener las zonas de trabajo limpias y ordenadas. A nivel del suelo se deben acotar las áreas de trabajo, siempre que se prevea circulación de personas o vehículos en las inmediaciones.

Las zanjas deben acotarse, vallando la zona de paso en la que se presuma riesgo para peatones o vehículos.

Las zonas de construcción de obras singulares, como pozos, deben estar completamente valladas. Las vallas de protección deben distar no menos de 1 metro del borde de la excavación cuando se prevea paso de peatones paralelo a la dirección de esta y no menos de 2 m cuando se prevea paso de vehículos.

Durante el acopio de materiales y tierras extraídas en cortes de profundidad mayor de 1,5 m, las vallas se deben disponer 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 tiene que mantener uno de retén en el exterior. Este tipo de zanjas han de estar 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, las zanjas y pozos de profundidad mayor de 1,25 m han de cubrirse con un tablero resistente, red o elemento equivalente.

Previamente a la iniciación de los trabajos, se debe estudiar la posible alteración en la estabilidad de áreas próximas como consecuencia de estos, con el fin de adoptar las medidas oportunas. Igualmente deben resolverse las posibles interferencias con conducciones aéreas o subterráneas de servicios.

Cuando no se pueda dar a los laterales de la excavación talud estable, se entiban. Los materiales precisos para refuerzos y entibados de las zonas excavadas, se acoplan 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, es obligatorio hacer éste desde el exterior de la misma, empleando dispositivos que, colocados desde el exterior, protejan al personal que posteriormente ha de descender a la zanja.

Se deben extremar estas precauciones después de interrupciones de trabajo de más de un día o después de alteraciones atmosféricas como lluvias o heladas.

#### 1.3.3.2. Cimentaciones superficiales

Las zonas de trabajo deben mantenerse en todo momento limpias y ordenadas.

A nivel del suelo se deben acotar las áreas de trabajo siempre que se prevea la circulación de personas o vehículos, y ha de colocarse la señal de riesgo de caídas a

distinto nivel. En los accesos de vehículos se debe colocar la señal de “peligro indeterminado”, y el rótulo de “salida de camiones”.

Antes de iniciar los trabajos, se tienen que tomar 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 deben acopiar 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 deben sanear 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, ha de disponerse a 0,6 m del borde de éstas un rodapié de 0,2 m de altura.

Los materiales retirados de entibaciones, refuerzos o encofrados se deben apilar 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 deben ir provistos de guantes y calzado de seguridad, mandiles, y cinturón portaherramientas.

Los operarios que manejan el hormigón han de llevar 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 han de estar convenientemente anclados y se debe poner 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, debe suspenderse al bombeo como primera precaución.

Los vibradores de hormigón accionados por electricidad deben estar dotados de puesta a tierra.

#### 1.3.3.3. Hormigón armado

Las zonas de trabajo deben mantenerse en todo momento limpias y ordenadas.

A nivel del suelo se deben acotar 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 debe proteger a los trabajadores situados en niveles inferiores con redes, viseras o elementos de protección equivalentes.

Ha de disponerse de la señalización de seguridad adecuada para advertir de riesgos y recordar obligaciones o prohibiciones, con el fin de evitar accidentes.

Se deben habilitar 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 han de estar convenientemente anclados y se debe poner especial cuidado en limpiar la tubería después del hormigonado, pues la presión de salida de los áridos puede ser causa de accidente. A la primera señal de obstrucción, deberá suspenderse el bombeo, como primera precaución.

Se debe evitar la permanencia o paso de personas bajo cargas suspendidas, acotando las áreas de trabajo.

Los operarios encargados del montaje o manejo de armaduras tienen que ir provistos de calzado y guantes de seguridad, mandiles y cinturón portaherramientas.

Los operarios que manejan el hormigón deben llevar guantes y botas que protejan su piel del contacto con el mismo.

Los materiales procedentes del desencofrado se apilan a distancia suficiente de las zonas de circulación y trabajo. Las puntas salientes sobre madera se deben sacar o doblar.

Se debe vigilar el buen estado de la maquinaria, con especial atención a la de puesta en obra del hormigón.

Periódicamente, se deben revisar la toma de tierra de grúas, hormigoneras y demás maquinaria accionada eléctricamente.

#### 1.3.3.4. Trabajos en instalaciones eléctricas de baja y/o alta tensión

Se prohíbe realizar trabajos en instalaciones eléctricas de baja y/o alta tensión sin adoptar, como mínimo, las precauciones impuestas en las normativas siguientes:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Reglamento Sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta tensión.

#### 1.3.3.5. Trabajos en las proximidades 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 se deben realizar en las condiciones siguientes:
- Se considera que todo conductor está en tensión.
- No se pueden conducir vehículos de gran altura por debajo de las líneas eléctricas, siempre que exista otra ruta a seguir.
- Cuando se efectúen obras o montajes en la proximidad de líneas aéreas, se debe disponer de gálibos, vallas o barreras provisionales.
- Cuando se utilicen grúas torre o similar, se ha de observar que se cumplen las distancias de seguridad.
- Durante las maniobras de la grúa, se debe vigilar la posición de la misma respecto de las líneas.

- No se permite que el personal se acerque a estabilizar las cargas suspendidas, para evitar el contacto o arco con la línea.
- No se pueden efectuar trabajos de carga o descarga de equipos o materiales debajo de las líneas o en su proximidad.
- No se pueden volcar 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, deben estar a una distancia segura de la línea aérea.
- Cuando haya que transportar objetos largos por debajo de las líneas aéreas, se deben llevar siempre en posición horizontal.
- En líneas aéreas de alta tensión las distancias de seguridad a observar son de 4 m hasta 66 kV y de 5 m en las de más de 66 kV.

#### 1.3.3.6. Trabajos en las proximidades de líneas eléctricas de baja tensión

Toda la instalación se considera de 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 debe cortar 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 deben instalar cuando la línea esté en tensión. Estos aislamientos deben ser continuos y fijados convenientemente para evitar que se desplacen. Para colocar dichas protecciones es necesario dirigirse a la compañía suministradora, que indica cual es el material más adecuado.

#### 1.3.3.7. Trabajos en las proximidades de cables subterráneos

Al hacer trabajos de excavación en proximidad de instalaciones en las que no haya certeza de ausencia de tensión se debe obtener, si es posible, de la compañía eléctrica, el trazado exacto y características de la línea.

En estos trabajos se debe notificar al personal la existencia de estas líneas, así como se procederá a señalar y balizar las zanjas, manteniendo una vigilancia constante. No se puede notificar la posición de ningún cable sin la autorización de la compañía eléctrica.

No se puede utilizar ningún cable que haya quedado al descubierto como peldaño o acceso a una excavación.

No debe trabajar con ninguna máquina pesada en la zona. Si se diera a un cable, aunque fuera ligeramente, éste se debe mantener alejado al personal de la zona y se notificará a la compañía suministradora.

#### 1.3.3.8. 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.) va a estar presente en la obra, requiriendo atención a la prevención de estos riesgos.

Se deben realizar revisiones y se debe vigilar 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. Se deben tener en cuenta otros medios de extinción como agua, arena y herramientas de uso común.

Se ha de disponer 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 han de estar libres de obstáculos, como uno de los aspectos del orden y limpieza que se va a mantener en todos los tajos y lugares de circulación y permanencia de trabajadores.

Se debe disponer 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.

#### **1.3.4. 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, junto con las medidas de seguridad que se deben 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. También se debe formar en las medidas de Higiene, explicando la utilización de las protecciones colectivas y el uso y cuidado de las protecciones individuales del operario.

Los operarios deben ser 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 debe garantizar y, consecuentemente, es 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.

#### **1.3.5. Medicina preventiva y primeros auxilios**

Se prevé en 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.

#### 1.3.5.1. Botiquines

Se debe informar a la obra del emplazamiento de los diferentes centros médicos (mutuas patronales, mutualidades laborales, ambulatorios, hospitales...) 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 y taxis, 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, debe disponerse un botiquín perfectamente señalizado y cuyo contenido mínimo es el siguiente:

- Desinfectantes y antisépticos.
- Gasas estériles.
- Algodón hidrófilo.
- Venda.
- Esparadrapo.
- Apósitos adhesivos.
- Tijeras.
- Pinzas.
- Guantes desechables.

Cuando las zonas de trabajo estén muy alejadas del botiquín central, es necesario disponer de maletines que contengan el material imprescindible para atender pequeñas curas. Se deben revisar mensualmente y se debe reponer inmediatamente lo usado.

#### 1.3.5.2. Asistencia a accidentados

Se debe 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 y taxis para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los centros de asistencia.

#### 1.3.5.3. Vigilancia de la salud

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra debe pasar un reconocimiento médico previo al trabajo, que será repetido en el periodo de un año.

Si el suministro de agua potable para el personal no se toma de la red municipal de distribución, si no de fuentes o pozos hay que vigilar su potabilidad. En caso necesario se instalarán aparatos para su cloración.

La empresa adjudicataria debe tomar 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.

Se debe garantizar 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.

### **1.3.6. Servicios de higiene**

Cuando los trabajadores tengan que llevar ropa especial de trabajo deben tener a su disposición vestuarios adecuados. Los vestuarios deben 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 debe 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 debe poner a disposición de los trabajadores duchas apropiadas y en número suficiente.

Las duchas deben tener dimensiones suficientes para permitir que cualquier trabajador se asee sin obstáculos y en adecuadas condiciones de higiene. Las duchas deben disponer de agua corriente caliente y fría.

Cuando, con arreglo al párrafo primero de este apartado, no sean necesarias duchas, debe 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 debe ser fácil.

Los servicios higiénicos deben disponer de un número de lavabos con agua fría y W.C. en función del número de trabajadores, según Pliego de Condiciones, disponiendo de espejos, calefacción y calentadores de agua.

Se debe analizar el agua destinada al consumo de los trabajadores para garantizar su potabilidad, si no proviene de la red de abastecimiento de la población

## **1.4. Prevención de riesgos de daños a terceros**

Para la prevención de posibles accidentes a terceros se deben colocar las señales oportunas, distintas reglamentarias, que indiquen la salida de camiones y la limitación de velocidad en las carreteras próximas.

Se deben señalar los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma, colocándose, en su caso, los cerramientos necesarios.

## 1.5. Prevención de riesgos en maquinaria, instalaciones provisionales y medios auxiliares

### 1.5.1. Maquinaria

#### 1.5.1.1. Grúas autopropulsadas

Los riesgos más frecuentes son:

- Caída o vuelco de la grúa.
- Falta de visibilidad.
- Rotura del cable estorbo.
- Caída de la carga.
- Atropellos.
- Golpes de la carga.

#### Medios de protección

Protecciones personales:

- Es obligatorio el uso del casco.
- La persona encargada del manejo de la grúa, tendrá perfecta visibilidad en todas las maniobras, tanto de la carga como de la traslación.

Protecciones colectivas:

- Estas grúas no deben comenzar su trabajo sin haber apoyado los correspondientes gatos-soporte en el suelo, manteniendo las ruedas en el aire.
- El personal nunca se debe situar debajo de una carga suspendida.
- La traslación con carga de las grúas automóviles se debe evitar, siempre que sea posible. De no ser así, la pluma, con su longitud mas corta y la carga suspendida a la menor altura posible, se debe orientar en la dirección del desplazamiento.

#### 1.5.1.2. Sierra circular eléctrica

#### Riesgos más frecuentes

- Rotura de discos.
- Corte y amputaciones.
- Polvo ambiental.
- Descarga de corriente.
- Proyección de partículas.

#### Medios de protección

Protecciones personales:

- La transmisión motor-máquina debe tener una carcasa protectora.

- Los dientes del disco deben estar afilados.
- La máquina se debe conectar a tierra a través del relé diferencial
- Es obligatorio el uso del casco.
- Se debe trabajar con mascarilla.
- El disco debe tener una protección.

Protecciones colectivas:

- En el caso de usarla para cortar material cerámico, se debe disponer de un sistema de humidificación para evitar la formación de polvo.
- La zona de trabajo debe estar limpia.
- En lugares cerrados, se debe trabajar preferentemente con instalación de extracción de aire.
- Las maderas que se utilicen deben estar desprovistas de clavos.
- La máquina debe disponer de un interruptor de marcha y parada.

#### 1.5.1.3. Grupo de soldadura

##### Riesgos más frecuentes

- Intoxicaciones.
- Descargas eléctricas.
- Golpes.
- Caídas desde alturas.
- Lesiones en la vista.
- Quemaduras.

##### Medios de protección

Protecciones personales:

- Es obligatorio el uso del casco.
- Es obligatorio el uso de mascarilla para soldar, guantes de cuero, polainas y mandil.
- Es obligatorio el uso del cinturón de seguridad para trabajar en altura.
- En lugares de trabajo cerrados se debe instalar una extracción forzada.
- Las máquinas se deben conectar a tierra.

#### 1.5.1.4. Convertidores y vibradores eléctricos

##### Riesgos más frecuentes

- Descargas eléctricas.
- Salpicaduras de techada en ojos y piel.
- Caídas desde altura.

##### Medios de protección

Protecciones personales:

- Es obligatorio el uso del casco.
- Se debe trabajar con guantes de cuero y gafas.
- Después de la utilización del vibrador se procederá a su limpieza.
- Para trabajos en altura se debe disponer de cinturón de seguridad y de andamios protegido y colocados de forma estable.

Protecciones colectivas:

- La salida de tensión del convertidor debe ser a 24 V. Estará conectado a tierra y protegido por el relé diferencial.
- El cable de alimentación debe estar protegido.

#### 1.5.1.5. Vibradores neumáticos

##### Riesgos más frecuentes

- Descargas eléctricas.
- Salpicaduras de techada en ojos y piel.
- Caídas desde altura.

##### Medios de protección

Protecciones personales:

- Es obligatorio el uso del casco
- Se debe trabajar con guantes y gafas.
- Después de la utilización del vibrador se procederá a su limpieza.
- Para trabajos en altura se debe disponer de cinturón de seguridad y de andamios colocados en posiciones estables.

#### 1.5.1.6. Compresores de aire

##### Riesgos más frecuentes

- Ruidos.
- Rotura de mangueras.

##### Medios de protección

Protecciones personales:

- Es obligatorio el uso de casco.

Protecciones colectivas:

- Se van a utilizar mangueras para presión de aire.
- La conexión de mangueras de aire se debe realizar de forma perfecta.
- Al paralizar el compresor se abrirá la llave del aire.
- Se deben utilizar compresores silenciosos.
-

#### 1.5.1.7. Martillo picador

##### Riesgos más frecuentes

- Ruidos.
- Vibraciones y percusión.
- Proyección de partículas.
- Golpes.
- Descargas eléctricas.

##### Medios de protección

Protecciones personales:

- Es obligatorio el uso del casco.
- Se van a utilizar protectores auditivos, cinturón anti-vibratorio, mangueras, gafas anti-impactos, guantes y mascarilla.

Protecciones colectivas:

- Se debe proceder al vallado de la zona donde caigan escombros.
- Los martillos eléctricos se deben conectar a tierra.

#### 1.5.1.8. Hormigonera eléctrica

##### Riesgos más frecuentes

- Cortes y amputaciones.
- Descargas eléctricas.
- Salpicaduras de lechada en ojos y piel.

##### Medios de protección

Protecciones personales:

- Es obligatorio el uso del casco.
- Se deben utilizar guantes de cuero y gafas.

Protecciones colectivas:

- Se debe conectar la máquina a tierra y al relé diferencial
- Se debe proteger 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.

#### 1.5.1.9. Pala cargadora y retroexcavadora

##### Riesgos más frecuentes

- Golpes y atropellos.
- Electrocutaciones y descargas eléctricas.

- Vuelcos.
- Atrapamientos.

Medios de protección

Protecciones personales:

- Es obligatorio el uso del casco
- Los operarios deben tener perfecta visibilidad en todas las maniobras.

Protecciones colectivas:

- Todo el personal debe trabajar 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.

#### 1.5.1.10. Camiones basculantes

Riesgos más frecuentes

- Vuelcos.
- Colisiones.
- Golpes.
- Atropellos.

Medios de protección

Protecciones personales:

- Es obligatorio el uso del casco.
- El chófer debe tener buena visibilidad durante toda la conducción y debe respetar las normas del Código de Circulación

Protecciones colectivas:

- Periódicamente se deben revisar los frenos y los neumáticos.
- No se debe circular con la caja basculante levantada.
- En marcha atrás, el camión dispondrá de señales acústicas.
- Todo el personal debe efectuar sus labores fuera de la zona de circulación de los camiones.
- No se debe utilizar como medio de transporte del personal.
- Se deben evitar maniobras bruscas.
- No se debe sobrepasar 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.

#### 1.5.1.11. Herramientas manuales

##### Riesgos más frecuentes

- Descargas eléctricas.
- Proyección de partículas.
- Ruido.
- Polvo.
- Golpes, cortes y erosiones.
- Quemaduras.

##### Medios de protección

- Protecciones personales:
- Es 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 deben ir conectadas a tierra.
- Cuando no se trabaje con ellas, deben estar todas desconectadas y, sobre todo, fuera de las zonas de paso del personal.

#### 1.5.2. 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.

##### Enlace 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.

### **1.5.3. Medios auxiliares**

#### 1.5.3.1. 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 cargarán 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.

#### 1.5.3.2. 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 tablones 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.

## **1.6. 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, febrero de 2019

Fdo.: Pablo Villán Abad

Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

## **2. Pliego de condiciones**

### **2.1. Pliego de condiciones generales**

#### **2.1.1. Disposiciones legales de aplicación**

##### **2.1.1.1. Normas generales**

- 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 1299/2006, de 10 de noviembre, Cuadro de Enfermedades Profesionales.
- 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.
- Real Decreto 1983/2001, de 28 de julio, por el que se establece la Regulación de la Jornada Laboral.
- Orden Ministerial 12/01/1998. Modelo de Libro de Incidencias en 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 485/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las Disposiciones Mínimas en Materia de Señalización de Seguridad y Salud.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Ley 31/1995, del 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborables.
- Real Decreto Legislativo 1/1995, de 24 de marzo, Estatuto de los Trabajadores.
- Orden Ministerial 16/12/1987. Modelo de Notificaciones de Accidentes de Trabajo.
- Orden Ministerial 31/08/1987. Señalización y Otras Medidas en Obras Fijas en Vías Fuera de Poblaciones.

##### **2.1.1.2. Equipos de protección individuales**

- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en Equipos de Protección Individual.
- Normas UNE-EN-ISO 2345:2005, 2346:2005 y 2347:2005, sobre los Requisitos y Métodos de Ensayo: Calzado Seguridad/Protección/Trabajo.

- Norma UNE-EN 365:2005, sobre los Equipos de Protección Individual Contra Caída de Altura.
- Norma UNE-EN 345/AI, Especificaciones Calzado de Seguridad Uso Profesional.
- Norma UNE-EN 346/AI, Especificaciones Calzado Protección Uso Profesional.
- Norma UNE-EN 347/AI, Especificaciones Calzado Trabajo Uso Profesional.

#### 2.1.1.3. Instalaciones y equipos de obra

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se aprueba la Regulación de la Potencia Acústica de la Maquinaria.
- Norma UNE-EN 1459:1999, Carretillas Automotoras Manutención.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud para la Utilización de los Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 71/1992, de 27 de noviembre, por el que se establecen los Requisitos Esenciales de Seguridad y Salud en las Máquinas.
- Real Decreto 1495/1986, de 26 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad para las Máquinas.
- Orden Ministerial 23/05/1977. Reglamento de Aparatos Elevadores para Obras.

#### 2.1.2. Condiciones de los medios de protección

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva tienen fijado un periodo de vida útil, debiéndose desechar a su término. Cuando por las circunstancias de trabajo se produzca un deterioro rápido en una prenda se debe reponer ésta, independientemente de la duración prevista o de la 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) ha de ser desechado y repuesto al momento.

Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante también deben ser repuestas inmediatamente. El uso de una prenda o equipo de protección nunca representará un riesgo en sí mismo.

#### 2.1.3. Protecciones individuales

Todo elemento de protección personal se debe ajustar 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, deben ser de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones

#### 2.1.4. Protecciones colectivas

Los elementos de protección colectiva se deben ajustar a las siguientes condiciones:

**Vallas de limitación y protección.** Tendrán como mínimo 90 cm de altura, estando construidas a base de tubo metálico, además de disponer de patas para mantener su verticalidad.

**Topes de desplazamiento de vehículos.** Se podrán realizar con un par de tabloncillos embriados, 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 embriados, 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 estos.

## 2.1.5. Obligaciones de las partes implicadas

### 2.1.5.1. Obligaciones de contratistas y subcontratistas

El contratista y los subcontratistas están 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:
  - a. El mantenimiento de la obra en buen estado y limpieza.
  - b. 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.
  - c. La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
  - d. 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.

- e. La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
  - f. Almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
  - g. La recogida de materiales peligrosos utilizados.
  - h. La adaptación del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajos.
  - i. 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 las Dirección Facultativa y del Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

#### 2.1.5.2. Obligaciones de los trabajadores autónomos

Los trabajadores autónomos están obligados a:

1. Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
  - a. El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
  - b. Almacenamiento y evacuación de los residuos y escombros.
  - c. La recogida de materiales peligrosos utilizados.
  - d. La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los
  - e. distintos trabajos o fases de trabajo.

- f. La cooperación entre todos los intervinientes de la obra.
  - g. 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.

## **2.2. Pliego de condiciones particulares**

### **2.2.1. Coordinadores en material de seguridad y salud**

Cuando en la elaboración del proyecto de obra intervengan varios proyectistas, el promotor designará un coordinador en materia de seguridad y de salud durante la elaboración del proyecto.

Si en la ejecución de la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, el promotor, antes del inicio de los trabajos, o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

La designación de los coordinadores en materia de seguridad y de salud durante la elaboración del proyecto de la obra y durante la ejecución de la misma podrá recaer en la misma persona. La designación de los coordinadores no exime al promotor de sus responsabilidades.

### **2.2.2. Comité de seguridad e higiene. Delegado de prevención**

Atendiendo a lo estipulado en el Convenio Provincial de la Construcción, que exige un número mínimo de 50 trabajadores en el centro de trabajo, no es necesario la formación del Comité de Seguridad e Higiene.

No obstante, si la empresa constructora intensificara el ritmo de obra y aumentara el número de trabajadores, sobrepasando los citados anteriormente, sí debe

constituirse dicho Comité, formado por un técnico cualificado en materia de seguridad y que representa a la Dirección de la Empresa, dos trabajadores pertenecientes a las categorías profesionales o de oficio que más intervengan a lo largo del desarrollo de la obra, y un Delegado de Prevención elegido por sus conocimientos y competencia profesional en materia de Seguridad y Salud (Art. 35 y 38 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales).

Las funciones de este Comité de Seguridad y Salud serán las reglamentariamente estipuladas en el artículo 38, 39 y 40 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y con arreglo a esta obra se hace específica incidencia en las siguientes:

- Reunión obligatoria, al menos una vez por trimestre, y siempre que lo solicite alguno de los representantes del mismo.
- Se encargará del control y vigilancia de las normas de Seguridad e Higiene estipuladas con arreglo al presente estudio.
- Como consecuencia inmediata de lo anteriormente expuesto, comunicará sin dilación al Jefe de Obra las anomalías observadas en la materia que les ocupa.
- En caso de producirse un accidente en la obra, estudiará sus causas, notificándoselo a la empresa.

Respecto al Delegado de Prevención se establece lo siguiente:

- Será el miembro del comité de seguridad que, delegado por el mismo, vigile de forma permanente el cumplimiento de las medidas de seguridad tomadas en la obra, siendo los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Informará al comité de las anomalías observadas, y será la persona encargada de hacer cumplir la normativa de seguridad estipulada en la obra, siempre y cuando cuente con las facultades apropiadas.
- La función del Delegado de Prevención estará garantizada por los artículos 10, párrafo segundo y 11 de la ley 9/1987, de 12 de Junio, de Órganos de Representación, Determinación de las Condiciones de Trabajo y Participación del Personal al servicio de las Administraciones Públicas.

Aparte de estas funciones específicas, cumplirá todas aquellas que le son asignadas por el artículo 9º de la Ordenanza General de Seguridad en el trabajo.

### **2.2.3. Parte de accidentes y deficiencias**

Respetándose cualquier modelo normalizado que pudiera ser de uso normal en la práctica del contratista, los partes de accidentes y deficiencias observadas deben recoger, como mínimo, los siguientes datos, con una tabulación ordenada:

#### Parte de Accidente

- Identificación de la obra.
- Día, mes y año en que se ha producido el accidente.

- Nombre del accidentado.
- Categoría profesional y oficio del accidentado.
- Domicilio del accidentado.
- Lugar donde se produjo el accidente.
- Causas del accidente.
- Importancia aparente del accidente.
- Posible especificación sobre fallos humanos.
- Lugar, persona y forma de producirse la primera cura.
- Lugar de traslado para hospitalización.
- Testigos del accidente

Como complemento de este parte se ha de emitir un informe que contenga:

- ¿Cómo se hubiera podido evitar?
- Ordenes inmediatas a ejecutar.

#### **Parte de Deficiencias**

- Identificación de la obra.
- Fecha en la que se ha producido la observación.
- Lugar en el que se ha hecho la observación.
- Informe sobre la deficiencia observada.
- Estudio de mejora de la deficiencia en cuestión.

#### **2.2.4. Estadísticas**

Los partes de Deficiencias se han de disponer debidamente ordenados por fechas desde el origen de la obra hasta su terminación, y se complementarán con las observaciones hechas por el Comité de Seguridad o en su defecto por el Delegado de Prevención y las normas ejecutivas dadas para subsanar las anomalías observadas. Los Partes de Accidentes, si los hubiese, se deben disponer de la misma forma que los Partes de Deficiencias.

Los Índices de Control se llevarán a un estadillo mensual con gráficos de dientes de sierra, que permitirán hacerse una idea clara de la evolución de los mismos, con una somera inspección visual. En abscisas se colocarán los meses del año y en las ordenadas los valores numéricos del índice correspondiente.

#### **2.2.5. Seguros de responsabilidad civil y todo riesgo de construcción y montaje**

Es preceptivo en la obra que los técnicos responsables dispongan de cobertura en materia de responsabilidad civil profesional. El contratista debe disponer de cobertura de responsabilidad civil en el ejercicio de su actividad industrial, cubriendo el riesgo inherente a su actividad como constructor por los daños a terceras personas de los que puede resultar responsabilidad civil extracontractual a su cargo, por hechos nacidos de culpa o negligencia. Se entiende que esta responsabilidad civil debe quedar ampliada al campo de la responsabilidad civil patronal.

El contratista está obligado a la contratación de un seguro de la modalidad civil de todo riesgo a la construcción durante el plazo de ejecución de la obra y de ampliación

a un período de mantenimiento de un año, contado a partir de la fecha de la terminación definitiva de la obra.

### **2.2.6. Señalización de la obra**

#### Señalización de riesgos en el trabajo

Esta señalización debe cumplir con el contenido del Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, que desarrolla los preceptos específicos sobre señalización de riesgos en el trabajo según la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

#### Descripción técnica

Las señales serán nuevas, a estrenar. Con el fin de economizar costes se eligen y valoran los modelos adhesivos en tres tamaños comercializados: pequeño, mediano y grande. Las señales de riesgo en el trabajo se encuentran normalizadas según el Real Decreto 458/1997, de 14 de abril.

#### Normas para el montaje de las señales

- Las señales se ubicarán según se dicte en el Plan de Seguridad.
- Se pretende que por su integración en el entorno de la obra no sea ignorada por los trabajadores.
- Las señales permanecerán cubiertas por elementos opacos cuando el riesgo, recomendación o información que anuncian sea innecesario y no convenga por cualquier causa su retirada. Se mantendrá permanentemente un tajo de limpieza y mantenimiento de señales que garantice su eficacia.

### **2.2.7. Instalaciones de higiene y bienestar**

- Se dispondrá de vestuario, servicio higiénico y comedor, debidamente dotados.
- El vestuario dispondrá de taquillas individuales con llave, asientos y calefacción.
- Los servicios higiénicos tendrán lavabo y una ducha con agua fría y caliente por cada diez trabajadores, y un W.C. por cada 25 trabajadores, disponiendo de espejos y calefacción.

### **2.2.8. Formación e información a los trabajadores**

El Contratista adjudicatario está legalmente obligado a formar en el método de trabajo correcto a todo el personal a su cargo, es decir, en el método de trabajo seguro, de tal forma que todos los trabajadores de esta obra deberán tener conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, así como las conductas a observar en determinadas maniobras, del uso correcto de las protecciones colectivas y del de los equipos de protección individual necesarios para su protección.

Independientemente de la formación que reciban del tipo convencional, esta información específica se les dará por escrito.

Está prevista la realización de unos cursos de formación para los trabajadores, capaces de cubrir los siguientes objetivos generales:

- Divulgar los contenidos preventivos de ese estudio de Seguridad y Salud, una vez convertido en Plan de Seguridad y Salud aprobado.
- Comprender y aceptar su necesidad de aplicación. Crear entre los trabajadores un auténtico ambiente de prevención de riesgos laborales.

Las fechas en las que se impartirán los cursos de formación en la prevención de riesgos laborales deben ser suministradas por el Contratista adjudicatario.

### **2.2.9. Control de entrega de los equipos de protección individual**

El Contratista adjudicatario incluirá en el plan de Seguridad y Salud el modelo del “parte de entrega de equipos de protección individual”, que deberá presentarlo para su aprobación por la Dirección Facultativa de la Seguridad y Salud. Contendrá como mínimo los siguientes datos:

- Número del parte.
- Identificación del Contratista principal.
- Empresa afectada por el control, sea principal, subcontratista o autónomo.
- Nombre del trabajador que recibe los equipos de protección individual.
- Oficio o empleo que desempeña.
- Categoría profesional.
- Listado de equipos de protección individual que recibe el trabajador.
- Firma del trabajador que recibe el equipo de protección individual.
- Firma y sello de la empresa principal.

Estos partes estarán confeccionados por duplicado. El original de ellos quedará archivado en poder del Encargado de Seguridad y Salud y la copia se entregará a la Dirección Facultativa de Seguridad y Salud.

### **2.2.10. Normas para la certificación de elementos de seguridad**

Una vez al mes, la constructora extenderá la valoración que, en materia de seguridad, se hubiesen realizado en la obra. La valoración se debe hacer conforme a este estudio, y de acuerdo con los precios contratados por la propiedad. La valoración será visada y aprobada por la Dirección Facultativa, y sin este requisito no podrá ser abonada por la propiedad. El abono de las certificaciones se ha de hacer conforme se estipule en el contrato de obra.

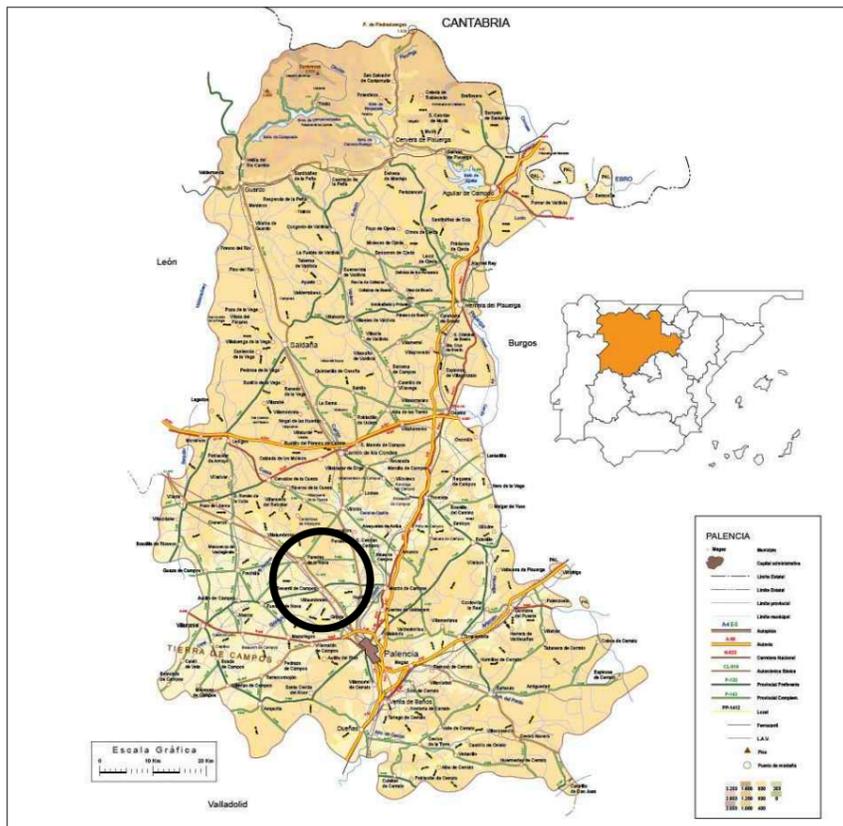
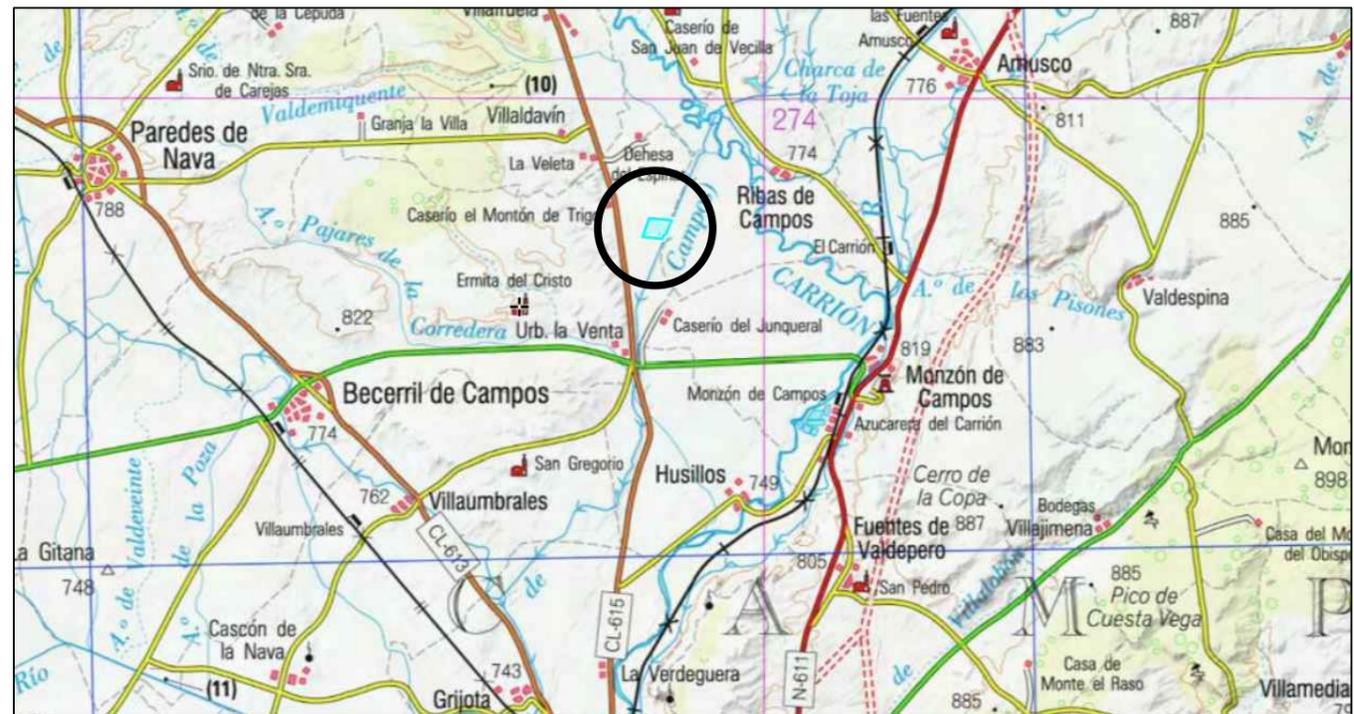
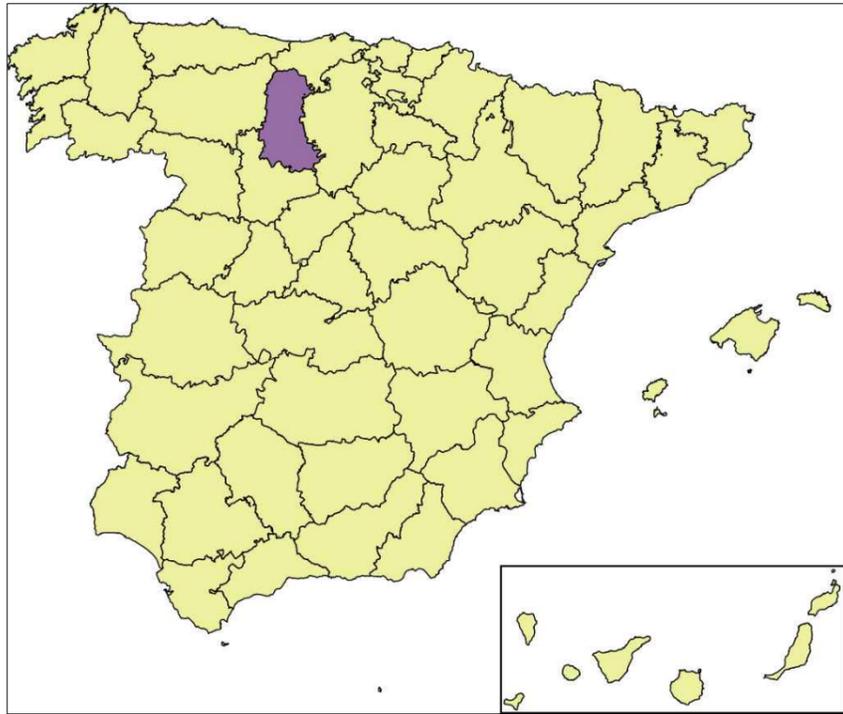
Se tendrá en cuenta a la hora de redactar el presupuesto de este estudio sólo las partidas que intervienen como medidas de Seguridad e Higiene, haciendo omisión de medios auxiliares, sin los cuales la obra no se podría realizar.

En caso de ejecutar en obra unidades no previstas en el presente presupuesto, se han de definir totalmente y correctamente las mismas y se les adjudicará el precio correspondiente precediéndose para su abono, tal y como se indica en los apartados anteriores.

Si se plantea una revisión de precios, el Contratista ha de comunicar esta proposición a la propiedad por escrito, habiéndose obtenido la aprobación previa de la Dirección Facultativa.

En Palencia, febrero de 2019  
Fdo.: Pablo Villán Abad  
Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

# DOCUMENTO 2: PLANOS



 <b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b>		
Proyecto de plantación de manzano en regadío en el término municipal de Becerril de Campos (Palencia)		
TÍTULO DEL PROYECTO		
PROMOTOR Alejandro Villán Abad	ESCALA Varias	Nº PLANO 1
TÍTULO DEL PLANO Situación y emplazamiento		TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural ALUMNIA: Pablo Villán Abad FECHA: 15 de febrero de 2019

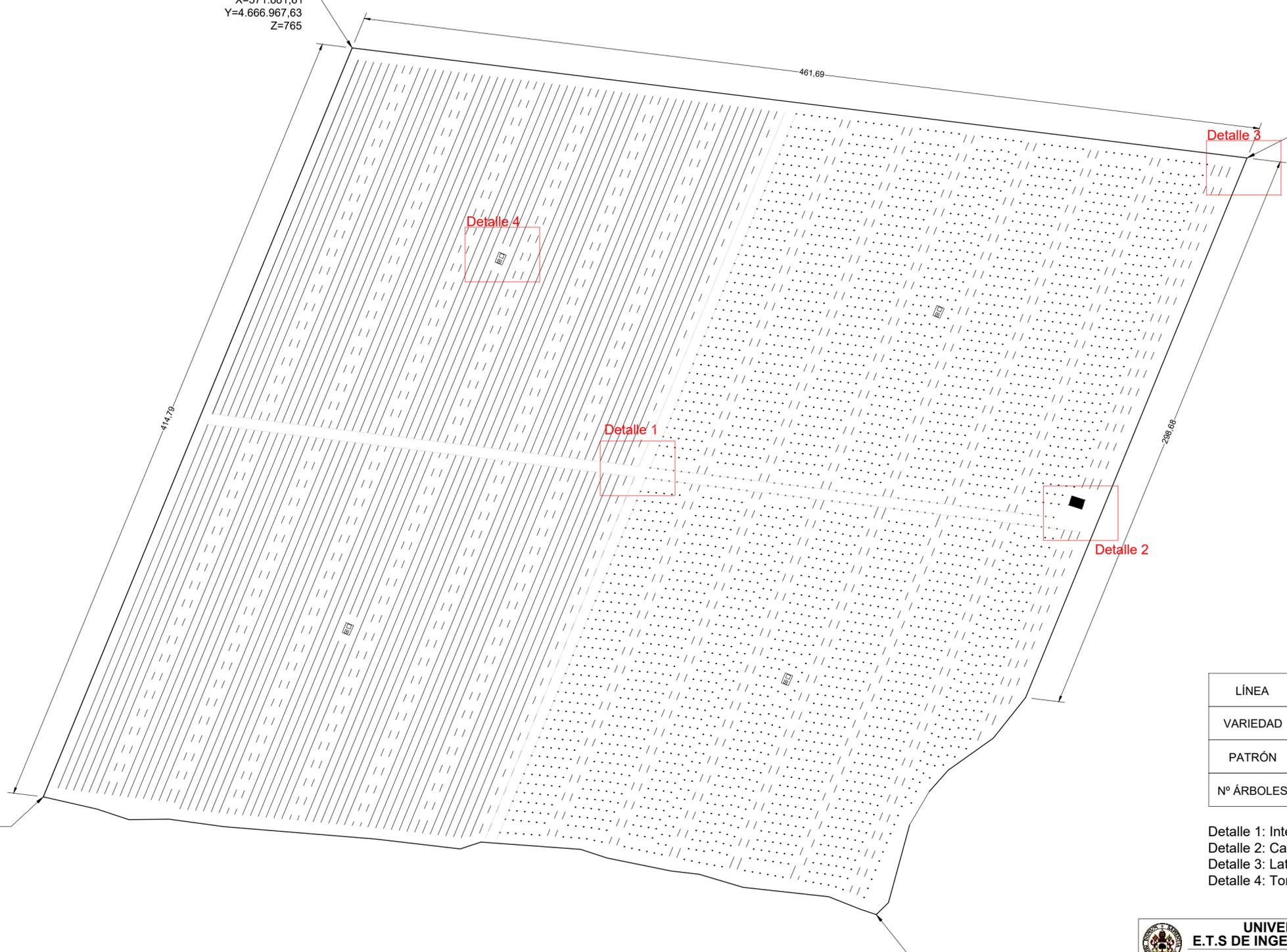


X=371.881,61  
Y=4.666.967,63  
Z=765

X=372.342,28  
Y=4.666.910,14  
Z=763

X=371.727,99  
Y=4.666.646,06  
Z=765

X=372.151,19  
Y=4.666.622,89  
Z=764



LÍNEA	—————	.....	- - - - -
VARIEDAD	GOLDEN PARSI	GOLDEN CRIELAARD	BROOKFIELD GALA
PATRÓN	M-9 PAJAM-2	M-9 PAJAM-2	M-9 PAJAM-1
Nº ÁRBOLES	13.829	13.502	9.343

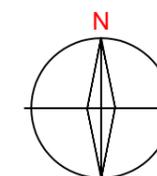
- Detalle 1: Intersección de caminos
- Detalle 2: Caseta de Riego
- Detalle 3: Lateral de la plantación
- Detalle 4: Torre antihelada

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

Proyecto de plantación de manzano en regadío en el término municipal de Becerril de Campos (Palencia)  
TÍTULO DEL PROYECTO

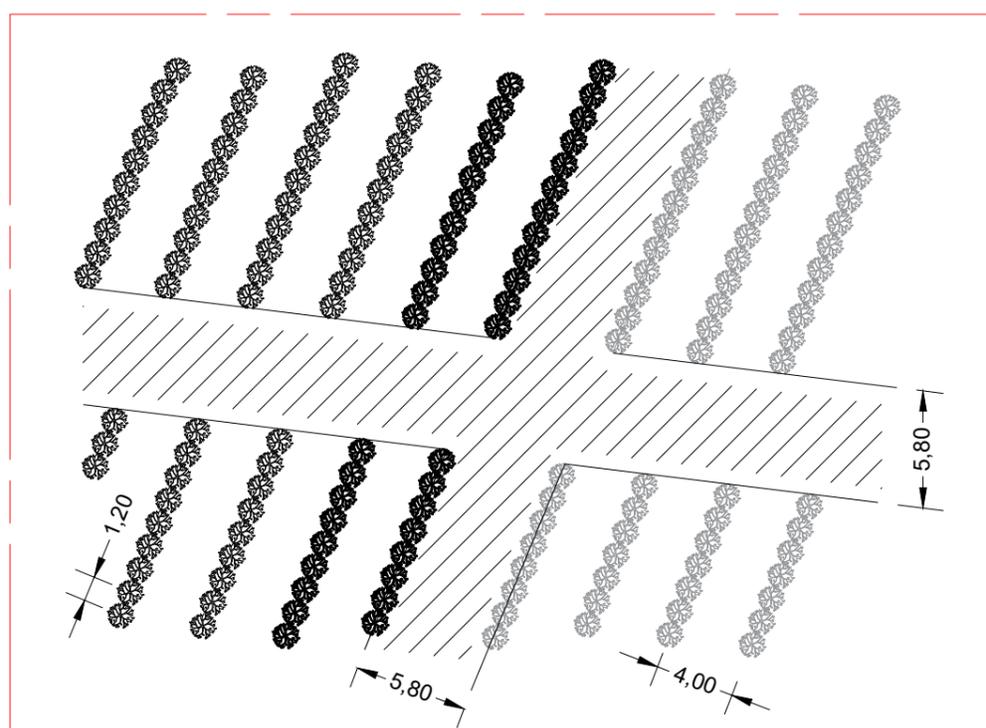
<b>Alejandro Villán Abad</b>	<b>1:1700</b>	<b>2</b>
<small>PROMOTOR</small>	<small>ESCALA</small>	<small>Nº PLANO</small>

<b>Distribución general de la plantación</b>	<small>TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural</small> <small>ALUMNO/A: Pablo Villán Abad</small> <small>FECHA: 15 de febrero de 2019</small>
<small>TÍTULO DEL PLANO</small>	<small>FIRMA</small>



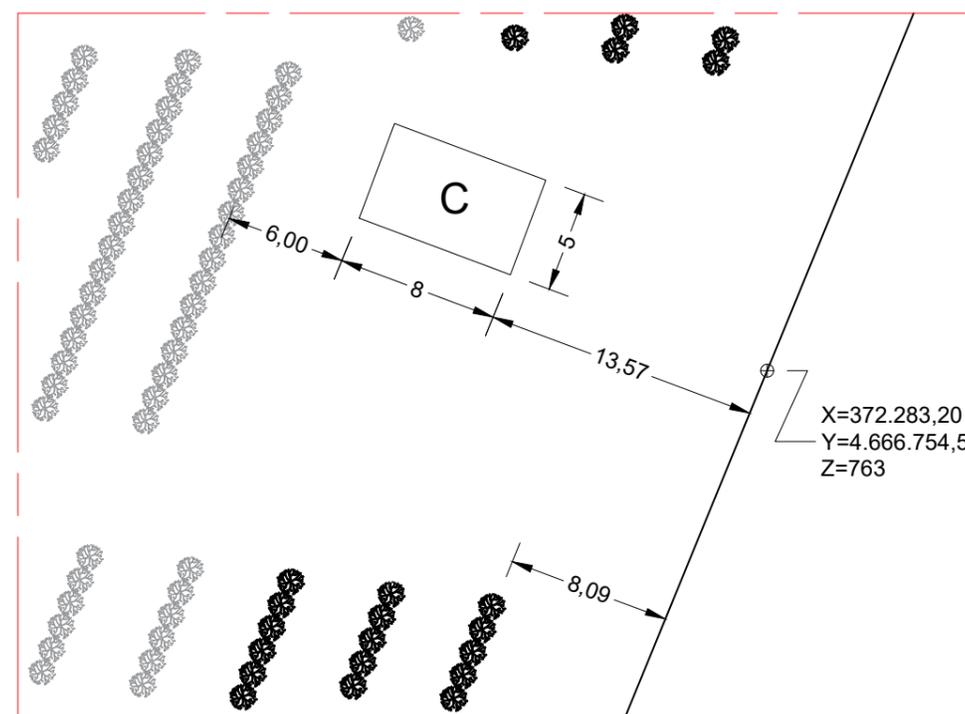
# Detalle 1

Intersección de caminos



# Detalle 2

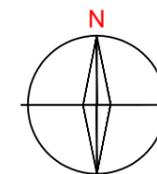
Caseta de riego



Leyenda:

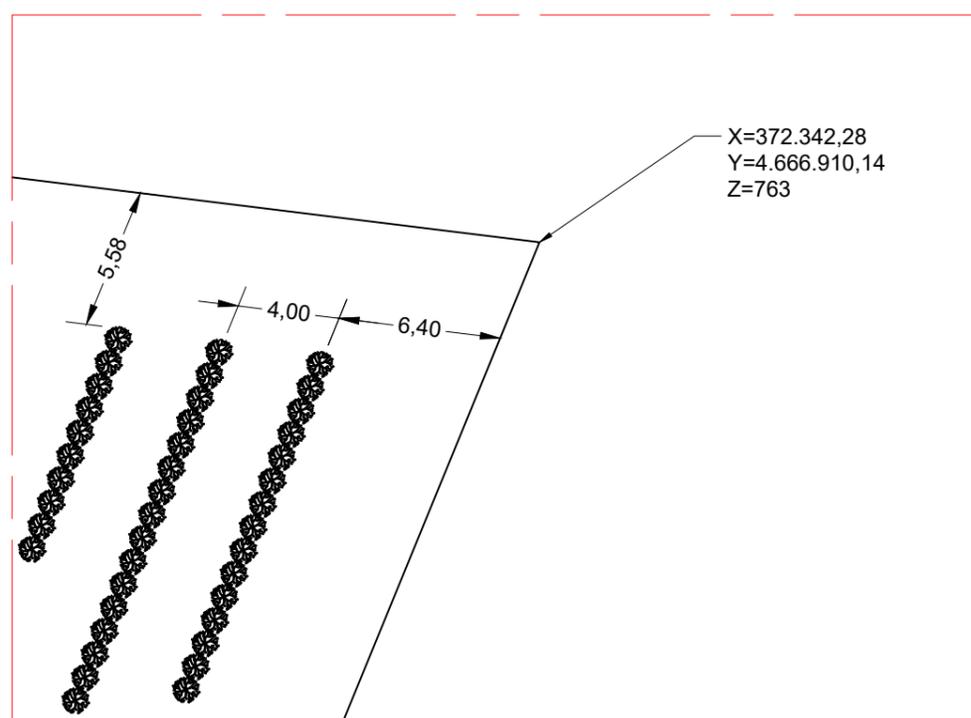
-  Brookfield Gala
-  Golden Parsi
-  Golden Crielaard
- C** Caseta de Riego

 <b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b> 		
Proyecto de plantación de manzano en regadío en el término municipal de Becerril de Campos (Palencia)		
TÍTULO DEL PROYECTO _____		
PROMOTOR <b>Alejandro Villán Abad</b>	ESCALA <b>1:350</b>	N° PLANO <b>3</b>
TÍTULO DEL PLANO <b>Detalle de la plantación N°1 y N°2</b>		TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural ALUMNO/A: <b>Pablo Villán Abad</b> FECHA: 15 de febrero de 2019 FIRMA _____



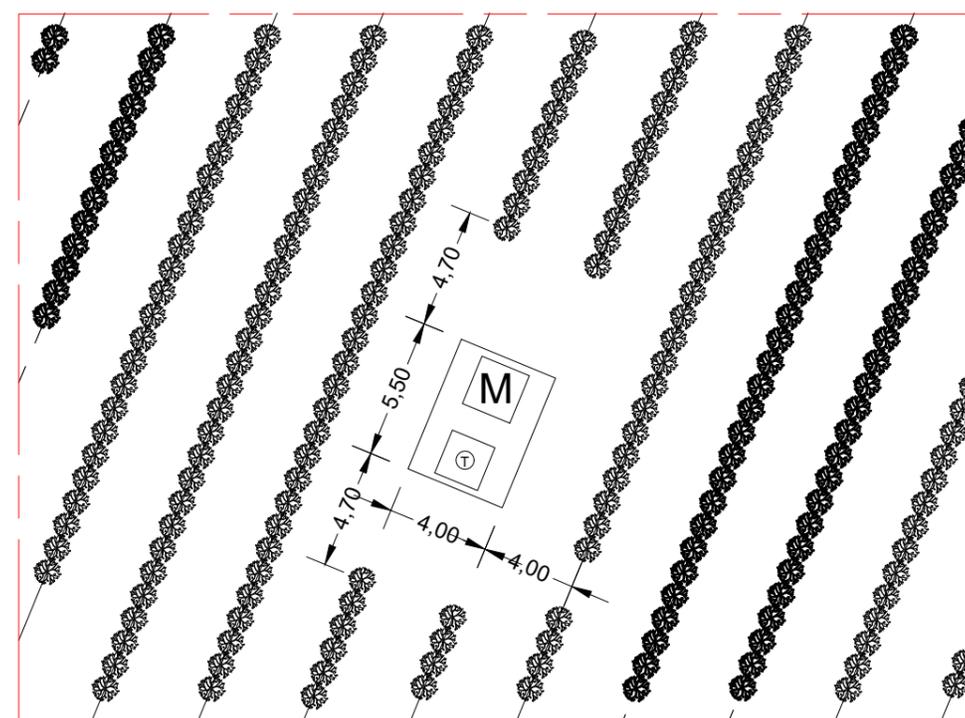
## Detalle 3

Lateral de la plantación



## Detalle 4

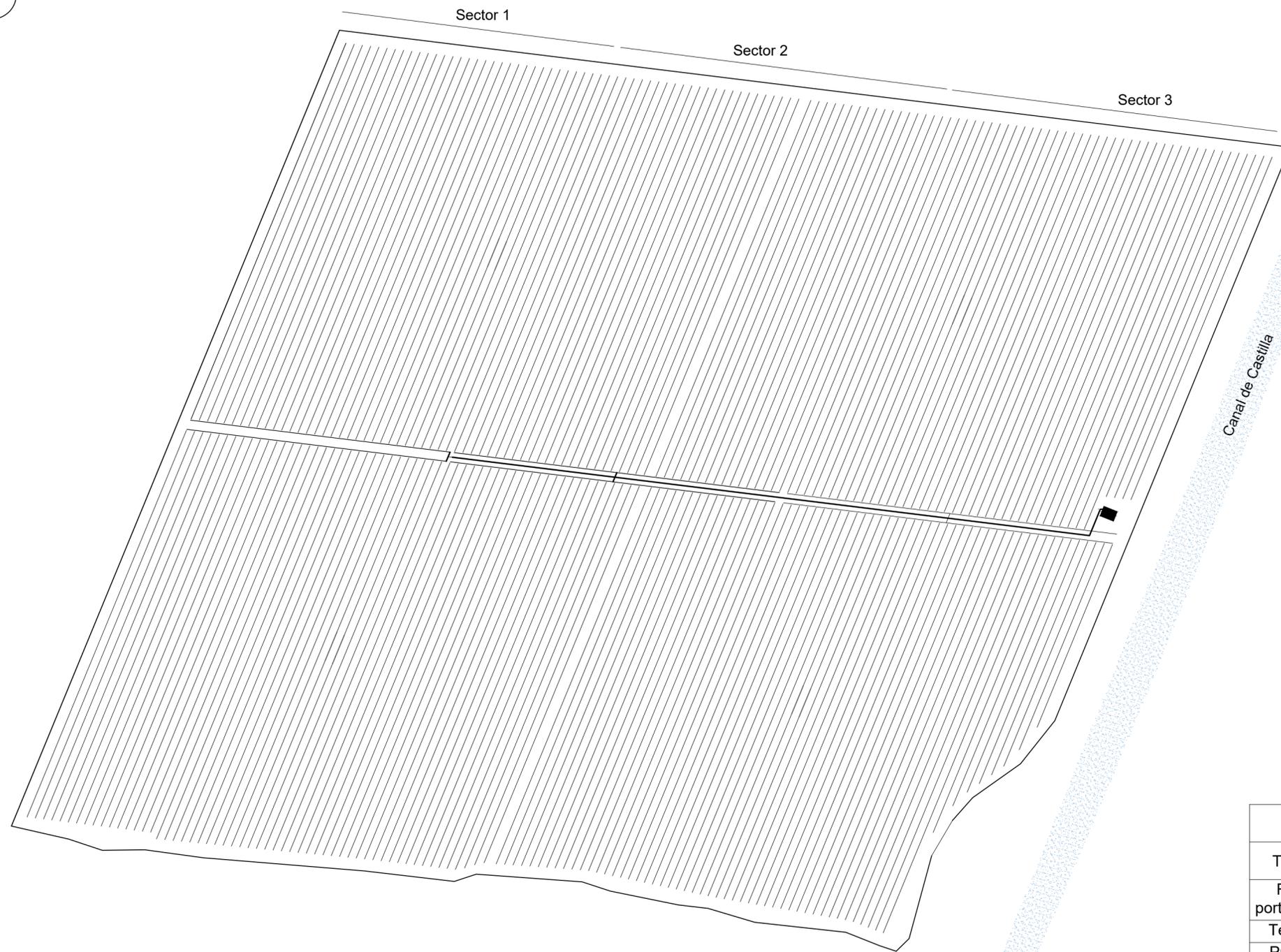
Torre antihelada



Leyenda:

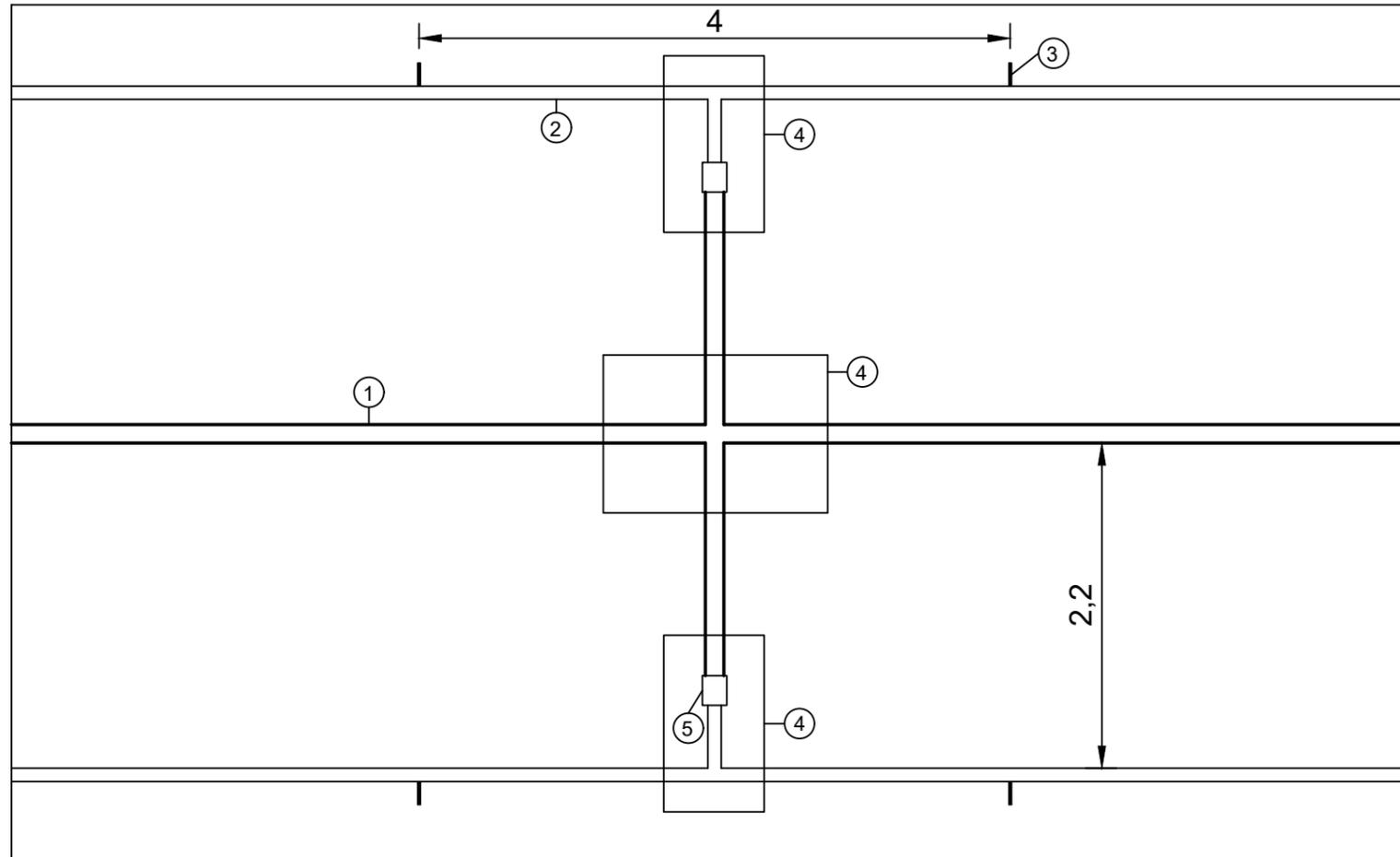
-  Brookfield Gala
-  Golden Parsi
-  Golden Crielaard
- T** Torre antihelada
- M** Motor

 <b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b> 		
Proyecto de plantación de manzano en regadío en el término municipal de Becerril de Campos (Palencia) TÍTULO DEL PROYECTO _____		
PROMOTOR <b>Alejandro Villán Abad</b>	ESCALA <b>1:350</b>	Nº PLANO <b>4</b>
TÍTULO DEL PLANO <b>Detalle de la plantación N°3 y N°4</b>	TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural ALUMNO/A: <b>Pablo Villán Abad</b> FECHA: 15 de febrero de 2019	
		FIRMA _____

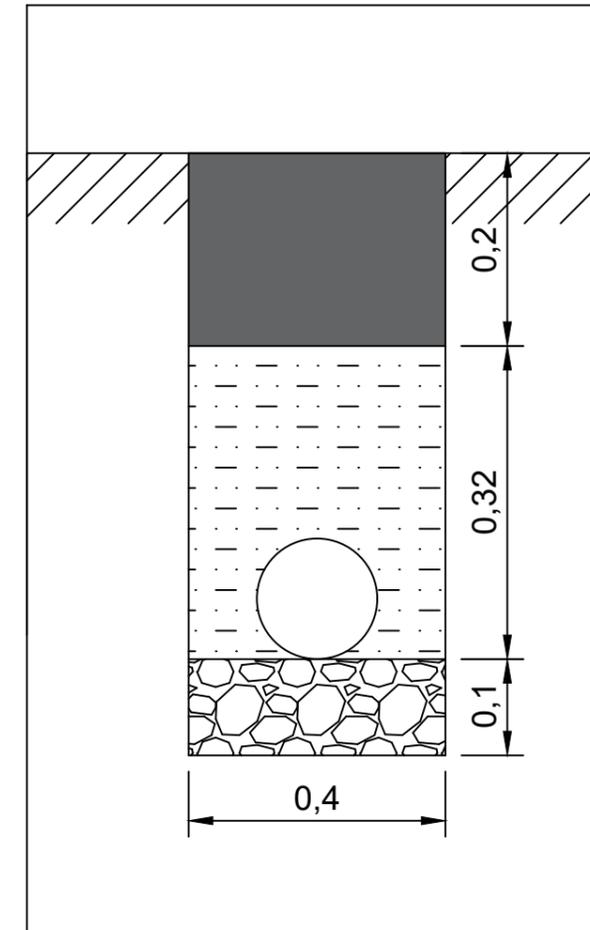


Leyenda				
Tubería	Material	Diámetro nominal	Presión nominal	Longitud
Ramal portagoteros	PEBD	20 mm	41,32 m.c.a.	45.670,2 m
Terciaria	PVC	90 mm	60 m.c.a.	885,3400
Primaria	PVC	125 mm	60 m.c.a.	326,1400

 <b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b> Proyecto de plantación de manzano en regadío en el término municipal de Becerril de Campos (Palencia) TÍTULO DEL PROYECTO				
Alejandro Villán Abad PROMOTOR		1:1700 ESCALA	5 Nº PLANO	
Distribución del sistema de riego TÍTULO DEL PLANO			TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural ALUMNO/A: Pablo Villán Abad FECHA: 15 de agosto de 2018 FIRMA	



Escala: 1:45



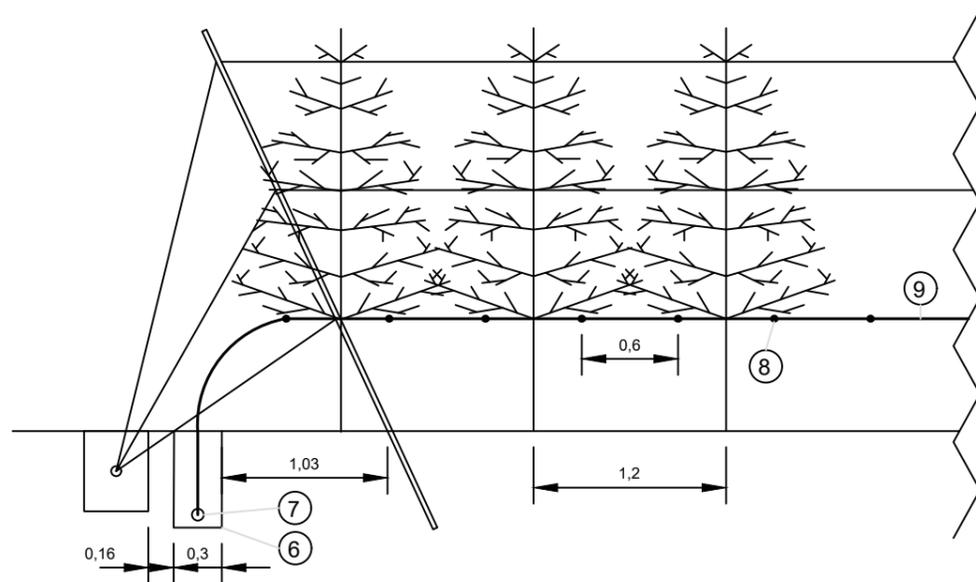
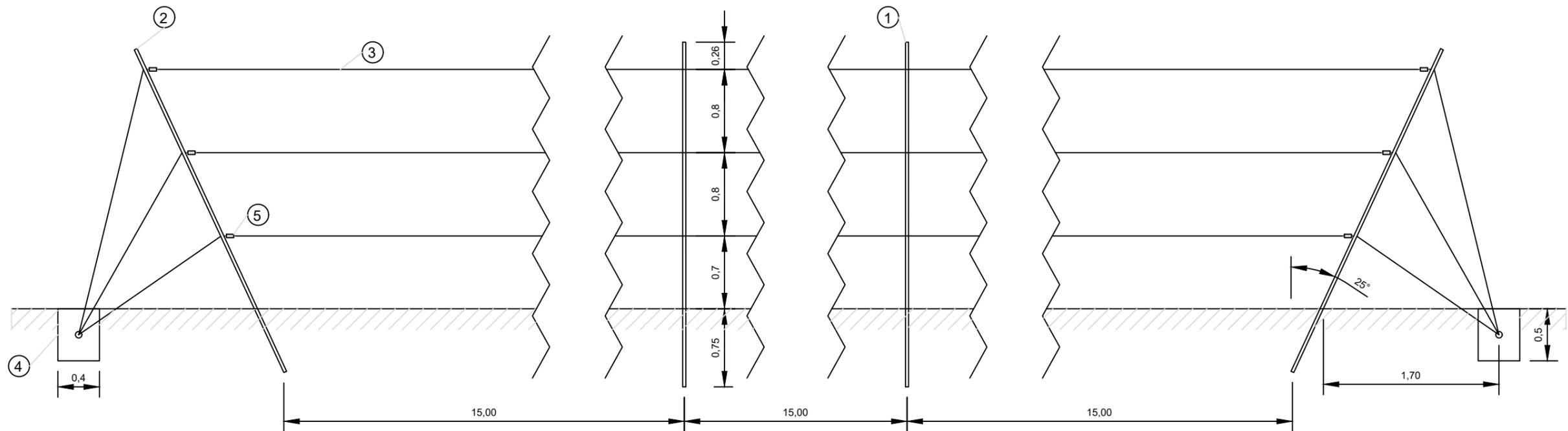
Escala: 1:7,5

Leyenda

-  Solera e = 15 cm
-  Capa de zahorra compactada e = 20 cm
-  Hormigón de limpieza e = 10 cm
-  ME 200 x 200 SØ6 3000 x 2000 cm

- |                                     |
|-------------------------------------|
| 1. Tubería primaria Ø125, PVC       |
| 2. Tubería terciaria Ø90, PVC       |
| 3. Ramal portagoteros Ø20, PEBD     |
| 4. Arqueta de hormigón prefabricado |
| 5. Electroválvula                   |

 <b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b> 		
Proyecto de plantación de manzano en regadío en el término municipal de Becerril de Campos (Palencia)		
TÍTULO DEL PROYECTO		
PROMOTOR <b>Alejandro Villán Abad</b>	ESCALA <b>Varias</b>	N° PLANO <b>6</b>
TÍTULO DEL PLANO <b>Detalles de la red de riego</b>		TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural ALUMNO/A: <b>Pablo Villán Abad</b>
FECHA: 15 de febrero de 2019		FIRMA



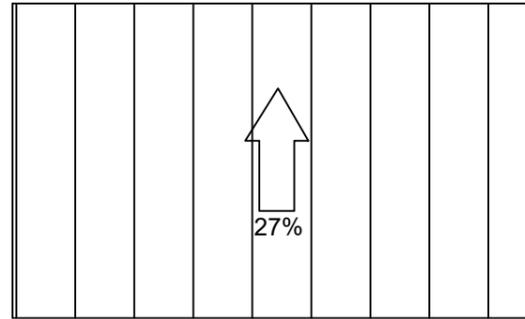
Leyenda	
1. Poste intermedio de acero galvanizado Ø30x2	6. Arqueta
2. Poste terminal de acero galvanizado Ø30x2	7. Tubería terciaria Ø90, PVC
3. Alambre de acero galvanizado Ø3	8. Ramal portagoteros Ø20, PEBD
4. Dado de hormigón para el anclaje de los cables tensores (0,4x0,5x0,5)	9. Emisor autocompensante q = 2 l/h
5. Tensor	


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

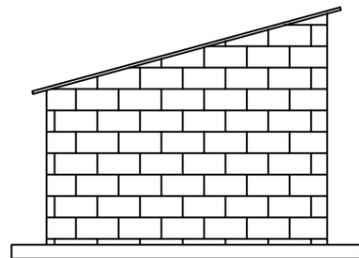

Proyecto de plantación de manzano en regadío en el término municipal de Becerril de Campos (Palencia)  
 TÍTULO DEL PROYECTO \_\_\_\_\_

PROMOTOR <b>Alejandro Villán Abad</b>	ESCALA <b>1:45</b>	N° PLANO <b>7</b>
---------------------------------------	--------------------	-------------------

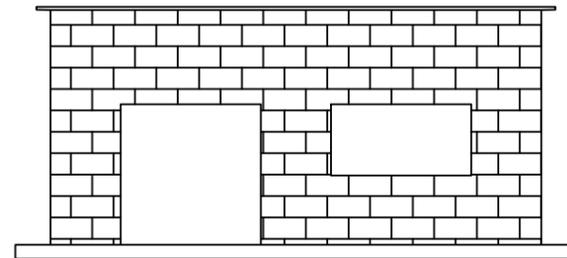
TÍTULO DEL PLANO <b>Plano detalle de la espaldera y ramales portagoteros</b>	TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural ALUMNO/A: <b>Pablo Villán Abad</b> FECHA: 15 de febrero de 2019 FIRMA _____
------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



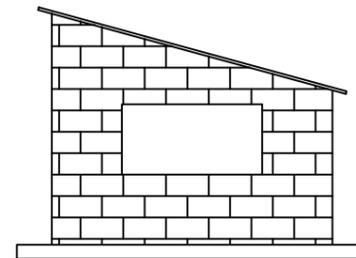
Cubierta



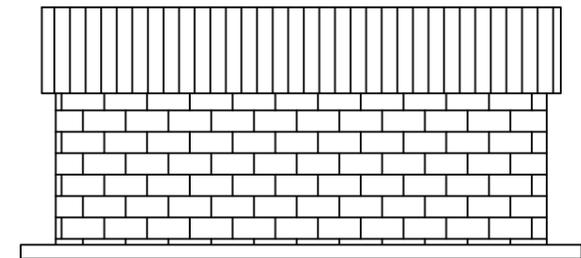
Alzado O



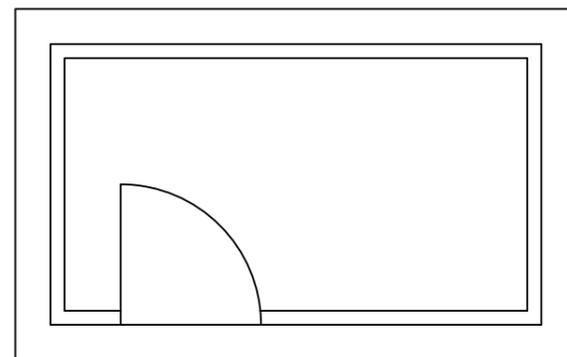
Alzado S



Alzado E



Alzado N



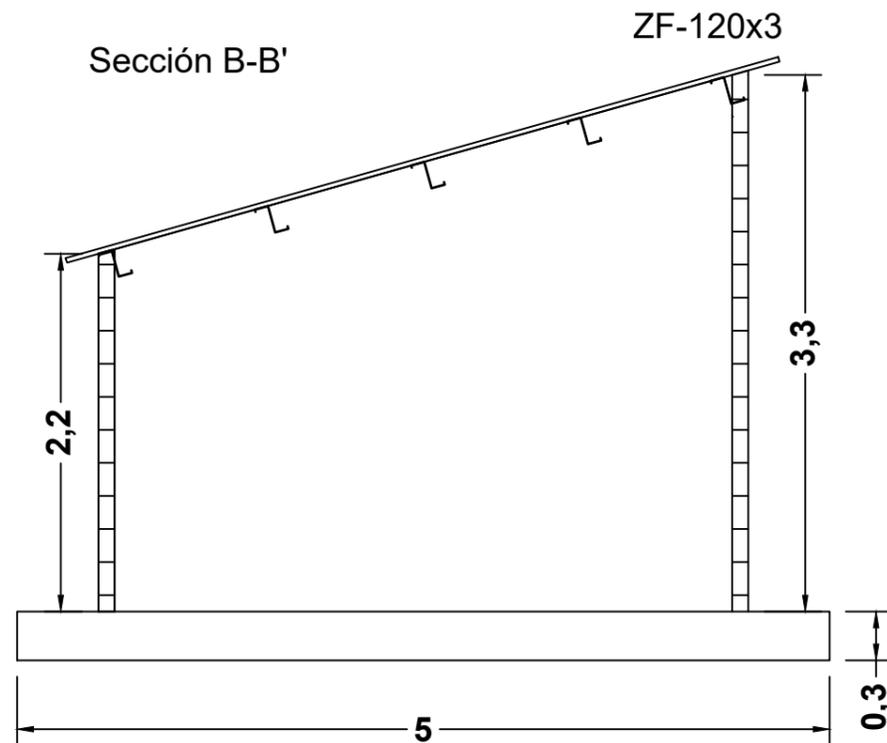
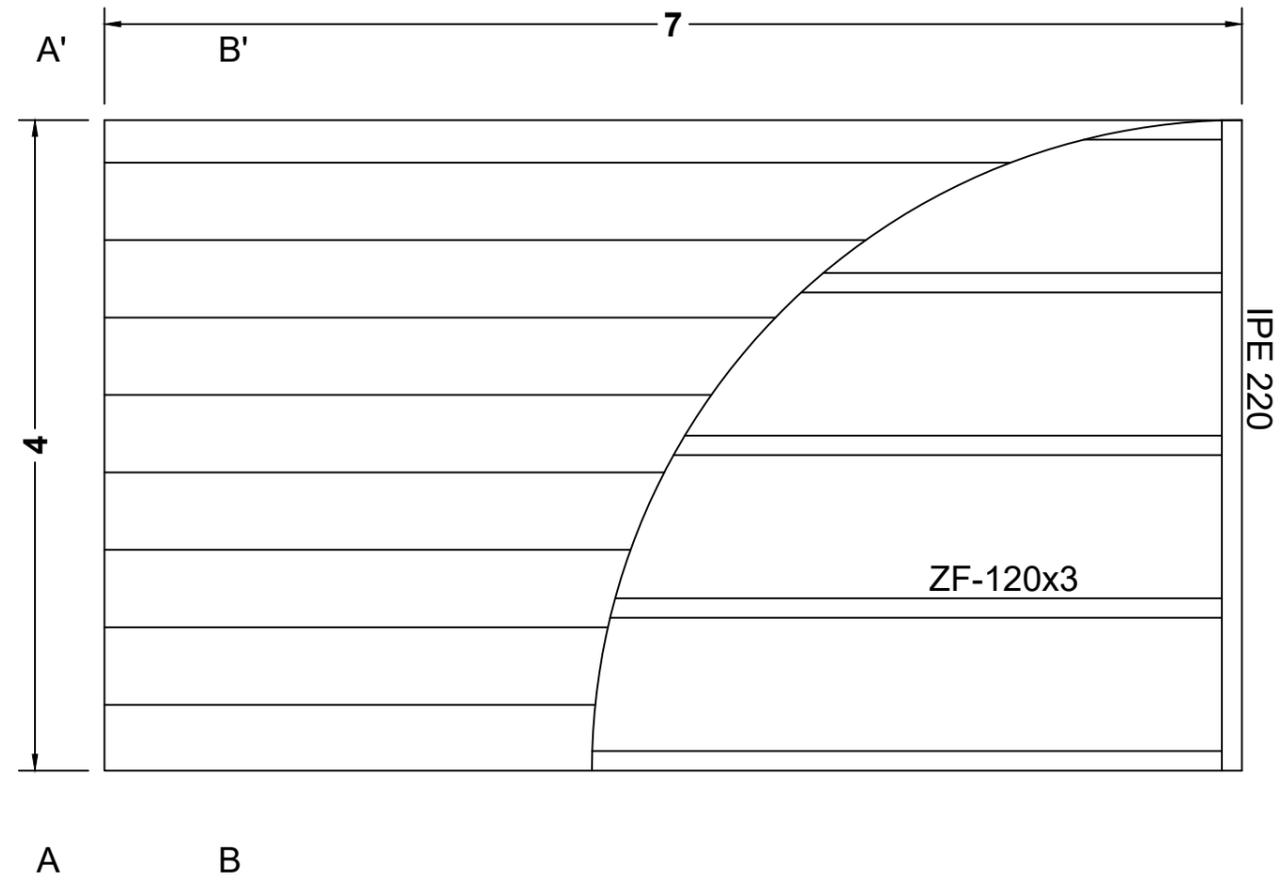
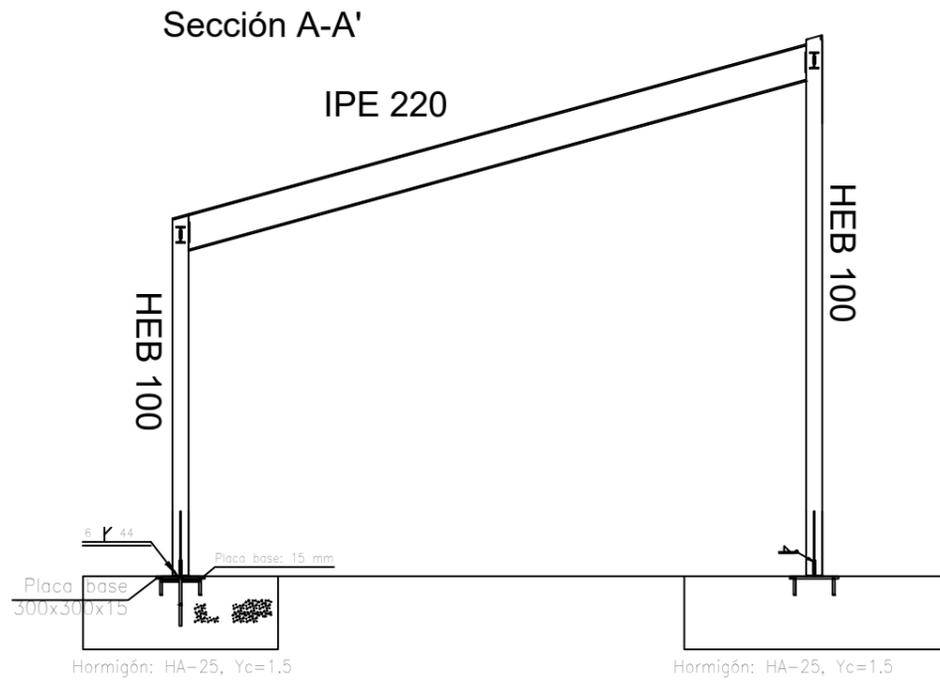
Alzado N

Alzado O

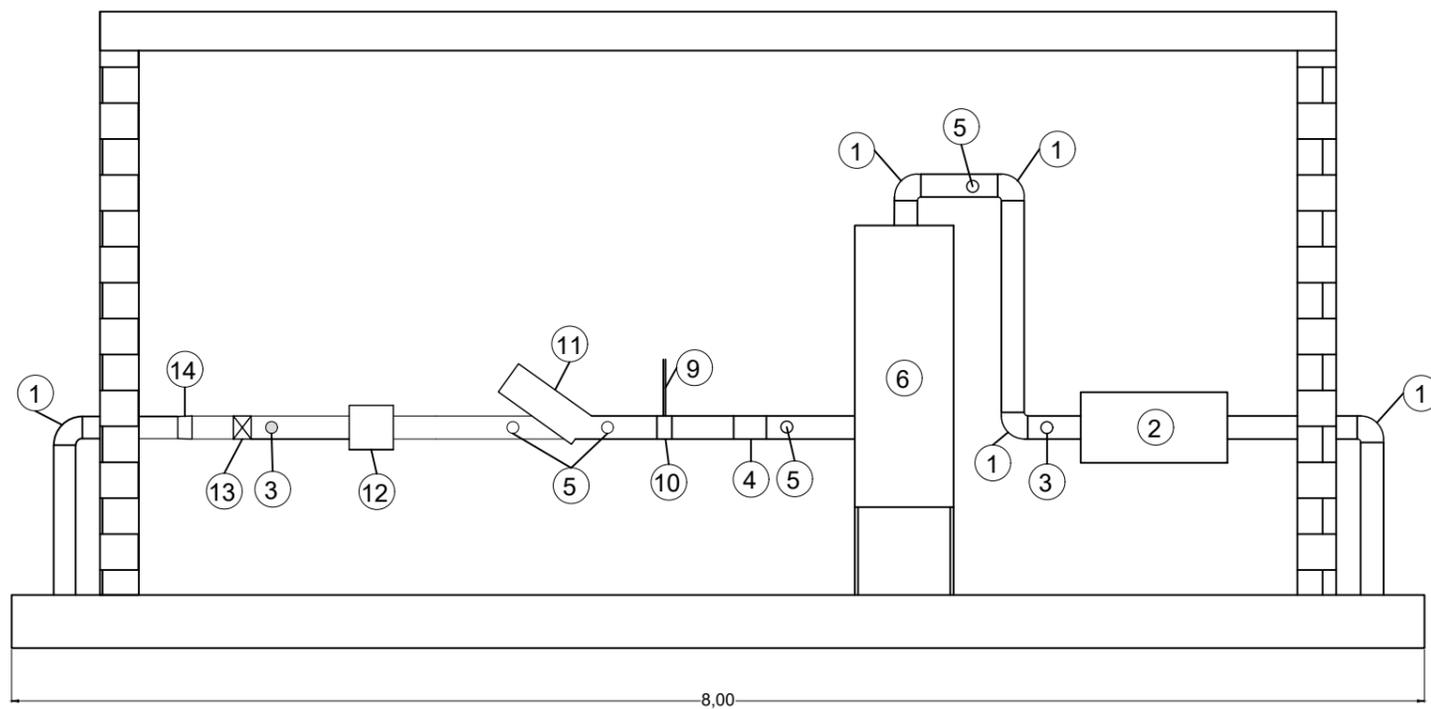
Alzado E

Alzado S

	<b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b>		
	Proyecto de plantación de manzano en regadío en el término municipal de Becerril de Campos (Palencia)		
TÍTULO DEL PROYECTO _____		ESCALA <b>1:100</b>	Nº PLANO <b>8</b>
PROMOTOR <b>Alejandro Villán Abad</b>		TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural ALUMNO/A: <b>Pablo Villán Abad</b>	
TÍTULO DEL PLANO <b>Alzados de la caseta de riego</b>		FECHA: 15 de febrero de 2019 _____ FIRMA _____	



 <b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b> 		
Proyecto de plantación de manzano en regadío en el término municipal de Becerril de Campos (Palencia)		
TÍTULO DEL PROYECTO _____		
PROMOTOR <b>Alejandro Villán Abad</b>	ESCALA <b>1:45</b>	N° PLANO <b>9</b>
TÍTULO DEL PLANO <b>Secciones de la caseta de riego</b>		TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural ALUMNO/A: <b>Pablo Villán Abad</b>
FECHA: 15 de febrero de 2019		FIRMA _____



#### ELEMENTOS DEL CABEZAL DE RIEGO

1. Codo 90°, ø130, PVC	10. Punto de inyección de fertilizantes
2. Grupo de bombeo 15 kW	11. Filtro de malla en Y con brida, 4"
3. Válvula de compuerta y purgador 3 1/2"	12. Contador tipo Woltmann 4"
4. Te, ø130, PVC	13. Electroválvula 3 1/2"
5. Manómetro	14. Reducción de ø130 a ø125
6. Filtro de arena con brida 4"	15. Codo 90°, ø125, PVC
7. Tubería de retrolavado ø40, PVC	16. Depósito de fertilizantes, 1000L
8. Válvula de bola 1 1/2"	17. Programador con 4 estaciones
9. Tubería de inyección de fertilizantes, ø12, PVC8. Válvula de bola 1 1/2"	



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



Proyecto de plantación de manzano en regadío en el término municipal de Becerril de Campos (Palencia)

TÍTULO DEL PROYECTO \_\_\_\_\_

Alejandro Villán Abad

PROMOTOR \_\_\_\_\_

1:40

ESCALA \_\_\_\_\_

10

Nº PLANO \_\_\_\_\_

Alzado del cabezal de riego

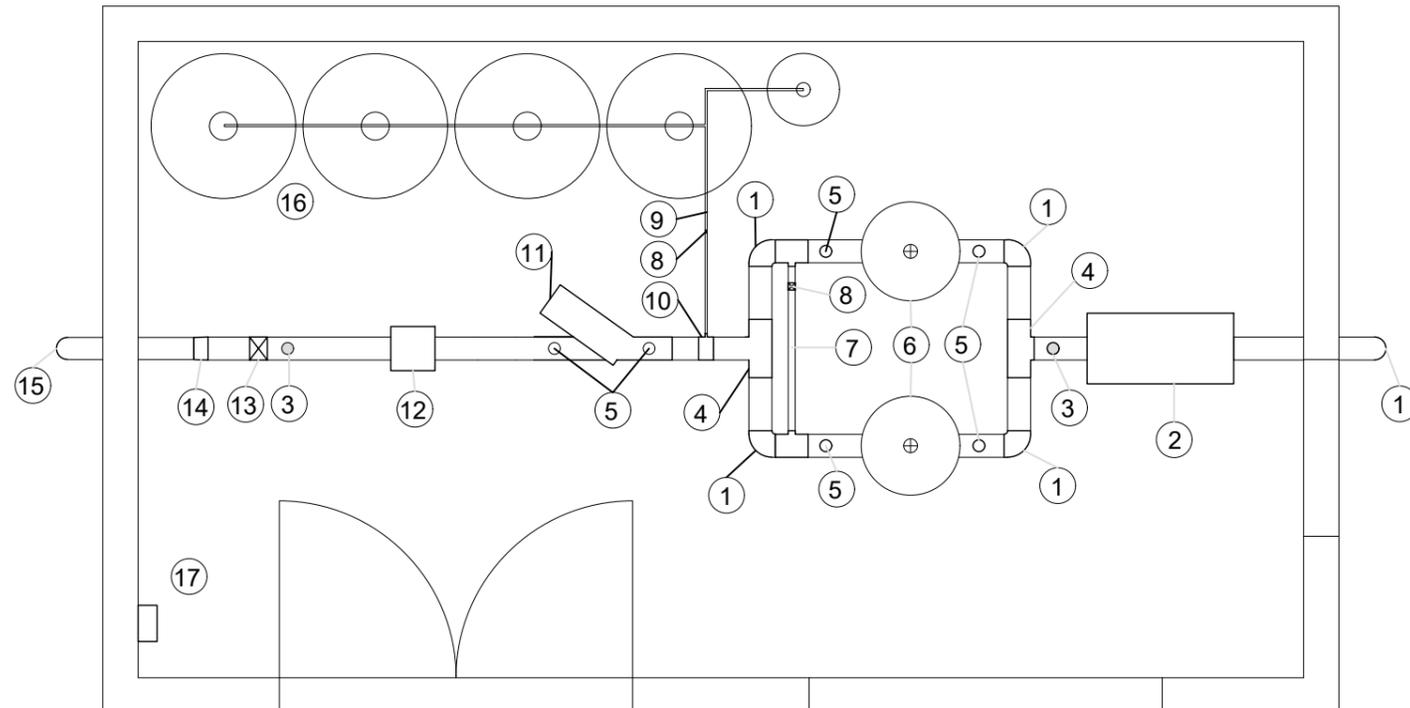
TÍTULO DEL PLANO \_\_\_\_\_

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

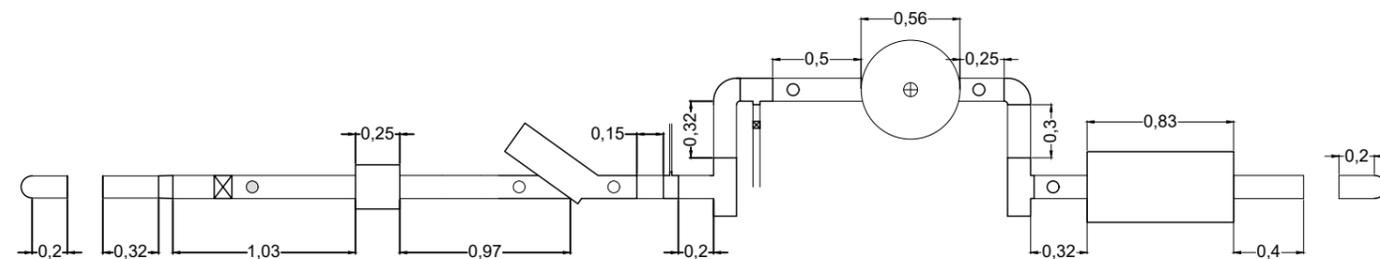
ALUMNO/A: Pablo Villán Abad

FECHA: 15 de febrero de 2019

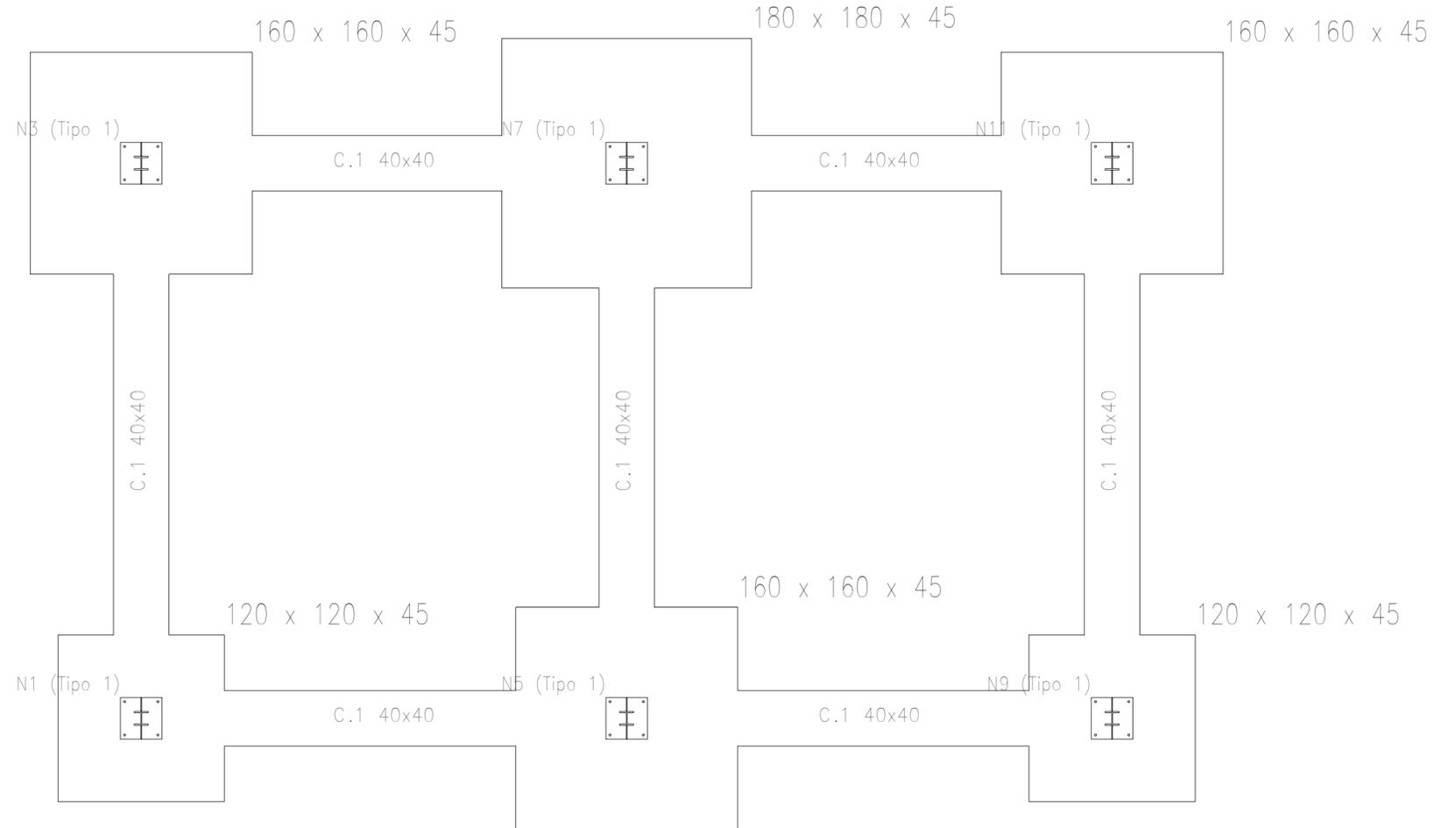
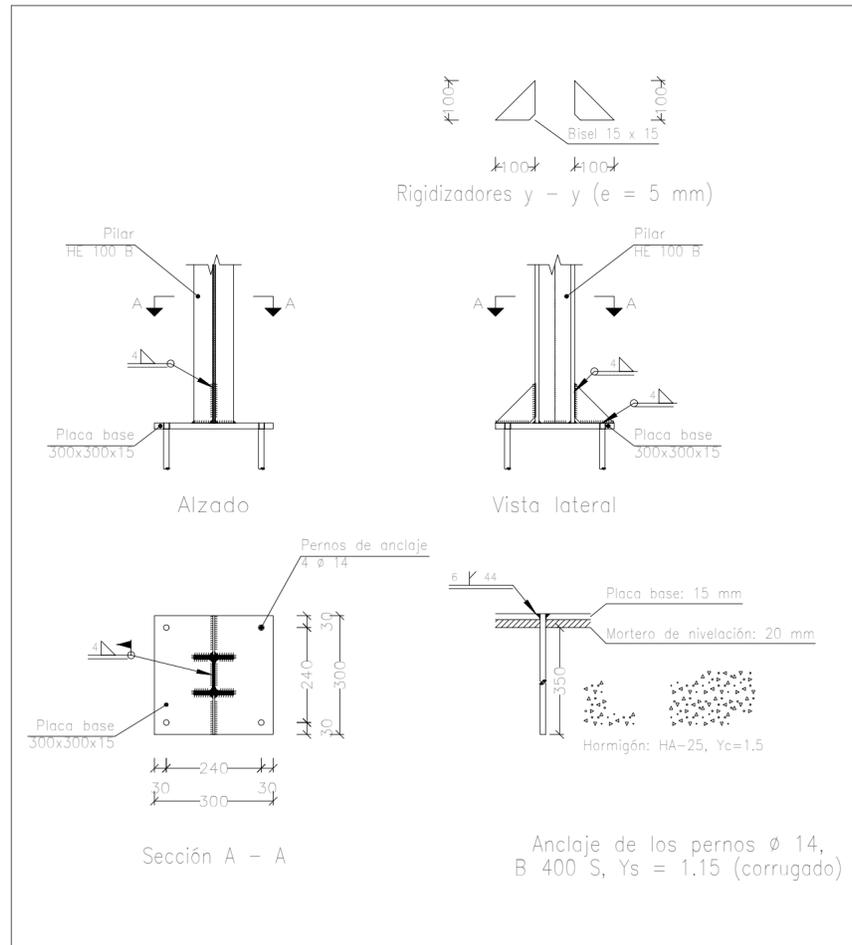
FIRMA \_\_\_\_\_



ELEMENTOS DEL CABEZAL DE RIEGO	
1. Codo 90°, ø130, PVC	10. Punto de inyección de fertilizantes
2. Grupo de bombeo 15 kW	11. Filtro de malla en Y con brida, 4"
3. Válvula de compuerta y purgador 3 1/2"	12. Contador tipo Woltmann 4"
4. Te, ø130, PVC	13. Electroválvula 3 1/2"
5. Manómetro	14. Reducción de ø130 a ø125
6. Filtro de arena con brida 4"	15. Codo 90°, ø125, PVC
7. Tubería de retrolavado ø40, PVC	16. Depósito de fertilizantes, 1000L
8. Válvula de bola 1 1/2"	17. Programador con 4 estaciones
9. Tubería de inyección de fertilizantes, ø12, PVC	
8. Válvula de bola 1 1/2"	



 <b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b> 		
Proyecto de plantación de manzano en regadío en el término municipal de Becerril de Campos (Palencia)		
TÍTULO DEL PROYECTO _____		
PROMOTOR <b>Alejandro Villán Abad</b>	ESCALA <b>1:40</b>	N° PLANO <b>11</b>
TÍTULO DEL PLANO <b>Cabezal de riego</b>		TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural ALUMNO/A: <b>Pablo Villán Abad</b>
FECHA: 15 de febrero de 2019		FIRMA _____



Resumen Acero Elemento, Viga y Placa de anclaje		Long. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
B 500 S, Ys=1.15	Ø8	77.1	33	
	Ø12	296.1	289	322



Cuadro de arranques		
Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje
N1, N3, N5, N7, N9 y N11	4 Pernos Ø 14	Placa base (300x300x15)


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

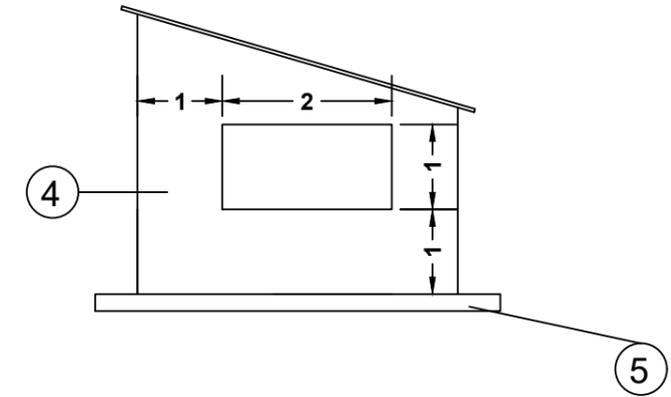
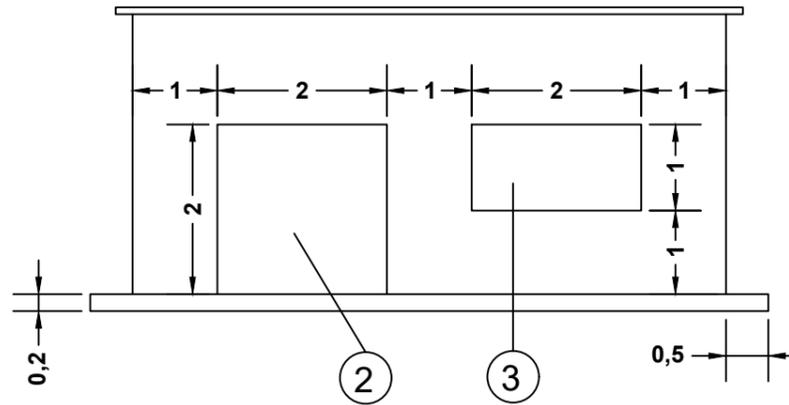
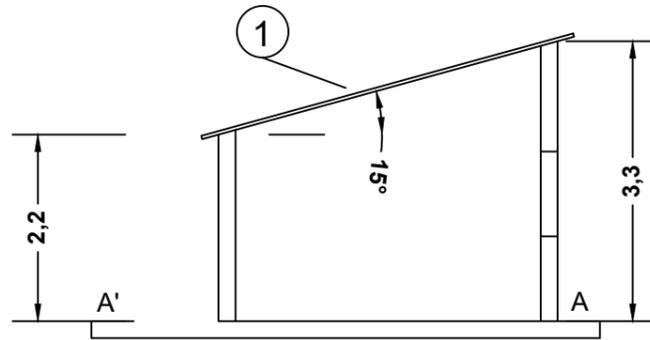

Proyecto de plantación de manzano en regadío en el término municipal de Becerril de Campos (Palencia)

TÍTULO DEL PROYECTO \_\_\_\_\_

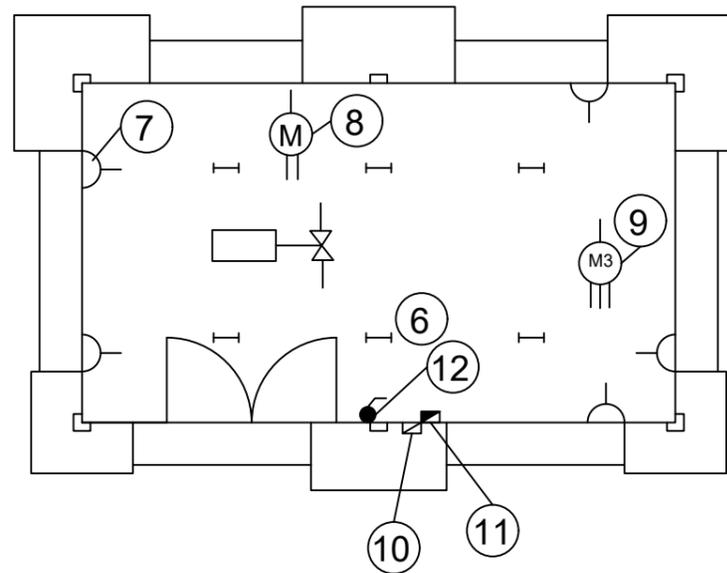
PROMOTOR: **Alejandro Villán Abad**      ESCALA: **Varias**      Nº PLANO: **12**

TÍTULO DEL PLANO: **Cimentación y anclaje de la caseta de riego**

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural  
 ALUMNO/A: **Pablo Villán Abad**  
 FECHA: 15 de febrero de 2019      FIRMA: \_\_\_\_\_

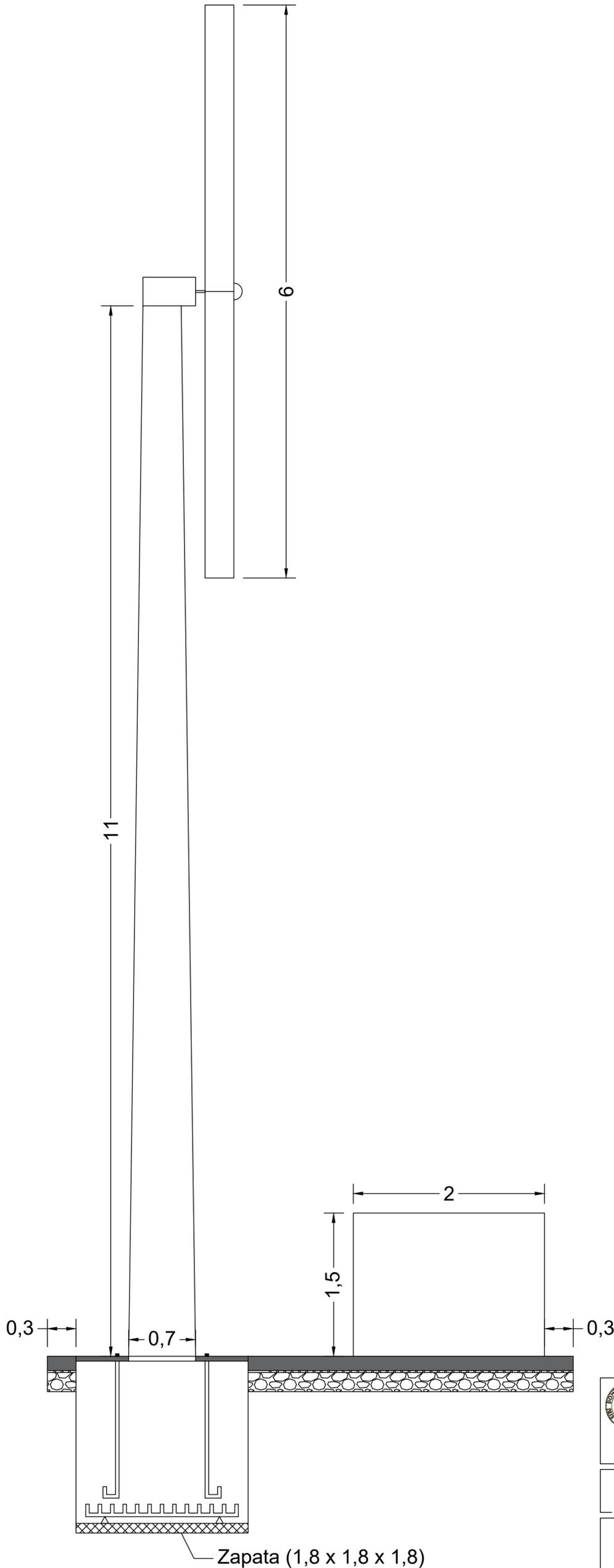


### Instalación Eléctrica



Leyenda	
1.	Cubierta tipo Sándwich de 40 mm de espesor
2.	Puerta basculante de 200x200 m de aluminio lacado blanco
3.	Ventana corredera de 100x200 cm de aluminio anodizado de 60 micras
4.	Muros de carga de bloques de hormigón 40x20x20 cm
5.	Losa de hormigón de 20 cm de espesor de HA-25/P/20/I con 100 kg/m3 de acero B500S
6.	Luminaria
7.	Enchufe 16A `P+T
8.	Motor monofásico 1,5 kW. Bomba inyectora
9.	Motor trifásico
10.	Cuadro general de protección + Contador
11.	Cuadro secundario
12.	Interruptor

	<b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b>		
	Proyecto de plantación de manzano en regadío en el término municipal de Becerril de Campos (Palencia)		
TÍTULO DEL PROYECTO _____			
PROMOTOR <b>Alejandro Villán Abad</b>		ESCALA <b>1:85</b>	Nº PLANO <b>13</b>
<b>Detalles de la caseta de riego y sistema eléctrico</b>		TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural ALUMNO/A: <b>Pablo Villán Abad</b>	
TÍTULO DEL PLANO _____		FECHA: 15 de febrero de 2019 FIRMA _____	



Zapata (1,8 x 1,8 x 1,8)

**Leyenda**

-  Solera e = 15 cm
-  Capa de zahorra compactada e = 20 cm
-  Hormigón de limpieza e = 10 cm
-  ME 200 x 200 SØ6 3000 x 2000 cm

	<b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b>		
	<b>E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b>		
Proyecto de plantación de manzano en regadío en el término municipal de Becerril de Campos (Palencia)			
TÍTULO DEL PROYECTO _____			
PROMOTOR	ALEJANDRO VILLÁN ABAD	ESCALA	1:32
		Nº PLANO	14
TÍTULO DEL PLANO		TORRE ANTIHELADA	
		TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural	ALUMNO/A: PABLO VILLÁN ABAD
		FECHA: 15 de febrero de 2019	FIRMA _____

# **DOCUMENTO 3: PLIEGO DE CONDICIONES**

## ÍNDICE DEL PLIEGO DE CONDICIONES

TÍTULO I. CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES .....	1
PRIMERA PARTE: CONDICIONES GENERALES.....	1
Artículo 1. Naturaleza y objeto del pliego general .....	1
Artículo 2. Documentación del contrato de obra.....	1
Artículo 3. Calidad de los materiales.....	1
Artículo 4. Pruebas y ensayos de materiales .....	1
Artículo 5. Materiales no consignados en proyecto .....	2
Artículo 6. Condiciones generales de ejecución.....	2
SEGUNDA PARTE: CARÁCTER AGRARIO .....	2
Capítulo I. Labores generales del cultivo .....	2
Artículo 1. Diseño de plantación.....	2
Artículo 2. Labores previas.....	2
Artículo 3. Plantación .....	2
Artículo 4. Procedencia y tipo de plantones.....	2
Artículo 5. Plazo de plantación .....	3
Artículo 6. Reposición de marras.....	3
Capítulo II. Técnicas de cultivo .....	3
Artículo 7. Calendario de labores .....	3
Capítulo III. Formación y poda .....	3
Artículo 8. Normas a seguir .....	3
Artículo 9. Mano de obra .....	3
Artículo 10. Mantenimiento.....	3
Artículo 11. Restos de poda .....	3
Capítulo IV. Riego.....	4
Artículo 12. Calendario y dosis de riego .....	4
Artículo 13. Revisiones.....	4
Artículo 14. Reparaciones .....	4
Artículo 15. Mantenimiento.....	4
Capítulo V. Fertilizantes y fertirrigación.....	4
Artículo 16. Normativa.....	4
Artículo 17. Riqueza de los fertilizantes.....	4

---

Artículo 18. Envasado y etiquetado .....	4
Artículo 19. Facturas .....	4
Artículo 20. Fraude.....	5
Artículo 21. Peticiones.....	5
Artículo 22. Manejo .....	5
Artículo 23. Almacenamiento.....	5
Artículo 24. Empleo.....	5
Capítulo VI. Mantenimiento del suelo.....	5
Artículo 25. Normas a seguir .....	5
Artículo 26. Mano de obra .....	5
Artículo 27. Forma y dosis de aplicación .....	5
Artículo 28. Labor de segadora .....	5
Capítulo VII. Productos fitosanitarios .....	5
Artículo 29. Manejo .....	6
Artículo 30. Limpieza.....	6
Artículo 31. Almacenamiento.....	6
Artículo 32. Normativa.....	6
Artículo 33. Fraude.....	6
Artículo 34. Seguridad.....	6
Artículo 35. Mezcla.....	6
Artículo 36. Aplicación.....	7
Artículo 37. Envasado y etiquetado .....	7
Artículo 38. Facturas .....	7
Capítulo VIII. Recolección.....	7
Artículo 39. Normas a seguir .....	7
Artículo 40. Mano de obra .....	7
Artículo 41. Plazo de tiempo.....	7
Artículo 42. Material .....	7
Capítulo IX. Maquinaria y equipos .....	7
Artículo 43. Características .....	7
Artículo 44. Utilización .....	8
Artículo 45. Manejo y mantenimiento .....	8
Artículo 46. Almacenamiento.....	8
Artículo 47. Averías .....	8
Artículo 48. Seguridad personal .....	8
Artículo 49. Reglamentación .....	8
Capítulo X. Obligaciones del capataz y empleados .....	8

Artículo 50. Obligaciones del capataz .....	8
Artículo 51. Obligaciones del empleado .....	9
Capítulo XI. Comercialización .....	9
Artículo 52. Manejo .....	9
Artículo 53. Transporte .....	9
TERCERA PARTE: CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN .....	9
Capítulo I. Condiciones generales de los materiales y ejecución de las obras .....	9
Artículo 1. Emplazamiento.....	9
Artículo 2. Sistema general de distribución.....	10
Artículo 3. Profundidad de la cimentación .....	10
Artículo 4. Obras accesorias .....	10
Artículo 5. Movimiento de tierras .....	10
5.1. Explanación y préstamos.....	10
5.1.1. De los componentes .....	10
5.1.2. De la ejecución .....	11
5.1.3. Medición y abono.....	13
5.2. Excavación en zanjas y pozos .....	13
5.2.1. De los componentes .....	13
5.2.2. De la ejecución .....	13
5.2.3. Medición y abono.....	16
5.3. Relleno y apisonado de zanjas y pozos .....	16
5.3.1. De los componentes .....	16
5.3.2. De la ejecución .....	16
5.3.3. Medición y abono.....	17
Artículo 6. Base de zahorra natural .....	17
Artículo 7. Hormigones.....	19
7.1. De los componentes .....	19
7.1.1. Productos constituyentes .....	19
7.1.2. Control y aceptación .....	21
7.2. De la ejecución del elemento.....	27
7.2.1. Preparación .....	27
7.2.2. Fases de ejecución.....	27
7.3. Medición y abono.....	34
Artículo 8. Morteros .....	34
Artículo 9. Carpintería metálica .....	34
9.1. De los Componentes .....	35
9.2. De la ejecución .....	36

9.3. Medición y abono.....	37
9.4. Mantenimiento .....	37
Artículo 10. Pintura.....	38
10.1. De los componentes .....	38
10.2. De la ejecución .....	39
Artículo 11. Instalación eléctrica baja tensión .....	40
11.1. De los componentes .....	40
11.2. De la ejecución .....	42
11.3. Medición y abono.....	44
11.4. Mantenimiento .....	44
Artículo 12. Precauciones a adoptar.....	45
Artículo 13. Control del hormigón .....	45
CUARTA PARTE: CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA DEL SISTEMA DE RIEGO .....	45
Capítulo I. Prescripciones técnicas para los emisores utilizados en el riego localizado.....	45
Artículo 1. Definición .....	45
1.1. Emisor (gotero) .....	45
1.2. Emisor auto compensante (o de caudal fijo) .....	45
1.3. Entrada del emisor.....	45
1.4. Salida del emisor .....	46
1.5. Presión nominal de ensayo (Pn) .....	46
1.6. Campo de variación de presiones de trabajo .....	46
1.7. Intervalo de regulación.....	46
1.8. Caudal nominal de ensayo (qn) .....	46
1.9. Tubo portaemisores o lateral de riego.....	46
Artículo 2. Clasificación .....	46
2.1. Uniformidad categoría A .....	46
2.2. Uniformidad categoría B .....	46
Artículo 3. Identificación .....	46
Artículo 4. Construcción y materiales .....	47
4.1. Construcción.....	47
4.2. Materiales .....	47
Artículo 5. Muestras y condiciones generales de los ensayos .....	47
5.1. Muestras para ensayo .....	47
5.2. Descripción de las condiciones del ensayo.....	48
5.3. Precisión de los aparatos de medida .....	48

Artículo 6. Ensayos de comprobación de características.....	48
6.1. Aspecto.....	48
6.2. Conductos interiores del emisor.....	48
6.3. Resistencia a la presión hidrostática.....	48
Artículo 7. Ensayos de funcionamiento.....	49
7.1. Uniformidad de caudal.....	49
7.1.1. Emisores autocompensantes.....	49
7.2. Curva caudal-presión.....	49
7.2.1. Emisores autocompensantes.....	50
Artículo 8. Datos a facilitar por el fabricante.....	50
8.1. Indicaciones generales.....	50
8.2. Instrucciones de funcionamiento.....	50
Capítulo II. Prescripciones técnicas para las tuberías de polietileno utilizadas en el riego localizado.....	51
Artículo 1. Condiciones generales.....	51
1.1. Campo de aplicación.....	51
1.2. Definiciones.....	51
1.2.1. Polietileno.....	51
1.2.2. Tubo de polietileno.....	51
1.2.3. Tubo de polietileno de baja densidad (LDPE).....	51
1.2.4. Diámetro nominal.....	51
1.2.5. Diámetro exterior medio en una recta (De).....	51
1.2.6. Diámetro exterior en un punto cualquiera (Di).....	51
1.2.7. Espesor nominal (e).....	51
1.2.8. Espesor en un punto cualquiera (e <sub>i</sub> ).....	52
1.2.9. Espesor medio (e <sub>m</sub> ).....	52
1.2.10. Diámetro interior medio en una sección recta (Di).....	52
1.2.11. Ovalación.....	52
1.2.12. Presión nominal (P <sub>n</sub> ).....	52
1.2.13. Presión de trabajo (P <sub>t</sub> ).....	52
1.2.14. Esfuerzo tangencial de trabajo (σ).....	52
1.2.15. Serie.....	52
Artículo 2. Medidas y tolerancias.....	53
2.1. Medidas y tolerancias.....	53
2.2. Diámetros nominales.....	53
2.3. Diámetro exterior medio.....	53
2.4. Espesor puntual.....	53

2.5. Diámetro interior medio.....	53
2.6. Ovalación.....	53
2.7. Longitud de los tubos.....	54
Artículo 3. Materias primas. Características y métodos de ensayo.....	54
3.1. Materiales componentes de los tubos de PE .....	54
3.2. Ensayos de los materiales .....	54
3.2.1. Aspecto .....	55
3.2.2. Determinación de la densidad .....	55
3.2.3. Determinación del índice de fluidez .....	55
3.2.4. Contenido en volátiles .....	55
3.2.5. Contenido en cenizas .....	56
Artículo 4. Fabricación.....	56
4.1. Procedimiento de fabricación.....	56
4.2. Acabado de tuberías.....	56
4.3. Laboratorio y banco de pruebas .....	56
Artículo 5. Características de los tubos .....	56
5.1. Aspecto.....	56
5.2. Contenido en negro de carbono.....	56
5.3. Dispersión del negro de carbono .....	57
5.4. Índice de fluidez.....	57
5.5. Resistencia a la tracción .....	57
5.6. Alargamiento en la rotura.....	57
5.7. Resistencia a la presión interna en función del tiempo.....	57
5.8. Estanqueidad.....	57
5.9. Comportamiento al calor .....	58
5.10. Juntas.....	58
5.11. Uniformidad .....	58
5.12. Marcado de tubos y accesorios.....	58
Artículo 6. Tubos de polietileno. Métodos de ensayo.....	59
6.1. Ensayos y pruebas en fábrica.....	59
6.1.1. Prueba de aspecto .....	59
6.1.2. Determinación de las dimensiones.....	59
6.1.3. Determinación de la densidad .....	60
6.1.4. Determinación del contenido en negro de carbono.....	60
6.1.5. Determinación de la dispersión del negro de carbono .....	60
6.1.6. Determinación de la resistencia a la tracción y del alargamiento en la rotura .....	60

6.1.7. Determinación de la resistencia a la presión interna en función del tiempo .....	60
6.1.8. Prueba de estanqueidad .....	60
6.1.9. Determinación del comportamiento al calor .....	60
6.2. Pruebas de obra .....	60
6.2.1. Prueba de presión hidráulica .....	60
Capítulo III. Prescripciones técnicas generales para las tuberías de presión de PVC no plastificado utilizadas en el riego localizado .....	61
Artículo 1. Condiciones generales .....	61
1.1. Campo de aplicación .....	61
1.2. Definiciones .....	61
1.2.1. Tubos de policloruro de vinilo (PVC) no plastificado .....	61
1.2.2. Accesorios de policloruro de vinilo no plastificado .....	61
1.2.3. Piezas especiales.....	61
1.2.4. Juntas .....	62
1.2.5. Longitud del tubo.....	62
1.2.6. Diámetro nominal (Dn) .....	62
1.2.7. Diámetro exterior medio (De) .....	62
1.2.8. Espesor nominal (e) .....	62
1.2.9. Espesor en un punto cualquiera (ef).....	62
1.2.10. Espesor medio (em) .....	62
1.2.11. Ovalación en una sección recta de los tubos.....	63
1.2.12. Ovalación en una sección recta de los accesorios inyectados.....	63
1.2.13. Presión nominal (Pn) .....	63
1.2.14. Presión de trabajo (Pt).....	63
1.3. Características de los tubos.....	63
1.3.1. Características físicas de los tubos .....	63
1.3.2. Características físicas de los accesorios .....	63
1.3.3. Aspecto .....	63
1.3.4. Características geométricas de tubos y accesorios .....	64
1.3.5. Resistencia a la presión interna.....	64
1.3.6. Resistencia al impacto a 0 °C y 200 °C .....	64
1.3.7. Comportamiento del calor .....	64
1.3.8. Absorción de agua .....	64
1.4. Tipos de juntas .....	65
1.4.1. Juntas por encolado .....	65
1.4.2. Juntas elásticas.....	65

1.5. Accesorios para tuberías .....	66
1.6. Uniformidad .....	66
1.7. Marcado de los tubos y accesorios .....	66
Artículo 2. Materiales.....	66
2.1. Materiales componentes de las tuberías de policloruro de vinilo (PVC) rígido .....	66
2.2. Resina sintética de policloruro de vinilo .....	67
2.3. Policloruro de vinilo no plastificado (rígido) .....	67
2.4. Aditivos empleados en la fabricación del PVC no plastificado.....	67
2.5. Adhesivos disolventes para juntas soldadas.....	67
2.6. Lubricantes para juntas elásticas .....	67
2.7. Pintura y otros revestimientos .....	68
2.8. Otros materiales no especificados .....	68
Artículo 3. Fabricación.....	68
3.1. Procedimiento de fabricación de los tubos.....	68
3.2. Procedimiento de fabricación de los accesorios.....	68
3.3. Fabricación en serie.....	69
3.4. Laboratorio y banco de pruebas .....	69
Artículo 4. Pruebas y métodos de ensayo .....	69
4.1. Clasificación .....	69
4.2. Pruebas en fábrica.....	69
4.2.1. Normativa general .....	69
4.2.2. Ensayos de materias primas .....	69
4.2.3. Control del proceso de fabricación .....	70
4.2.4. Pruebas sobre los productos acabados.....	70
4.3. Pruebas en obra .....	73
4.3.1. Prueba a presión hidráulica interior .....	73
4.3.2. Prueba de estanqueidad .....	73
4.3.3. Prueba de estanqueidad en llaves y ventosas.....	74
Artículo 5. Tolerancias.....	74
5.1. Tolerancias en el diámetro exterior medio .....	74
5.2. Tolerancias en el espesor de la pared .....	75
5.3. Tolerancias en la ovalación para tubos y accesorios .....	75
5.4. Tolerancia en la longitud nominal.....	75
5.5. Tolerancias en la longitud de la embocadura de tubos y accesorios para uniones por encolado y por junta elástica .....	75

5.6. Tolerancias en el diámetro interior de la embocadura de tubos y accesorios para uniones por encolado y por junta elástica .....	75
5.7. Tolerancias en la ortogonalidad de los extremos .....	75
5.8. Tolerancias en la alineación.....	75
Capítulo IV. Prescripciones técnicas generales para los elementos de la estación de bombeo y la red de riego .....	75
Artículo 1. Equipos de impulsión .....	75
1.1. Definiciones .....	75
1.2. Elementos habituales que forman parte de la aspiración y de la impulsión .....	76
1.3. Condiciones de funcionamiento de una bomba.....	78
1.4. Golpe de ariete en estación de bombeo.....	78
1.5. Automatización de estaciones de bombeo .....	78
1.6. Condiciones para los acopios .....	78
1.7. Características de las bombas utilizadas .....	78
1.8. Condiciones de los materiales .....	79
1.9. Ejecuciones generales.....	79
1.10. Ensayo y pruebas .....	80
Artículo 2. Filtro .....	80
2.1. Definición.....	80
2.2. Etiquetado .....	80
2.3. Velocidad de filtración y composición de filtros .....	81
2.4. Pérdidas de carga y determinación del momento de la limpieza .....	81
Artículo 3. Válvulas .....	82
3.1. Válvulas de compuerta .....	82
3.2. Válvulas de mariposa.....	83
3.3. Válvulas de pequeño diámetro.....	84
Artículo 4. Tubería de acero galvanizado .....	84
4.1. Definición.....	84
4.2. Espesores y timbrajes.....	84
4.3. Pruebas en las conducciones .....	84
Artículo 5. Ventosas .....	84
5.1. Calidad de los materiales.....	85
5.2. Control de calidad.....	85
5.2.1. Resistencia mecánica.....	85
5.2.2. Estanqueidad .....	86
5.2.3. Características neumáticas .....	86

5.2.4. Resistencia a la fatiga .....	87
5.3. Marcado.....	87
TITULO II: CONDICIONES FACULTATIVAS.....	89
CAPÍTULO I. DELIMITACION GENERAL DE FUNCIONES TÉCNICAS.....	89
Artículo 1. El Ingeniero Director .....	89
Artículo 2. El Graduado en Ingeniería .....	89
Artículo 3. El Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra ..	89
Artículo 4. El Constructor .....	90
Artículo 5. El Promotor - Coordinador de gremios.....	90
CAPÍTULO II: DE LAS OBLIGACIONES Y DERECHOS GENERALES DEL CONSTRUCTOR O CONTRATISTA.....	91
Artículo 6. Verificación de los documentos del proyecto .....	91
Artículo 7. Oficina en la obra.....	91
Artículo 8. Representación del contratista.....	91
Artículo 9. Presencia del constructor en la obra.....	91
Artículo 10. Trabajos no estipulados expresamente.....	92
Artículo 11. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto.....	92
Artículo 12. Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa.....	92
Artículo 13. Recusación por el contratista del personal nombrado por el Ingeniero .....	92
Artículo 14. Faltas del personal.....	93
Artículo 15. Subcontratas.....	93
CAPÍTULO III. PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A TRABAJOS MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES .....	93
Artículo 16. Caminos y accesos.....	93
Artículo 17. Replanteo .....	93
Artículo 18. Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos .....	93
Artículo 19. Orden de los trabajos.....	94
Artículo 20. Facilidades para otros contratistas.....	94
Artículo 21. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor..	94
Artículo 22. Prórroga por causa de fuerza mayor.....	94
Artículo 23. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra..	94
Artículo 24. Condiciones generales de ejecución de los trabajos.....	94
Artículo 25. Obras ocultas.....	95
Artículo 26. Trabajos defectuosos.....	95
Artículo 27. Vicios ocultos .....	95
Artículo 28. De los materiales y de los aparatos. Su procedencia .....	95

Artículo 29. Presentación de muestras .....	96
Artículo 30. Materiales no utilizables .....	96
Artículo 31. Materiales y aparatos defectuosos.....	96
Artículo 32. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos .....	96
Artículo 33. Limpieza de las obras .....	96
Artículo 34. Obras sin prescripciones.....	97
<b>CAPÍTULO IV: DE LAS RECEPCIONES DE EDIFICIOS Y OBRAS ANEJAS .....</b>	<b>97</b>
Artículo 35. De las recepciones provisionales .....	97
Artículo 36. Documentación final de la obra .....	97
Artículo 37. Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra .....	97
Artículo 38. Plazo de garantía .....	97
Artículo 39. Conservación de la obras recibidas provisionalmente .....	98
Artículo 40. De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida..	98
<b>TITULO III: CONDICIONES ECONÓMICAS .....</b>	<b>99</b>
<b>CAPÍTULO I: PRINCIPIO GENERAL .....</b>	<b>99</b>
Artículo 1. ....	99
Artículo 2. ....	99
<b>CAPÍTULO II: FIANZAS Y GARANTÍAS.....</b>	<b>99</b>
Artículo 3. ....	99
Artículo 4. Fianza provisional .....	99
Artículo 5. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza .....	99
Artículo 6. De su devolución general.....	99
Artículo 7. Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales .....	99
<b>CAPÍTULO III: DE LOS PRECIOS .....</b>	<b>100</b>
Artículo 8. Composición de los precios unitarios .....	100
Artículo 9. Precios de contrata. Importe de contrata .....	101
Artículo 10. Precios contradictorios.....	101
Artículo 11. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios .....	101
Artículo 12. De la revisión de los precios contratados .....	101
Artículo 13. Acopio de materiales .....	102
<b>CAPÍTULO IV: OBRAS POR ADMINISTRACIÓN .....</b>	<b>102</b>
Artículo 14. Administración .....	102
Artículo 15. Obras por Administración directa .....	102
Artículo 16. Obras por Administración delegada o indirecta.....	102
Artículo 17. Liquidación de obras por Administración.....	103

Artículo 18. Abono al Constructor de las cuentas de Administración delegada ..	103
Artículo 19. Normas para la adquisición de materiales y aparatos .....	104
Artículo 20. Del Constructor en el bajo rendimiento de los obreros .....	104
Artículo 21. Responsabilidad del Constructor .....	104
CAPÍTULO V: DE LA VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS .....	104
Artículo 22. Formas varias de abono de las obras .....	104
Artículo 23. Relaciones valoradas y certificaciones.....	105
Artículo 24. Mejoras de obras libremente ejecutadas.....	106
Artículo 25. Abono de trabajos presupuestados con partida alzada .....	106
Artículo 26. Abono de agotamientos, ensayos y otros trabajos especiales no contratados.....	106
Artículo 27. Pagos .....	107
Artículo 28. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía .....	107
CAPÍTULO VI: DE LAS INDEMNIZACIONES MUTUAS.....	107
Artículo 29. Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras.....	107
Artículo 30. Demora de los pagos por parte del propietario .....	107
CAPÍTULO VII: VARIOS.....	108
Artículo 31. Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios .....	108
Artículo 32. Unidades de obra defectuosas pero aceptables.....	108
Artículo 33. Seguro de las obras.....	108
Artículo 34. Conservación de la obra .....	109
Artículo 35. Uso por el Contratista de edificio o bienes del Promotor .....	109
TITULO IV: CONDICIONES LEGALES .....	111
Artículo 1. Preliminar .....	111
Artículo 2. Contratista .....	111
Artículo 3. Sistemas de contratación.....	111
Artículo 4. Adjudicación de las obras .....	111
Artículo 5. Formalización del contrato .....	112
Artículo 6. Responsabilidad del contratista .....	112
Artículo 7. Accidentes de trabajo y daños a terceros .....	112
Artículo 8. Pago de tributos.....	113
Artículo 9. Hallazgos.....	113
Artículo 10. Causas de rescisión del contrato .....	113
Artículo 11. Litigios y reclamaciones el contratista.....	114
Artículo 12. Liquidación en caso de rescisión .....	114
Artículo 13. Dudas y omisiones en la realización del proyecto.....	115

Artículo 14. Tribunales..... 115

## **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 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 que 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 los cuales 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: CARÁCTER AGRARIO**

#### **Capítulo I. Labores generales del 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 estos, 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 estas, así como, la revisión sanitaria de los plantones.

### Capítulo II. Técnicas de cultivo

#### Artículo 7. Calendario de labores

En la recolección, poda y tratamientos fitosanitarios, se deberán de cumplir las fechas de inicio y de fin de estas, impuestas por afección al cultivo o comercialización de los frutos.

El encargado de la plantación puede contratar mano de obra 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 los 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) 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 estos.

### Artículo 17. Riqueza de los fertilizantes

La riqueza de los fertilizantes debe venir expresada como N, para el nitrógeno, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para el fósforo y K<sub>2</sub>O 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 de este, 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 de tener el carné de aplicador de fitosanitarios e ir con el equipo de protección, compuesto por una máscara, traje y guantes.

#### Artículo 30. Limpieza

Después de cada tratamiento fitosanitario, se realizará una limpieza del equipo de tratamientos, para evitar la mezcla de estos. El capataz se encargará de realizar estas operaciones.

#### Artículo 31. Almacenamiento

Los productos fitosanitarios se guardarán en la nave almacén, bien cerrados y bajo llave 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. Todos los movimientos y operaciones que se realicen con dichos productos, debe quedar registrado en el libro de la explotación.

#### Artículo 32. Normativa

Los productos fitosanitarios que se empleen en la explotación deberán cumplir la normativa vigente, según el Real Decreto 1311/2012 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. 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. Incluye la devolución de los envases.

#### 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. Es necesario guardar 5 años las facturas.

### 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 estas. 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, siempre con la previa conformidad del propietario.

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 estas,

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 del empleado cumplir las normas de uso y seguridad de la maquinaria y de los productos fertilizantes y fitosanitarios, estando en disposición del carnet de manipulador de fitosanitarios.

Una vez puestas en conocimiento del capataz estas condiciones, y verificando el oportuno reconocimiento, se podrán llevar esas condiciones a un documento, que deberá de ser firmado por el propietario y por empleados.

Los empleados serán los responsables de los fallos cometidos por el cumplimiento de las presentes condiciones.

### **Capítulo XI. Comercialización**

#### Artículo 52. Manejo

Los frutos serán depositados en remolques, de la forma especificada en el Anejo IV. Ingeniería del proceso.

#### Artículo 53. Transporte

Los remolques cargados con los frutos serán transportados hasta el almacén que haya comprado la producción, habiendo sido la compra previamente pactada.

## **TERCERA PARTE: CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN**

### **Capítulo I. Condiciones generales de los materiales y ejecución de las obras**

#### Artículo 1. Emplazamiento

El emplazamiento de la explotación será el indicado en el Documento 2. Planos.

## Artículo 2. Sistema general de distribución

Todas las unidades de obra que se detallan en las hojas adjuntas de mediciones, presupuesto y las complementarias, serán ejecutadas de acuerdo con las normas de la construcción.

## Artículo 3. Profundidad de la cimentación

Por la propia naturaleza de la cimentación, se entenderá que las cotas de profundidad que se citan en el proyecto no son sino un primer dato aproximado, 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, escombros, basuras o cualquier tipo de material no deseable, así como excavación de la capa superior de los terrenos cultivados o con vegetación, mediante medios manuales o mecánicos.

La retirada de la tierra vegetal consiste en rebajar el nivel del terreno mediante la extracción, por medios manuales o mecánicos, de la tierra vegetal para obtener una superficie regular definida por los planos donde se han de realizar posteriores excavaciones.

#### 5.1.1. *De los componentes*

Productos constituyentes: tierras de préstamo o propias, control y aceptación.

En la recepción de las tierras se comprobará que no sean expansivas, no contengan restos vegetales y no estén contaminadas.

El contratista comunicará al director de obra, con suficiente antelación, la apertura de los préstamos, a fin de que se puedan medir su volumen y dimensiones sobre el terreno natural no alterado.

En el caso de préstamos autorizados, una vez eliminado el material inadecuado, se realizarán los oportunos ensayos para su aprobación, si procede, necesarios para

determinar las características físicas y mecánicas del nuevo suelo: Identificación granulométrica. Límite líquido. Contenido de humedad. Contenido de materia orgánica. Índice CBR e hinchamiento. Densificación de los suelos bajo una determinada energía de compactación (ensayos "Proctor Normal" y "Proctor Modificado").

El material inadecuado, se depositará de acuerdo con lo que se ordene al respecto.

Los taludes de los préstamos deberán ser suaves y redondeados y, una vez terminada su explotación, se dejarán en forma que no dañen el aspecto general del paisaje.

#### *5.1.2. De la ejecución*

##### **Preparación**

Se solicitará de las correspondientes compañías la posición y solución a adoptar para las instalaciones que puedan verse afectadas, así como las distancias de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

Se solicitará la documentación complementaria acerca de los cursos naturales de aguas superficiales o profundas, cuya solución no figure en la documentación técnica.

Replanteo. Se marcarán unos puntos de nivel sobre el terreno, indicando el espesor de tierra vegetal a excavar.

En el terraplenado se 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 este 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 meteorizables 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 esta 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 sobrecancho de excavación, inadmisibles desde 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 Proctor 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  $SO_3$ ), determinado según la UNE-EN 1744-1, será inferior al cinco por mil ( $< 0,5 \%$ ) donde los materiales están en contacto con capas tratadas con cemento, e inferior al uno por ciento ( $< 1 \%$ ) en los demás casos.

El tamaño máximo no será superior a la mitad ( $1/2$ ) del espesor de la tongada extendida y compactada.

El coeficiente de desgaste medido por el ensayo de Los Ángeles será inferior a cuarenta (40). El ensayo se realizará según la norma UNE-EN 1097-2.

El material estará exento de terrones de arcilla, marga, materia orgánica o cualquier otra que pueda afectar a la durabilidad de la capa.

El coeficiente de limpieza según la Norma UNE 146130 deberá ser inferior a dos (2). El Equivalente de Arena será mayor de treinta (30).

Tendrá un C.B.R. mayor de veinte (20).

El material será “no plástico” (UNE 103104).

La compactación exigida para la base de zahorra natural será de noventa y ocho por ciento (98 %) de la máxima obtenida en el ensayo “Proctor modificado” y se realizará por tongadas, convenientemente humectadas, de un espesor comprendido entre diez y treinta centímetros (10 cm - 30 cm), después de compactarlas.

La zahorra natural no se extenderá hasta que se haya comprobado que la superficie sobre la que haya de asentarse tenga las condiciones de calidad y forma previstas, con las tolerancias establecidas.

La ejecución de la base deberá evitar la segregación del material, creará las pendientes necesarias para el drenaje superficial y contará con una humectación uniforme. Todas las operaciones de aportación de agua tendrán lugar antes de la compactación. Después la única humectación admisible será la destinada a lograr en superficie la humedad necesaria para la ejecución de la capa siguiente. La superficie acabada no podrá tener irregularidades superiores a veinte milímetros (20 mm) y no podrá rebasar a la superficie teórica en ningún punto. Las zahorras naturales se podrán emplear siempre que las condiciones climatológicas no hayan producido alteraciones en la humedad del material tales que se supere en más de dos (2) puntos porcentuales la humedad óptima. Se suspenderá la ejecución con temperatura ambiente a la sombra, igual o inferior a dos grados centígrados ( $2^{\circ}C$ ).

En todos los extremos no señalados en el presente Pliego, la ejecución de esta unidad de obra se ajustará a lo indicado en el artículo “Zahorras” del PG-3.

### **Medición y abono**

Esta unidad se medirá y abonará al precio que para el metro cúbico ( $m^3$ ) 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

#### 7.1.1. *Productos constituyentes*

- Hormigón para armar. Se tipificará de acuerdo con el artículo 39.2 indicando la resistencia característica especificada, que no será inferior a 25 N/mm<sup>2</sup> en hormigón armado, (artículo 30.5); el tipo de consistencia, medido por su asiento en cono de Abrams, (artículo 30.6); el tamaño máximo del árido (artículo 28.2) y la designación del ambiente (artículo 8.2.1).
- Tipos de hormigón.
  - Hormigón fabricado en central de obra o preparado.
  - Hormigón no fabricado en central.
- Materiales constituyentes.
  - Cemento.

Los cementos empleados podrán ser aquellos que cumplan la vigente Instrucción para la Recepción de Cementos (RC-16), correspondan a la clase resistente 32,5 o superior y cumplan las especificaciones del artículo 26 de la Instrucción EHE-08.

El cemento se almacenará de acuerdo con lo indicado en el artículo 26.3; si el suministro se realiza en sacos, el almacenamiento será en lugares ventilados y no húmedos; si el suministro se realiza a granel, el almacenamiento se llevará a cabo en silos o recipientes que lo aislen de la humedad.

- Agua.

El agua utilizada, tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra, no contendrá sustancias nocivas en cantidades tales que afecten a las propiedades del hormigón o a la protección de las armaduras. En general, podrán emplearse todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.

Se prohíbe el empleo de aguas de mar o salinas análogas para el amasado o curado de hormigón armado, salvo estudios especiales. Deberá cumplir las condiciones establecidas en el artículo 27.

○ Áridos.

Los áridos deberán cumplir las especificaciones contenidas en el artículo 28. Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arenas y gravas existentes en yacimientos naturales o rocas machacadas, así como otros productos cuyo empleo se encuentre sancionado por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudios realizados en laboratorio. Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables. Los áridos se designarán por su tamaño mínimo y máximo en mm.

El tamaño máximo de un árido grueso será menor que las dimensiones siguientes:

- 0,8 de la distancia horizontal libre entre armaduras que no formen grupo, o entre un borde de la pieza y una armadura que forme un ángulo mayor de 45° con la dirección del hormigonado;
- 1,25 de la distancia entre un borde de la pieza y una armadura que forme un ángulo no mayor de 45° con la dirección de hormigonado,
- 0,25 de la dimensión mínima de la pieza, excepto en los casos siguientes:
  - Losa superior de los forjados, donde el tamaño máximo del árido será menor que 0,4 veces el espesor mínimo.
  - Piezas de ejecución muy cuidada y aquellos elementos en los que el efecto pared del encofrado sea reducido (forjados, que sólo se encofran por una cara), en cuyo caso será menor que 0,33 veces el espesor mínimo.

Los áridos deberán almacenarse de tal forma que queden protegidos de una posible contaminación por el ambiente, y especialmente, por el terreno, no debiendo mezclarse de forma incontrolada las distintas fracciones granulométricas.

Deberán también adoptarse las necesarias precauciones para eliminar en lo posible la segregación, tanto durante el almacenamiento como durante el transporte.

○ Otros componentes.

Podrán utilizarse como componentes del hormigón los aditivos y adiciones, siempre que se justifique con la documentación del producto o los oportunos ensayos que la sustancia agregada en las proporciones y condiciones previstas produce el efecto deseado sin perturbar excesivamente las restantes características del hormigón ni representar peligro para la durabilidad del hormigón ni para la corrosión de armaduras.

En los hormigones armados se prohíbe la utilización de aditivos en cuya composición intervengan cloruros, sulfuros, sulfitos u otros componentes químicos que puedan ocasionar o favorecer la corrosión de las armaduras.

La Instrucción EHE recoge únicamente la utilización de cenizas volantes y el humo de sílice (artículo 29.2).

Las armaduras pasivas serán de acero y estarán constituidas por:

- Barras corrugadas: Los diámetros nominales se ajustarán a la serie siguiente: 6 – 8 - 10 - 12 - 14 - 16 -20 -25 - 32 y 40 mm.
- Mallas electrosoldadas: Los diámetros nominales de los alambres corrugados empleados se ajustarán a la serie siguiente: 5 - 5,5 - 6- 6,5 - 7 - 7,5 - 8- 8,5 - 9 - 9,5 - 10 -10,5 - 11 - 11,5- 12 y 14 mm.

Cumplirán los requisitos técnicos establecidos en las UNE 36068:94, 36092:96 y 36739:95 EX, respectivamente, entre ellos las características mecánicas mínimas, especificadas en el artículo 31 de la instrucción EHE-08.

Tanto durante el transporte como durante el almacenamiento, las armaduras pasivas se protegerán de la lluvia, la humedad del suelo y de posibles agentes agresivos. Hasta el momento de su empleo se conservarán en obra, cuidadosamente clasificadas según sus tipos, calidades, diámetros y procedencias.

#### *7.1.2. 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 los 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.

- Ensayos de control de resistencia.

Tienen por objeto comprobar que la resistencia característica del hormigón de la obra es igual o superior a la de proyecto. El control podrá realizarse según las siguientes modalidades:

1. Control a nivel reducido (artículo 88.2).

2. Control al 100 por 100, cuando se conozca la resistencia de todas las amasadas (artículo 88.3).
3. Control estadístico del hormigón cuando sólo se conozca la resistencia de una fracción de las amasadas que se colocan (artículo 88.4 de la Instrucción EHE-08). Este tipo de control es de aplicación general a obras de hormigón estructural. Para la realización del control se divide la obra en lotes con unos tamaños máximos en función del tipo de elemento estructural de que se trate. Se determina la resistencia de N amasadas por lote y se obtiene la resistencia característica estimada. Los criterios de aceptación o rechazo del lote se establecen en el artículo 88.5.

### **B. Hormigón no fabricado en central.**

En el hormigón no fabricado en central se extremarán las precauciones en la dosificación, fabricación y control.

- Control documental.

El constructor mantendrá en obra, a disposición de la dirección de obra, un libro de registro donde constará:

1. La dosificación o dosificaciones nominales a emplear en obra, que deberá ser aceptada expresamente por la dirección de obra. Así como cualquier corrección realizada durante el proceso, con su correspondiente justificación.
2. Relación de proveedores de materias primas para la elaboración del hormigón.
3. Descripción de los equipos empleados en la elaboración del hormigón.
4. Referencia al documento de calibrado de la balanza de dosificación del cemento.
5. Registro del número de amasadas empleadas en cada lote, fechas de hormigonado y resultados de los ensayos realizados, en su caso. En cada registro se indicará el contenido de cemento y la relación agua cemento empleados y estará firmado por persona física.

- Ensayos de control del hormigón.
  - Ensayos previos del hormigón.

Para establecer la dosificación, el fabricante de este tipo de hormigón deberá realizar ensayos previos, según el artículo 86, que serán preceptivos salvo experiencia previa.

- Ensayos característicos del hormigón: Para comprobar, en general antes del comienzo de hormigonado, que la resistencia real del hormigón que se va a colocar en la obra no es inferior a la de proyecto, el fabricante de este tipo de hormigón deberá realizar ensayos, según el artículo 87, que serán preceptivos salvo experiencia previa.

- Ensayos de control del hormigón: Se realizarán los mismos ensayos que los descritos para el hormigón fabricado en central.
- De los materiales constituyentes:
  - Cemento (artículos 26 y 81.1 de la Instrucción EHE-08, Instrucción RC-16).

Se establece la recepción del cemento conforme a la vigente Instrucción para la Recepción de Cementos (RC-16). El responsable de la recepción del cemento deberá conservar una muestra preventiva por lote durante 100 días.

#### *Control documental*

Cada partida se suministrará con un albarán y documentación anexa, que acredite que está legalmente fabricado y comercializado, de acuerdo con lo establecido en el apartado 9, Suministro e Identificación de la Instrucción RC-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 realizarán los ensayos de recepción previstos en la Instrucción RC-16 y los correspondientes a la determinación del ion cloruro, según el artículo 26 de la Instrucción EHE-08.

Al menos una vez cada tres meses de obra y cuando lo indique la dirección de obra, se comprobarán: componentes del cemento, principio y fin de fraguado, resistencia a compresión y estabilidad de volumen.

#### *Distintivo de calidad. Marca AENOR. Homologación MICT.*

Cuando el cemento posea un distintivo reconocido o un CC-EHE, se le eximirá de los ensayos de recepción. En tal caso, el suministrador deberá aportar la documentación de identificación del cemento y los resultados de autocontrol que se posean.

Con independencia de que el cemento posea un distintivo reconocido o un CC-EHE, si el período de almacenamiento supera 1, 2 ó 3 meses para los cementos de las clases resistentes 52,5, 42,5, 32,5, respectivamente, antes de los 20 días anteriores a su empleo se realizarán los ensayos de principio y fin de fraguado y resistencia mecánica inicial a 7 días (si la clase es 32,5) o a 2 días (las demás clases).

- Agua (artículos 27 y 81.2).

Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, se realizarán los siguientes ensayos según normas UNE: Exponente de hidrógeno pH. Sustancias disueltas. Sulfatas. Ion Cloruro. Hidratos de carbono. Sustancias orgánicas solubles en éter.

- Áridos (artículo 28).

### *Control documental*

Cada carga de árido irá acompañada de una hoja de suministro que estará en todo momento a disposición de la dirección de obra, y en la que figuren los datos que se indican en el artículo 28.4.

Ensayos de control: (según normas UNE): Terrones de arcilla. Partículas blandas (en árido grueso). Materia que flota en líquido de p.e. = 2. Compuesto de azufre. Materia orgánica (en árido fino). Equivalente de arena. Azul de metileno. Granulometría. Coeficiente de forma. Finos que pasan por el tamiz 0,063 UNE EN 933-2:96. Determinación de cloruros. Además, para firmes rígidos en viales: Friabilidad de la arena. Resistencia al desgaste de la grava. Absorción de agua. Estabilidad de los áridos.

Salvo que se disponga de un certificado de idoneidad de los áridos que vayan a utilizarse emitido como máximo un año antes de la fecha de empleo, por un laboratorio oficial o acreditado, deberán realizarse los ensayos indicados.

- Aditivos (artículo 29).

### *Control documental*

No podrán utilizarse aditivos que no se suministren correctamente etiquetados y acompañados del certificado de garantía del fabricante, firmado por una persona física. Cuando se utilicen cenizas volantes o humo de sílice, se exigirá el correspondiente certificado de garantía emitido por un laboratorio oficial u oficialmente acreditado con los resultados de los ensayos prescritos en el artículo 29.2.

### *Ensayos de control*

Se realizarán los ensayos de aditivos y adiciones indicados en los artículos 29 y 81.4 acerca de su composición química y otras especificaciones.

Antes de comenzar la obra se comprobará en todos los casos el efecto de los aditivos sobre las características de calidad del hormigón. Tal comprobación se realizará mediante los ensayos previos citados en el artículo 86.

- Acero en armaduras pasivas.

### *Control documental*

- a) Aceros certificados (con distintivo reconocido o CC-EHE según artículo 1): Cada partida de acero irá acompañada de:
1. Acreditación de que está en posesión de este.
  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 10 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 resaltes, 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 el 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.

### 7.2.1. *Preparación*

Deberán adoptarse las medidas necesarias durante el proceso constructivo, para que se verifiquen las hipótesis de carga consideradas en el cálculo de las estructuras (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. 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 estos. Replanteo de la estructura que va a ejecutarse. Condiciones de diseño

### 7.2.2. *Fases de ejecución*

- Ejecución de la ferralla.
  - Corte. Se llevará a cabo de acuerdo con las normas de buena práctica, utilizando cizallas, sierras, discos o máquinas de oxicorte y quedando prohibido el empleo del arco eléctrico.
  - Doblado, según artículo 66.3. Las barras corrugadas se doblarán en frío, ajustándose a los planos e instrucciones del proyecto, se realizará con medios mecánicos, con velocidad moderada y constante, utilizando mandriles de tal forma que la zona doblada tenga un radio de curvatura constante y con un diámetro interior que cumpla las condiciones establecidas en el artículo 66.3.

Los cercos y estribos podrán doblarse en diámetros inferiores a los indicados con tal de que ello no origine en dichos elementos un principio de fisuración. En ningún caso el diámetro será inferior a 3 cm ni a 3 veces el diámetro de la barra.

En el caso de mallas electrosoldadas rigen también siempre las limitaciones que el doblado se efectúe a una distancia igual a 4 diámetros contados a partir del nudo, o soldadura, más próximo. En caso contrario el diámetro mínimo de doblado no podrá ser inferior a 20 veces el diámetro de la armadura.

Colocación de las armaduras. Las jaulas o ferralla serán lo suficientemente rígidas y robustas para asegurar la inmovilidad de las estructuras 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 estructuras aisladas consecutivas será igual o superior al mayor de los tres valores siguientes:

- a) 2 cm
- b) El diámetro de la mayor.
- c) 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.

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 desencofraste 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:

- a) Picado con barra: los hormigones de consistencia blanda o fluida se picarán hasta la capa inferior ya compactada.

b) Vibrado normal en los hormigones plásticos o blandos. Vibrado enérgico: Los hormigones secos se compactarán, en tongadas no superiores a 20 cm.

- Hormigonado en temperaturas extremas.

La temperatura de la masa del hormigón en el momento de verterla en el molde o encofrado no será inferior a 5°C. Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos cuya temperatura sea inferior a 0°C.

En general se suspenderá el hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que, dentro de las 48 horas siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

El empleo de aditivos anticongelantes requerirá una autorización expresa, en cada caso, de la dirección de obra. Cuando el hormigonado se efectúe en tiempo caluroso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar la evaporación del agua de amasado, en particular durante el transporte del hormigón y para reducir la temperatura de la masa.

Para ello, los materiales y encofrados deberán estar protegidos del soleamiento y una vez vertido se protegerá la mezcla del sol y del viento, para evitar que se deseque.

- Curado del hormigón, según artículo 74.

Se deberán tomar las medidas oportunas para asegurar el mantenimiento de la humedad del hormigón durante el fraguado y primer período de endurecimiento, mediante un adecuado curado. Este se prolongará durante el plazo necesario en función del tipo y clase de cemento, de la temperatura y grado de humedad del ambiente, etc. y será determinada por la dirección de obra.

Si el curado se realiza mediante riego directo, éste se hará sin que produzca deslavado de la superficie y utilizando agua sancionada como aceptable por la práctica. Queda prohibido el empleo de agua de mar.

- Descimbrado, desencofrado y desmoldeo, según artículo 75.

Las operaciones de descimbrado, desencofrado y desmoldeo no se realizarán hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar, con suficiente seguridad y sin deformaciones excesivas, los esfuerzos a los que va a estar sometido, durante y después de estas operaciones, y, en cualquier caso, precisarán la autorización de la dirección de obra.

En el caso de haber utilizado cemento de endurecimiento normal, pueden tomarse como referencia los períodos mínimos de la tabla 75.

#### *Acabados*

Las superficies vistas, una vez desencofradas o desmoldeadas, no presentarán coqueas 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.

- a) 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.
- b) Existencia de control de calidad de materiales de acuerdo con los niveles especificados.
- c) Comprobación general de equipos: certificados de tarado, en su caso.
- d) Suministro y certificado de aptitud de materiales.
- e) Comprobaciones de replanteo y geométricas.
  1. Comprobación de cotas, niveles y geometría.
  2. Comprobación de tolerancias admisibles.
- f) Cimbras y andamiajes.
  1. Existencia de cálculo, en los casos necesarios.
  2. Comprobación de planos.
  3. Comprobación de cotas y tolerancias.
  4. Revisión del montaje.
- g) Armaduras.
  1. Disposición, número y diámetro de barras, según proyecto.
  2. Corte y doblado.
  3. Almacenamiento.
  4. Tolerancias de colocación.
  5. Recubrimientos y separación entre armaduras. Utilización de calzos, separadores y elementos de suspensión de las armaduras para obtener el recubrimiento adecuado y posición correcta.
  6. Estado de anclajes, empalmes y accesorios.

- h) Encofrados.
  - 1. Estanqueidad, rigidez y textura.
  - 2. Tolerancias.
  - 3. Posibilidad de limpieza, incluidos los fondos.
  - 4. Geometría.
- i) Transporte, vertido y compactación del hormigón.
  - 1. Tiempos de transporte
  - 2. Limitaciones de la altura de vertido. Forma de vertido no contra las paredes de la excavación o del encofrado.
  - 3. Espesor de tongadas.
  - 4. Localización de amasadas a efectos del control de calidad del material.
  - 5. Frecuencia del vibrador utilizado.
  - 6. Duración, distancia y profundidad de vibración en función del espesor de la tongada (cosido de tongadas).
  - 7. Vibrado siempre sobre la masa hormigón.
- j) Curado del hormigón.
  - 1. Mantenimiento de la humedad superficial en los 7 primeros días. Protección de superficies.
  - 2. Predicción meteorológica y registro diario de las temperaturas.
  - 3. Actuaciones:
    - a. En tiempo frío: prevenir congelación.
    - b. En tiempo caluroso: prevenir el agrietamiento en la masa del hormigón
    - c. En tiempo lluvioso: prevenir el lavado del hormigón o En tiempo ventoso: prevenir evaporación del agua
    - d. Temperatura  $\leq - 4^{\circ}\text{C}$  o  $\geq a 40^{\circ}\text{C}$ , con hormigón fresco: Investigación.
- k) Desmoldado y descimbrado.
  - 1. Control de sobrecargas de construcción.
  - 2. Comprobación de los plazos de descimbrado.
- l) Comprobación final.

1. Reparación de defectos y limpieza de superficies
2. 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**

Precerco, 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 atenerse a lo especificado en la norma NTE-FCL). Marca de Calidad EWAA/EURAS de película anódica. Distintivo de calidad (Sello PNCE).

Los perfiles y chapas serán de color uniforme y no presentarán alabeos, fisuras, ni deformaciones y sus ejes serán rectilíneos.

Las uniones entre perfiles se harán por medio de soldadura o vulcanizado, o escuadras interiores, unidas a los perfiles por tornillos, remaches o ensamble a presión.

Los ejes de los perfiles se encontrarán en un mismo plano, y sus encuentros formarán ángulo recto. La cámara o canales que recogen el agua de condensación tendrá las dimensiones adecuadas. Y los orificios de desagüe serán al menos 3 por m.

Los materiales y equipos de origen industrial deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad que se fijan en las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial. Cuando el material o equipo llegue a obra con certificado de origen industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas o disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

### ***El soporte***

La fábrica que reciba la carpintería deberá estar terminada, a falta de revestimientos. En su caso el precerco deberá estar colocado y aplomado.

Deberá estar dispuesta la lámina impermeabilizante entre antepecho y el vierteaguas de la ventana.

### ***Compatibilidad***

Protección del contacto directo con el cemento o la cal, mediante precerco de madera, o si no existe precerco, mediante algún tipo de protección, cuyo espesor será según el certificado del fabricante.

Deberá tenerse especial precaución en la posible formación de puentes galvánicos por la unión de distintos materiales (soportes formados por paneles ligeros, montantes de muros cortina, etc.).

## **9.2. De la ejecución**

### ***Preparación***

El almacenamiento en obra será en un lugar protegido de lluvias y focos húmedos, en zonas alejadas de posibles impactos. No estarán en contacto con el terreno. Antes de su colocación hay que asegurarse de que la carpintería conserva su protección, igual que llegó a la obra.

Se comprobará el replanteo y dimensiones del hueco, o en su caso del precerco.

### ***Fase de ejecución***

Repaso general de la carpintería: ajuste de herrajes, nivelación de hojas, etc. Se realizarán los ajustes necesarios para mantener las tolerancias del producto y del recibido.

Fijación de la carpintería al precerco, o recibido de las patillas de la ventana a la fábrica, con mortero de cemento.

Los mecanismos de cierre y maniobra serán de funcionamiento suave y continuo. Los herrajes no interrumpirán las juntas perimetrales de los perfiles.

Se podrán tener en cuenta las especificaciones de la norma NTE-FLC/74.

### ***Acabados***

La carpintería quedará aplomada. Se retirará la protección después de revestir la fábrica y se limpiará para recibir el acristalamiento.

Una vez colocadas se sellarán las juntas de la carpintería con la fachada en todo su perímetro exterior. La junta será continua y uniforme, y se aplicará sobre superficies limpias y secas. Así se asegura la estanquidad al aire y al agua.

El acristalamiento de la carpintería podrá ajustarse a lo dispuesto en la norma NTE- FVP. Fachadas. Vidrios. Planos. Las persianas, guías y hueco de alojamiento podrán seguir las condiciones especificadas en la norma NTE-FDP. Fachadas. Defensas. Persianas.

### **Control y aceptación**

Los materiales que no se ajusten a lo especificado deberán ser retirados o, en su caso, demolida o reparada la parte de obra afectada.

La prueba de servicio, para comprobar su estanquidad, debe consistir en someter los paños más desfavorables a escorrentía durante 8 horas juntamente 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 mínimos.
- Fijación al antepecho: taco expansivo en el centro del perfil (mínimo)
- Comprobación de la protección y del sellado perimetral.
- Se permitirá un desplome máximo de 2 mm por m en la carpintería. Y en algunos casos ésta deberá estar enrasada con el paramento.

### **Conservación hasta la recepción de las obras**

Se conservará la protección de la carpintería hasta el revestimiento de la fábrica y la colocación del acristalamiento.

No se apoyarán pescantes de sujeción de andamios, poleas para elevar cargas, mecanismos para limpieza exterior u otros objetos que puedan dañarla.

### **9.3. Medición y abono**

Metro cuadrado de carpintería o superficie del hueco a cerrar, totalmente terminada, incluyendo los herrajes de cierre y de colgar, con todos los accesorios necesarios; así como colocación, sellado, protección durante las obras y limpieza final. No se incluyen persianas o todos, ni acristalamientos.

### **9.4. Mantenimiento**

- Uso. No se modificará la carpintería, ni se colocarán acondicionadores de aire sujetos a la misma, sin que previamente se aprueben estas operaciones por técnico competente.

- Conservación. Cada tres años, o antes si se apreciara falta de estanquidad, roturas o mal funcionamiento, se inspeccionará la carpintería, Se repararán los defectos que puedan aparecer en ella.
- Todos los años se limpiará la suciedad y residuos de polución, detergente no alcalino y utilizando trapos o esponjas que no rayen la superficie.
- Reparación y reposición. En caso de rotura o pérdida de estanquidad de perfiles, deberán reintegrarse las condiciones iniciales o precederse a la sustitución de los elementos afectados.

#### Artículo 10. Pintura

Revestimiento continuo con pinturas y barnices de paramentos y elementos de estructura, carpintería, cerrajería e instalaciones, previa preparación de la superficie o no con imprimación, situados al interior o al exterior, que sirven como elemento decorativo o protector.

##### 10.1. De los componentes

###### **Productos constituyentes**

- Imprimación. Servirá de preparación de la superficie a pintar, podrá ser: imprimación para galvanizados y metales no féreos, imprimación anticorrosiva (de efecto barrera o de protección activa), imprimación para madera o tapaporos, imprimación selladora para yeso y cemento, etc.
- Pinturas y barnices. Constituirán mano de fondo o de acabado de la superficie a revestir. Estarán compuestos de:
- Medio de disolución.
  - Agua (es el caso de la pintura al temple, pintura a la cal, pintura al silicato, pintura al cemento, pintura plástica, etc.).
  - Disolvente orgánico (es el caso de la pintura al aceite, pintura al esmalte, pintura martelé, laca nitrocelulósica, pintura de barniz para interiores, pintura de resina vindica, pinturas bituminosas, barnices, pinturas intumescentes, pinturas ignífugas, pinturas intumescentes, etc.).
  - Aglutinante (colas celulósicas, cal apagada, silicato de sosa, cemento blanco, resinas sintéticas, etc.).
  - Pigmentos.
- Aditivos en obra. Antisiliconas, aceleradores de secado, aditivos que matizan el brillo, disolventes, colorantes, tintes, etc.

###### **Control y aceptación**

- Pintura. Identificación de la pintura de imprimación y de acabado.
- Distintivos. Marca AENOR.

- Ensayos. Determinación del tiempo de secado, viscosidad, poder cubriente, densidad, peso específico, determinación de la materia fija y volátil, resistencia a la inmersión, determinación de adherencia por corte enrejado, plegado, espesor de la pintura sobre material ferromagnético.
- Lotes. Cada suministro y tipo.

Los materiales y equipos de origen industrial deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad que se fijan en las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial. Cuando el material o equipo llegue a obra con certificado de origen industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas o disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

### ***El soporte***

En caso de ladrillo, cemento y derivados, éstos estarán limpios de polvo y grasa y libres de adherencias o imperfecciones. Las fábricas nuevas deberán tener al menos tres semanas antes de aplicar sobre ellas impermeabilizantes de silicona.

En general, las superficies a recubrir deberán estar secas si se usan pinturas de disolvente orgánico; en caso de pinturas de cemento, el soporte deberá estar humedecido.

### ***Compatibilidad***

En exteriores, y según el tipo de soporte, podrán utilizarse las siguientes pinturas y barnices:

- Sobre ladrillo, cemento y derivados: pintura a la cal, al silicato, al cemento, plástica, al esmalte y barniz hidrófugo.

En interiores, y según el tipo de soporte, podrán utilizarse las siguientes pinturas y barnices:

- Sobre ladrillo: pintura al temple, a la cal y plástica.
- Sobre yeso o escayola: pintura al temple, plástica y al esmalte.
- Sobre cemento y derivados: pintura al temple, a la cal, plástica y al esmalte.

## **10.2. De la ejecución**

### ***Preparación***

Estarán recibidos y montados cercos de puertas y ventanas, canalizaciones, instalaciones, bajantes, etc.

En cualquier caso, se aplicará o no una capa de imprimación tapaporos, selladora, anticorrosiva, etc.

### **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.

Siempre se actuará bajo las directrices del Reglamento de Baja Tensión.

### ***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 las componentes de la instalación deberán recibirse en obra conforme a: la documentación del fabricante, la normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la dirección facultativa durante la ejecución de las obras.

### ***El soporte***

El soporte serán los paramentos horizontales y verticales, donde la instalación podrá ser vista o empotrada.

En el caso de instalación vista, esta se fijará con tacos y tornillos a paredes y techos, utilizando como aislante protector de los conductores tubos, bandejas o canaletas.

Para la instalación empotrada los tubos flexibles de protección se dispondrán en el interior de rozas practicadas a los tabiques. Las rozas no tendrán una profundidad mayor de 4 cm sobre ladrillo macizo y de un canuto sobre el ladrillo hueco, el ancho no será superior a dos veces su profundidad. Las rozas se realizarán preferentemente en las tres hiladas superiores. Si no es así tendrá una longitud máxima de 100 cm. Cuando se realicen rozas por las dos caras del tabique, la distancia entre rozas paralelas será de 50 cm.

## 11.2. De la ejecución

### ***Preparación***

Se comprobará que todos los elementos de la instalación de baja tensión coinciden con su desarrollo en proyecto, y en caso contrario se redefinirá en presencia de la dirección facultativa. Se marcará por Instalador autorizado y en presencia de la dirección facultativa los diversos componentes de la instalación, como tomas de corriente, puntos de luz, canalizaciones, cajas.

Al marcar los tendidos de la instalación se tendrá en cuenta la separación mínima de 30 cm con la instalación de fontanería. Se comprobará la situación de la acometida, ejecutada esta según R.E.B.T. y normas particulares de la compañía suministradora.

### ***Fase de ejecución***

Se colocará la caja general de protección en lugar de permanente acceso desde la vía pública, y próxima a la red de distribución urbana o centro de transformación. La caja de esta 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 los 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 con la sección de los conductores que protegen.

- Línea repartidora.

Cada 2 años, o después de producirse algún incidente en la instalación, se comprobará mediante inspección visual los bornes de abroche de la línea repartidora en la CGP. Se comprobarán las condiciones de ventilación, desagüe e iluminación, así como de apertura y accesibilidad al local.

Cada 5 años se comprobará el aislamiento entre fases y entre cada fase y neutro. Centralización de contadores: Se verificará el estado del interruptor de corte en carga, comprobándose su estabilidad y posición.

Siempre que se revisen las instalaciones, se repararán los defectos encontrados y, en el caso que sea necesario, se repondrán las piezas que lo precisen.

#### Artículo 12. Precauciones a adoptar

Las precauciones a adoptar durante la construcción de la obra serán las previstas por la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el trabajo aprobada por O.M. de

9 de marzo de 1971 y R.D. 1627/97 de 24 de octubre.

#### Artículo 13. Control del hormigón

Además de los controles establecidos en anteriores apartados y los que en cada momento dictamine la Dirección Facultativa de las obras, se realizarán todos los que prescribe la Instrucción EHE para el proyecto y ejecución de las obras de hormigón estructural.

## **CUARTA PARTE: CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA DEL SISTEMA DE RIEGO**

### **Capítulo I. Prescripciones técnicas para los emisores utilizados en el riego localizado**

El objeto de este pliego es establecer las especificaciones de diseño y de operación de los emisores, y sus métodos de ensayo, así como los datos que deben ser proporcionados por el fabricante para permitir la correcta instalación y manejo en el campo.

#### Artículo 1. Definición

##### 1.1. Emisor (gotero)

Dispositivo instalado en un ramal de riego y destinado a suministrar agua en forma de gotas, y cuyo caudal, en régimen normal de funcionamiento, no sobrepasa de 16 litros/hora.

##### 1.2. Emisor auto compensante (o de caudal fijo)

Emisor de caudal fijo a presión de agua variable dentro de los límites especificados en la entrada del gotero.

##### 1.3. Entrada del emisor

Sección a través de la cual el agua entra en el emisor.

#### 1.4. Salida del emisor

Orificio, o conjunto de orificios, del emisor a través del cual el agua es emitida y dirigida hacia un punto determinado.

#### 1.5. Presión nominal de ensayo (Pn)

Presión de trabajo descrita en la publicación del fabricante como "Presión nominal de ensayo".

#### 1.6. Campo de variación de presiones de trabajo

Campo de variación de presiones del agua a la entrada del emisor, entre la presión de trabajo mínima (Pmin.) y la presión de trabajo máxima (Pmax.) especificadas por el fabricante del gotero para asegurar su correcto funcionamiento.

#### 1.7. Intervalo de regulación

Intervalo de presiones a la entrada del emisor autocompensante, dentro del cual éste se comporta como autocompensante.

#### 1.8. Caudal nominal de ensayo (qn)

Caudal del emisor en el punto medio del campo de variación de presiones, a la temperatura del agua de 23 + 20 C.

#### 1.9. Tubo portaemisores o lateral de riego

Ramal de riego que suministra el agua directamente a los emisores instalados en el mismo.

### Artículo 2. Clasificación

Los emisores se clasifican, de acuerdo con su uniformidad de caudal y su ajuste al caudal nominal, en las dos categorías siguientes:

#### 2.1. Uniformidad categoría A

Emisores de elevada uniformidad de caudal y pequeña desviación respecto del nominal.

#### 2.2. Uniformidad categoría B

Emisores de baja uniformidad de caudal y considerable desviación del caudal respecto del nominal.

### Artículo 3. Identificación

Cada emisor debe llevar marcados clara y permanentemente los siguientes datos:

- Nombre del fabricante o de su marca comercial registrada.
- Caudal nominal de ensayo (litros/hora).

- Letra A o B, de acuerdo con su categoría.
- Flecha indicadora de la dirección del flujo (en caso necesario).

#### Artículo 4. Construcción y materiales

##### 4.1. Construcción

El emisor y todos sus elementos deberán estar bien ejecutados y fabricados, de acuerdo con las recomendaciones de la buena práctica.

Los componentes que pertenezcan a emisores desmontables del mismo tamaño y modelo y producidos por el mismo fabricante, deberán ser intercambiables.

La construcción de un emisor desmontable debe permitir la sustitución de sus distintos elementos componentes. Si son necesarias herramientas especiales deberá suministrarlas el fabricante.

Los diferentes componentes del emisor deberán estar libres de defectos que puedan afectar adversamente a la operación del emisor o reducir su resistencia mecánica.

La conexión del emisor al lateral deberá realizarse de acuerdo con las especificaciones del fabricante, siempre que la conexión cumpla con los requisitos de estas prescripciones relativos a la resistencia a la presión hidráulica interna y a la tracción.

Las dimensiones del tubo de polietileno utilizado en el lateral serán las especificadas en el correspondiente Pliego de Prescripciones Técnicas.

##### 4.2. Materiales

Los materiales utilizados en la construcción del emisor serán inalterables por el agua, los fertilizantes y los productos químicos comúnmente aplicados en el riego, incluidas las aguas residuales depuradas.

Los emisores no llevarán componentes metálicos sensibles a la corrosión.

Los materiales deberán ser de un tipo que no permita el crecimiento de algas bacterianas.

Los elementos de plástico del emisor expuestos a la luz del sol deberán estar protegidos contra la degradación por rayos ultravioleta.

#### Artículo 5. Muestras y condiciones generales de los ensayos

##### 5.1. Muestras para ensayo

Los emisores destinados a ensayo deberán obtenerse al azar a partir de una población de 500 unidades, como mínimo. El número de emisores de la muestra será, como mínimo, de 25. El número de ejemplares destinados a cada ensayo se especifica en el apartado correspondiente.

## 5.2. Descripción de las condiciones del ensayo

Para la realización de los ensayos, los emisores de la muestra deben estar acoplados a los tubos, siguiendo las recomendaciones del fabricante relativas al tipo de tubo a emplear, al sistema de conexión y a las herramientas a utilizar.

Si el fabricante suministra normalmente los emisores incorporados a los tubos, se utilizará como muestra para el ensayo una cierta longitud del tubo con los goteros incorporados.

Los ensayos deben realizarse con agua filtrada a través de una malla de 100 a 75 micras y a una temperatura del aire ambiente de  $23 \pm 20$  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.
- c) 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 0 y se iniciará de nuevo el ensayo.

#### 7.2.1. Emisores autocompensantes

Se calculará para cada valor de su presión de entrada P, la media de los caudales q vertidos por los cuatro emisores, al incrementar y disminuir posteriormente la presión. (Para obtener el valor de q se operará pues con 8 valores de caudal).

La curva q deberá ser conforme a la curva facilitada en las publicaciones del fabricante. Como máximo se admitirán desviaciones del + 5% para todos los valores de presión.

#### Artículo 8. Datos a facilitar por el fabricante

El fabricante deberá poner a disposición del usuario, juntamente con los emisores, información por escrito que contenga los siguientes datos:

##### 8.1. Indicaciones generales

- a) Año de fabricación.
- b) Número de catálogo del emisor.
- c) Instrucciones para la conexión del emisor.
- d) Tipo de tubería aconsejable para el empleo del emisor y de sus dimensiones. e) Limitaciones del uso del emisor (fertilizantes, productos químicos, etc.).
- e) Recomendaciones de filtrado, incluyendo la dimensión del menor paso de agua.
- f) Instrucciones para la limpieza y prevención de obturación del emisor. h) Caudal nominal en proceso de lavado (si corresponde).
- g) Categoría del emisor en relación con su uniformidad de caudal.

##### 8.2. Instrucciones de funcionamiento

- a) Instrucciones de mantenimiento, almacenaje y reparaciones. b) Intervalo de presiones efectivas de trabajo.
- b) Curva caudal-presión.
- c) Ecuación característica del emisor según apartado 7.3. e) Intervalo de autocompensación.
- d) Longitud equivalente en m. de tubería de la pérdida de carga singular originada por la conexión del emisor a la línea de riego.
- e) 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 igual o menor de 0,930 g/cm. Los tubos son relativamente blandos y flexibles.

##### 1.2.4. *Diámetro nominal*

Es el diámetro exterior teórico, expresado en mm, especificado en la norma UNE 53-131 y que forma parte de la identificación de los diversos elementos acoplables entre sí en una instalación.

##### 1.2.5. *Diámetro exterior medio en una recta (De)*

Es el cociente entre la longitud de la circunferencia exterior del tubo, medida en cualquier sección recta del mismo, y 3,124, redondeando al 0,1 mm más próximo por exceso.

##### 1.2.6. *Diámetro exterior en un punto cualquiera (Di)*

Es todo diámetro medido en un punto de cualquier sección recta del tubo, redondeado al 0,1 mm más próximo por exceso.

##### 1.2.7. *Espesor nominal (e)*

Los espesores nominales se establecen en la norma UNE 53-131.

#### 1.2.8. *Espesor en un punto cualquiera ( $e_i$ )*

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 ( $e_m$ )*

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 ( $D_i$ )*

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 ( $P_n$ )*

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 ( $P_t$ )*

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 ( $P_n$ ).

#### 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  $\sim$  a 20° C y la presión nominal ( $P_n$ ) de diseño.

## Artículo 2. Medidas y tolerancias

### 2.1. Medidas y tolerancias

Teniendo en cuenta que en los tubos de PE-32 el proceso de fabricación calibra el diámetro exterior, y el sistema de unión entre dos secciones de tubo se realiza por ajuste interior de un accesorio, gotero, etc., se requiere un control de tolerancia del diámetro exterior medio, del espesor en un punto cualquiera y del diámetro interior medio, si bien el hecho de cumplir las dos primeras no supone necesariamente que se cumpla la tercera.

### 2.2. Diámetros nominales

Los diámetros y los espesores nominales para tubos de polietileno serán los que figuran en la norma UNE 53-131.

### 2.3. Diámetro exterior medio

Las tolerancias máximas admisibles para el diámetro exterior medio serán positivas ( $\pm x$ ), calculándose a partir de la fórmula  $x = 0,009 D_n$ , redondeando al 0,1 mm más próximo por exceso y con un valor mínimo de 0,3 mm y uno máximo de 5,00 mm

En la norma UNE 53-131 figura el cuadro de tolerancias máximas para el diámetro exterior medio.

Para los ramales portaemisores las tolerancias máximas admisibles en el diámetro exterior medio de estos tubos son siempre positivas y toman un valor de 0,3 mm

### 2.4. Espesor puntual

La tolerancia ( $e^- - e$ ) entre el espesor en un punto cualquiera ( $e_i$ ) y el espesor nominal ( $e$ ) será siempre positiva ( $+ x$ ) e igual a:

$$y = 0,1^e + 0,2 \text{ mm}$$

Para tubos con un espesor nominal superior a 24 mm se aplicará la fórmula:

$$y = 0,15^e + 0,02 \text{ mm}$$

En todos los casos los cálculos se redondearán a 0,1 mm por exceso. En la norma UNE 51-131 figuran las tablas de tolerancias en el espesor.

### 2.5. Diámetro interior medio

Para ramales portaemisores de PE-32, las tolerancias en el diámetro interior medio serán tales que, al introducir un accesorio, gotero, etc., no aumente su diámetro interior medio en más del 13% a la temperatura de  $23 \pm 20^\circ\text{C}$ .

### 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  $23 \pm 20^\circ\text{C}$ , 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  $\mu\text{m}$ .
- 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  $0,05 \pm 0,05$  %, exceptuando los tipos con aditivos especiales. Su determinación se realizará de acuerdo con la norma UNE 53-090.

## Artículo 4. Fabricación

### 4.1. Procedimiento de fabricación

Las tuberías se fabricarán por el procedimiento de extrusión simple o múltiple y simultánea. En este último caso, la unión entre las distintas capas será fuerte y uniforme sin que sea posible separar una de otra con un instrumento cortante en ningún punto. El espesor de la capa exterior deberá ser, como mínimo, de 0,51 mm

Las plantas de producción, tanto de tubos como de juntas y accesorios, estarán preparadas para la fabricación continua o en serie, obedeciendo a normas de tipificación compatibles con el presente pliego.

### 4.2. Acabado de tuberías

Las tuberías de PE de baja densidad se prepararán en rollos de la misma longitud para un diámetro y timbraje determinado. Se procurará que la longitud de cada rollo sea múltiplo de 25 m.

Los tubos estarán exentos de grietas y burbujas, presentando la superficie exterior e interior un aspecto liso, libre de ondulaciones y otros eventuales defectos.

### 4.3. Laboratorio y banco de pruebas

El fabricante dispondrá de laboratorio para control de las características físicas y químicas de la materia prima y productos acabados. También tendrá un banco de pruebas hidráulicas. En ellos se realizarán los siguientes controles:

1. De la materia prima.
2. Del proceso de fabricación.
3. De los productos acabados.

## Artículo 5. Características de los tubos

### 5.1. Aspecto

Los tubos estarán exentos de burbujas y grietas, presentando su superficie exterior e interior un aspecto liso, libre de ondulaciones y de otros defectos eventuales.

### 5.2. Contenido en negro de carbono

El contenido en negro de carbono en el tubo deberá ser de  $2,5 \pm 0,5$  % en peso, medido según UNE 53-375.

### 5.3. Dispersión del negro de carbono

Cuando los tubos se ensayan según lo indicado en la norma UNE 5 1-133, se considera que la dispersión del negro de carbono es correcta cuando:

- a) Ningún grado individual supera el valor de la microfotografía 5 y el valor medio de las 6 observaciones realizadas no supera el valor 4.
- b) Todas las observaciones efectuadas deben ser mejores que la presentada por la microfotografía A.

### 5.4. Índice de fluidez

Cuando los tubos se ensayan según lo indicado en la norma UNE 5 3-200, el índice de fluidez del compuesto para los PE 32 no será superior a 1 gr/10 minutos. Para los PE 50 A este valor no será superior a 0,3 gr/10 minutos. Para los PE 50 B no será superior a 0,4 gr/10 minutos. Las condiciones de ensayo para todos los materiales serán: Temperatura 1900 C y peso 2,160 kg.

Cuando para el PE 50 A se obtenga con estas condiciones un valor inferior a 0,1 gr/10 minutos, el ensayo deberá repetirse con una carga nominal de 5 Kg y una temperatura de 1900 C; los resultados se calcularán para un tiempo de referencia de 150 s. En este caso no se admitirá un valor del índice de fluidez superior a 0,5 gr/10 minutos.

### 5.5. Resistencia a la tracción

Cuando los tubos se ensayan según lo indicado en la norma UNE 53-13 3, la resistencia a la tracción será, como mínimo, para:

- PE-32:10 MPa
- PE-50B: 15 MPa
- PE-50A: 19 MPa

### 5.6. Alargamiento en la rotura

Cuando los tubos se ensayan, según lo indicado en la norma UNE 53-133, el alargamiento en la rotura de los tubos será como mínimo del 35 %.

### 5.7. Resistencia a la presión interna en función del tiempo

Cuando los tubos se ensayan deben superar lo indicado en la norma UNE 53-133.

### 5.8. Estanqueidad

Cuando los tubos se ensayan, según lo indicado en la norma UNE 53-133, deberán resistir durante 1 minuto, sin experimentar pérdidas, una presión de ensayo igual a 0,6 veces el valor de su presión nominal.

En el caso de tubos de PE-32 empleados en ramales de riego por goteo, la presión de ensayo será igual a 0,25 MPa.

### 5.9. Comportamiento al calor

Cuando los tubos se ensayan, según lo indicado en la norma UNE 53-133, las medidas de las probetas no deberán variar en más del 3% en sentido longitudinal.

### 5.10. Juntas

No es posible la unión de tubos de polietileno con adhesivos, y la unión por soldadura no se admite en las redes de riego localizado. Tampoco se admiten las uniones embridadas.

La unión con accesorio roscado no deberá realizarse roscando directamente la tubería.

Para la unión con accesorios insertos a presión en dos secciones contiguas de tubo, se utilizará únicamente aquellos que permitan a la junta trabajar a fracción y que no provoquen un aumento en el diámetro interior del tubo superior al 13%.

Los componentes del accesorio de unión deberán resistir la corrosión del agua que contenga en disolución fertilizantes u otros productos químicos utilizados en la agricultura.

### 5.11. Uniformidad

Salvo especificación en contrario del proyecto, los tubos, piezas especiales, accesorios y otros elementos suministrados para la obra, tendrán características geométricas uniformes y compatibles con los diámetros establecidos para los tubos a los que, en su caso, se acoplan.

### 5.12. Marcado de tubos y accesorios

Todos los tubos y accesorios llevarán marcados en lugar apropiado y visible, de forma indeleble y sin que obstruya su normal funcionamiento, al menos los datos que se indican a continuación:

#### ***En tubos***

- Marcas espaciadas a intervalos de 1,5 m, como máximo, con los siguientes
- Identificación del fabricante o marca de fábrica.
- Diámetro nominal (mm).
- Presión nominal (MPa o kg/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 interiores y exteriores, 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 de este 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 tomarán utilizando una cinta métrica (criómetro), 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:

$$V = 0,0167 \cdot \sum Li \cdot Di \cdot Pi$$

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

###### *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 ( $D_n$ )

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 ( $D_e$ )

Es el cociente entre la longitud de la circunferencia exterior del tubo, medida en cualquier sección recta del mismo, y 3,142, redondeando al 0,1 mm más próximo por exceso.

#### 1.2.8. Espesor nominal ( $e$ )

Es el que se obtiene a partir de la fórmula:

$$e = \frac{P_n \cdot D_n}{2 \cdot \sigma}$$

Donde:

- $\sigma$ : esfuerzo tangencial de trabajo a 200 C (10 MPa)  $D_n$  = diámetro nominal del tubo en mm
- $P_n$ : 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 ( $e_f$ )

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 ( $e_m$ )

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 ( $P_n$ )

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 ( $P_t$ )

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:
- 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

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 esta, 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 picnómetro, 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 de este 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 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  $230\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . 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  $1\text{ Kg/cm}^2$  cada minuto, hasta alcanzar la presión de Pu. Esta presión de prueba se mantendrá durante una hora.

Durante este tiempo no deben observarse fugas, goteos o transpiraciones visibles. Si en el primer conjunto de cinco tubos hay más de uno defectuoso, se rechazará también todo el lote.

### ***Determinación de la resistencia a la presión interna***

Se efectuará sobre tres probetas cortadas de tres tubos diferentes de cada lote, con una longitud:

$$L = 3 \cdot Dn + X$$

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 rechazará.

### ***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 de este 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 estación de bombeo y la red de riego**

#### Artículo 1. Equipos de impulsión

##### 1.1. Definiciones

- Bomba centrífuga. Dispositivo que transforma la energía mecánica procedente de un motor en energía hidráulica. El elemento característico de la bomba es el rodete o impulsor; dependiendo de su geometría, la relación entre H/Q (altura/gasto) será alta: rodetes radiales; baja: rodetes axiales; y, media: rodetes helicoidales o semiaxiales.
- Bomba de desplazamiento positivo. En este caso la energía mecánica de un motor se aplica a una cámara que se llena y vacía de forma periódica. Son de uso frecuente en la incorporación de fertilizantes y fitosanitarios a las redes de riego.

- Curvas características de una bomba. Son aquellas que relacionan la altura con el gasto, la potencia y el rendimiento.
- $NPSH_d$ . Es un valor característico de cada aspiración en una estación de bombeo.

Es el resultado de la siguiente expresión:

$$NPSH_d = \left( \frac{P_a}{\gamma} - h_A - h_v \right) - k \cdot Q^2$$

Donde:

- $P_a/\gamma$ : es aproximadamente 10 metros al nivel del mar.
  - $h_A$ : es la distancia entre el rodete y el nivel del agua.
  - $h_v$ : es la tensión de vapor del fluido.
  - $k \cdot Q^2$ : es la pérdida de carga en la aspiración.
- $NPSH_r$ . Es un valor característico de cada bomba, suministrado por el fabricante.
  - Cavitación. Es el fenómeno producido cuando  $NPSH_r$  es mayor que  $NPSH_d$ . 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 ( $n_s$ ) es el valor que tendría otra semejante elevando un gasto de 1 m<sup>3</sup>/s a una altura de 1 metro:

$$n_s = N \cdot \frac{\sqrt{Q}}{H^{\frac{3}{4}}}$$

Donde:

- N: expresado en r/min.
  - Q: expresado en m<sup>3</sup>/s.
  - H: expresado en metros.
- Leyes de semejanza. Dependiendo de la velocidad de giro, una misma bomba ofrece valores diferentes de altura (H), gasto (Q), potencia (P) y altura neta positiva de aspiración requerida ( $NPSH_r$ ).

### **Características y especificaciones**

El diámetro de los colectores de aspiración e impulsión será tal que la velocidad del fluido no supere 1,2 m/s.

El espesor de la tubería seguirá las recomendaciones UNE tanto para secciones normalizadas como para las que no lo están.

#### **1.2. Elementos habituales que forman parte de la aspiración y de la impulsión**

- Válvula de pie u otro elemento de cebado. Cuando se trata de bombas verticales habitualmente siempre se colocará en el soporte guía, para evitar que su descarga limite la lubricación de los ejes.

- Cono de aspiración. La brida de aspiración siempre será inferior a la del tubo que le precede; para unirlos se empleará un cono asimétrico que impida el alojamiento de aire en su parte superior. Esta pieza puede realizarse a partir de chapa o de tubo; en cualquiera de los dos casos puede ser de aceros normales o inoxidable. No hay indicaciones normativas sobre su longitud, sí las hay sobre su espesor: UNE 19053. Dependiendo del tipo de agua se emplearán diferentes grados de protección: aceros inoxidables, pintura epoxi, galvanización, etc.
- Cono de impulsión. La brida de la impulsión siempre será inferior a la del tubo que le sigue; para unirlos se empleará un cono simétrico hasta la sección que asegure la velocidad ya indicada. Esta pieza puede realizarse a partir de chapa, de tubo o ser de fundición. Dependiendo del tipo de agua se emplearán diferentes grados de protección: aceros inoxidables, fundición dúctil con mortero de cemento, pintura epoxi, galvanización, etc.
- Ventosas. Sobre el cono de impulsión, o inmediatamente después, se colocarán ventosas para eliminar el aire de la columna de aspiración, donde no se instaló válvula de pie.
- Manguito que evite la transmisión de las vibraciones. Colocado después del cono de impulsión, aislará las vibraciones del grupo de impulsión y absorberá posibles fallos en las medidas.
- Válvula de compuerta. Se instala después del cono de impulsión solo para la puesta en marcha y en la parada, excepto en las instalaciones que siempre están bajo presión de funcionamiento, donde solo se usa durante la puesta en marcha y en las reparaciones.
- Válvulas de llenado de la tubería. Controlan el grado de apertura en función del tiempo necesario para el llenado de la tubería, o midiendo la presión aguas abajo. Suelen ser hidráulicas o de compuerta motorizadas. Se colocan a la salida de la bomba.
- Válvula de retención. Se instalan después de la válvula de compuerta o de llenado para evitar que la bomba gire al revés en las paradas. Es una seguridad añadida cuando hay válvula de pie.
- Válvulas de alivio. Instaladas después de la válvula de retención, pueden resolver problemas de sobre presión. Complementan a las válvulas anticipadoras de onda.
- Transmisores de presión. Se roscan directamente sobre el colector de salida después de una llave de esfera y aguas abajo de la válvula de retención. El objetivo es obtener una medida analógica de la presión que será enviada a una entrada del autómatas que controla el grupo de bombeo.
- 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 ( $NPSH_d$ ) es  $>$  a la requerida ( $NPSH_r$ ).

### 1.4. Golpe de ariete en estación de bombeo

El golpe de ariete ha de calcularse para comprobar el resultado, sobre todo, de paradas bruscas por interrupción del fluido eléctrico.

La ubicación de la válvula de retención protegerá elementos sensibles como contadores y filtros. El anclaje de esta soportará el empuje máximo sin transmitirlo directamente al edificio donde se alojan las bombas.

Cuando el golpe de ariete es positivo puede amortiguarse con válvulas hidráulicas anticipadoras de onda, en otro caso es necesario instalar un calderín u otros sistemas.

### 1.5. Automatización de estaciones de bombeo

La regulación del bombeo será por el sistema de caudal-presión. El funcionamiento de una estación atenderá a la demanda de un determinado gasto en cada momento y a la presión que desee mantenerse en puntos críticos de la red de distribución. En los dos casos se trata de señales analógicas que un autómata interpretará para que las bombas atiendan la curva resistente.

En todos los casos el criterio es dar autonomía de funcionamiento a la estación de bombeo frente a un control centralizado de la zona regable.

### 1.6. Condiciones para los acopios

Los elementos mecánicos podrán almacenarse en recintos cerrados agrupados en conjuntos homogéneos, identificando su posición con etiquetas.

En el caso de bombas verticales, donde los ejes se suministran desmontados, se evitarán golpes y rozaduras que puedan provocar vibraciones durante el funcionamiento.

Los elementos eléctricos, excepto motores, no se acopiarán a la intemperie.

### 1.7. Características de las bombas utilizadas

Las características mínimas exigibles a los equipos de bombeo a instalar serán las siguientes:

- Bomba centrífuga horizontal.
- Caudal nominal 54 m<sup>3</sup>/h
- Potencia de 20 CV (15 kW)
- Elevación máximo de 57 m.c.a.

### 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-b1:2001.

### 5.2.2. Estanqueidad

Estanqueidad de la carcasa a la presión interior y de todos los componentes sometidos a presión

- Estanqueidad a la presión interior.

Las ventosas serán estancas al agua a una presión interior igual al mayor de los siguientes valores: PEA o 1,5·PFA.

Para verificar este requisito se somete una ventosa, en el estado en que se suministra, a un ensayo de presión de agua conforme con el apartado 5.1.1 de la norma UNE-EN 1074-1:2001 o a un ensayo de presión de aire de 6 bar conforme con el proyecto de norma prEN 1266-1:1999, no debe detectarse ninguna fuga.

- Estanqueidad a la presión exterior.

Para verificar este requisito se somete una ventosa, en el estado en que se suministra, al ensayo del anexo D de la norma UNE-EN 1074-1:2001, cualquier variación de presión durante el ensayo no debe superar el valor de 0.02 bar.

### **Estanqueidad del asiento**

- Estanqueidad del asiento a alta presión.

En asiento de las ventosas, en la posición de ventosa completamente cerrada, debe ser estanco, con un ratio de fuga definido y seleccionado entre los ratios A y F indicados en el proyecto de norma prEN 1266-1:1999, el ratio de 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 1.1xPFA para agua, o 6 bar para aire, el ratio de fuga medido no debe superar el ratio definido.

- Estanqueidad del asiento a una baja presión.

Los requisitos deben ser conformes a los de apartado anterior pero a una presión diferencial de agua de 0.5 bar.

### 5.2.3. Características neumáticas

La característica facilitada por el fabricante será el caudal de aire en función de la presión. El caudal no será inferior al 90% del valor indicado por el fabricante, en dos puntos de la curva, siendo estos dos puntos indicativos del rango de utilización de la válvula y sus funciones.

### **Función de salida de aire**

El ensayo de tipo debe realizarse según se indica en el anexo A de la norma UNE-EN1074-4:2001. Este ensayo no se exige en ventosas de dimensiones superiores a DN 100.

### ***Función de entrada de aire***

El ensayo de tipo debe realizarse según se indica en el anexo B de la norma UNE-EN1074-4:2001. Este ensayo no se exige en ventosas de dimensiones superiores a DN 100.

### ***Función de desgasificación***

Esta función se debe verificar mediante la medición de la sección de orificio pequeño de la ventosa, calculando el caudal que lo atraviesa en condiciones sónicas, y comparando el resultado con el valor facilitado en los catálogos del fabricante. La diferencia no debe ser superior a  $\pm 10\%$ .

#### ***5.2.4. Resistencia a la fatiga***

### ***Resistencia a la fatiga con función de entrada y/o salida de aire***

Esta fatiga se debe evaluar sometiendo a la válvula a 250 ciclos consecutivos de llenado y drenaje, según el anexo C de la norma UNE-EN 1074-4:2001, con la presión variando entre la atmosférica y PFA. La ventosa se debe abrir y cerrar completamente durante el ensayo y superar los ensayos de estanquidad del apartado 1.2.2 de la norma después de los 250 ciclos.

### ***Resistencia a la fatiga con función de desgasificación***

Dicha fatiga se debe evaluar sometiendo la válvula a 2500 ciclos consecutivos de desgasificación. Esto se puede realizar mediante la inyección continua de aire en el sistema, permitiendo la evacuación periódica del aire, o mediante la inyección cíclica del aire. La ventosa se debe abrir y cerrar completamente en cada ciclo del ensayo y debe superar los ensayos de estanquidad del apartado 1.2.2. después de los 2500 ciclos.

### ***Ensayo de apertura después de un cierre prolongado***

Este ensayo sirve para asegurar que el obturador se abrirá después de haber estado sometido a presión durante largo tiempo. El ensayo se debe llevar a cabo con la ventosa en el estado en que se suministra, montada verticalmente, a una temperatura de 50 °C sometida a una presión hidráulica de al menos PFA durante 5 días. Después se retira la presión y se verifica que la ventosa se abre con normalidad. La ventosa debe superar los ensayos de estanquidad del apartado 1.2.2.

#### **5.3. Marcado**

Las ventosas se deben marcar de manera visible y durable del siguiente modo:

- DN.
- Identificación de los materiales de la carcasa.
- PN.
- Identificación del fabricante.
- Identificación del año de fabricación.

- Norma aplicada.

Para ventosas de DN < 50, sólo son obligatorias las siguientes marcas:

- PN.
- Identificación del fabricante.
- Norma aplicada.

## **TITULO II: CONDICIONES FACULTATIVAS**

### **CAPÍTULO I. DELIMITACION GENERAL DE FUNCIONES TÉCNICAS**

#### **Artículo 1. El Ingeniero Director**

Corresponde al Ingeniero Director:

- a) Comprobar la adecuación de la cimentación proyectada a las características reales del suelo.
- b) Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- c) Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las instrucciones complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución arquitectónica.
- d) Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, 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, a las 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 esta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Plan de Residuos de Construcción y Demolición.

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 efectuarse. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

### **Artículo 21. Responsabilidad del Constructor**

En los trabajos de "Obras por Administración delegada", el Constructor solo será responsable de los efectos constructivos que pudieran tener los trabajos o unidades por él ejecutadas y también de los accidentes o perjuicios que pudieran sobrevenir a los obreros o a terceras personas por no haber tomado las medidas precisas que en las disposiciones legales vigentes se establecen. En cambio, y salvo lo expresado en el artículo 61 precedente, no será responsable del mal resultado que pudiesen dar los materiales y aparatos elegidos con arreglo a las normas establecidas en dicho artículo.

En virtud de lo anteriormente consignado, el Constructor está obligado a reparar por su cuenta los trabajos defectuosos y a responder también de los accidentes o perjuicios expresados en el párrafo anterior.

## **CAPÍTULO V: DE LA VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS**

### **Artículo 22. Formas varias de abono de las obras**

Según la modalidad elegida para la contratación de las obras y salvo que en el contrato suscrito entre el Contratista y el Promotor, se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se efectuará así:

1. Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.
2. Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra. Este precio por unidad de obra es invariable y se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de

unidades ejecutadas. Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al Contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el Proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.

3. Tanto variable por unidad de obra. Según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las Órdenes del Ingeniero-Director. Se abonará al Contratista en idénticas condiciones al caso anterior.
4. Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el Contrato suscrito entre Contratista y Promotor determina.
5. Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

### **Artículo 23. Relaciones valoradas y certificaciones**

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato suscrito entre Contratista y Promotor, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Ingeniero.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderada o numeral correspondiente para cada unidad de obra, los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego Particular de Condiciones Económicas" respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación se le facilitarán por el Ingeniero técnico los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha del recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos y devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Ingeniero-Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Ingeniero-Director en la forma referida en los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Ingeniero-Director la certificación de las obras ejecutadas. De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la construcción de la fianza o retención como garantía de correcta ejecución que se haya preestablecido.

El material acopiado a pie de obra por indicación expresa y por escrito del Promotor, podrá certificarse hasta el noventa por ciento (90 por 100) de su importe, a los precios que figuren en los documentos del Proyecto, sin afectarlos del tanto por ciento de contrata.

Las certificaciones se remitirán al Promotor, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. En el caso de que el Ingeniero-Director lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

#### **Artículo 24. Mejoras de obras libremente ejecutadas**

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Ingeniero-Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio o ejecutase con mayores dimensiones cualquiera parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Ingeniero-Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponder en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

#### **Artículo 25. Abono de trabajos presupuestados con partida alzada**

Salvo lo preceptuado en el contrato suscrito entre el Contratista y el Promotor, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- a) Si existen precios contratados para unidades de obras iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- b) Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
- c) Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso el Ingeniero-Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

#### **Artículo 26. Abono de agotamientos, ensayos y otros trabajos especiales no contratados**

Cuando fuese preciso efectuar agotamientos, ensayos, inyecciones y otra clase de trabajos de cualquiera índole especial y ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el Propietario por separado de la Contrata.

Además de reintegrar mensualmente estos gastos al Contratista, se le abonará juntamente con ellos el tanto por ciento del importe total que, en su caso, se especifique en el contrato entre el Contratista y el Promotor.

### **Artículo 27. Pagos**

Los pagos se efectuarán por el Promotor en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Ingeniero-Director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

### **Artículo 28. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía**

Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

1. Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo; y el Ingeniero-Director exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en el contrato suscrito entre el Contratista y el Promotor, o en su defecto, en el presente Pliego Particular o en su defecto en los Generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.
2. Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
3. Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

## **CAPÍTULO VI: DE LAS INDEMNIZACIONES MUTUAS**

### **Artículo 29. Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras**

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un porcentaje del importe total de los trabajos contratados o cantidad fija, que deberá indicarse en el contrato suscrito entre Contratista y Promotor, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza o retención.

### **Artículo 30. Demora de los pagos por parte del propietario**

Si el Promotor no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al que se hubiere comprometido, el Contratista tendrá el derecho de percibir la cantidad pactada en el Contrato suscrito con el Promotor, en concepto de intereses de demora, durante el espacio de tiempo del retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

Si aún transcurrieran dos meses a partir del término de dicho plazo de un mes sin realizarse dicho pago, tendrá derecho el Contratista a la resolución del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que éstos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada.

No obstante lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el Contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

## **CAPÍTULO VII: VARIOS**

### **Artículo 31. Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios**

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Ingeniero-Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto a menos que el Ingeniero-Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Ingeniero-Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

### **Artículo 32. Unidades de obra defectuosas pero aceptables**

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Ingeniero-Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

### **Artículo 33. Seguro de las obras**

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados.

El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Promotor, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya, y a medida que ésta se vaya realizando.

El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Promotor podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada.

La infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se le hubiesen abonado, pero solo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero-Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del Promotor, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos

#### **Artículo 34. Conservación de la obra**

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Promotor, el Ingeniero-Director, en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Ingeniero-Director fije, salvo que existan circunstancias que justifiquen que estas operaciones no se realicen.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el Contratista a revisar y reparar la obra, durante el plazo de garantía, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

#### **Artículo 35. Uso por el Contratista de edificio o bienes del Promotor**

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Promotor, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación, reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Promotor a costa de aquél y con cargo a la fianza o retención.

## TITULO IV: CONDICIONES LEGALES

### Artículo 1. Preliminar

Se entiende el presente pliego como orientativo para la focalización del contrato entre el propietario y el constructor.

### Artículo 2. Contratista

Pueden ser contratistas de las obras los españoles y extranjeros que se hayan en posición de sus derechos civiles con arreglo a las leyes, y a las sociedades y compañías legalmente constituidas y renegociadas en España.

Quedan exceptuados:

- Los que se hayan procesados criminalmente, si hubiese recaído contra ellos acto de prisión.
- Los que estuviesen fallidos, con suspensión de pagos o bienes intervenidos.
- Los que en contratos anteriores hubiesen fallado reconocidamente con sus compromisos.
- Los que estuviesen premiados como deudores a los males públicos en conceptos de seguros contribuyentes.

### Artículo 3. Sistemas de contratación

La ejecución de las obras podrá contratarse por cualquiera de los siguientes sistemas:

- Por tanto, alzado, comprende la ejecución de toda o parte de la obra, con sujeción estricta a los documentos del proyecto y a una cifra fija.
- Por unidades de obra, ejecutadas así mismo con arreglo a los documentos del proyecto y a las condiciones particulares que en cada caso se estipulen.
- Por administración directa o indirecta con arreglo a los documentos del proyecto y a las condiciones particulares que en cada caso se estipulen.
- Por contratos, de mano de obra, siendo de cuenta de la propiedad el suministro de los materiales y medios auxiliares en condiciones idénticas a los anteriores.

### Artículo 4. Adjudicación de las obras

La adjudicación de las obras podrá efectuarse por cualquier de los tres procedimientos siguientes:

- Subasta pública o privada.
- Concurso público o privado.
- Adjudicación directa.

En el primer caso, será obligatoria la adjudicación al mejor postor, siempre que este sea conforme con lo especificado en los documentos del proyecto. En el segundo caso la adjudicación será libre elección.

#### **Artículo 5. Formalización del contrato**

Los contratos se formalizarán mediante documento privado en general, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes y con arreglo a las disposiciones vigentes. Serán de cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasionen la extensión del documento en que se consigue el contrato.

#### **Artículo 6. Responsabilidad del contratista**

El contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el proyecto (la memoria no tendrá consideración de documento del proyecto).

El contratista se obliga a lo establecido en la Ley de Contratos de Trabajo y además a lo dispuesto por la Ley de Accidentes de Trabajo, Subsidio Familiar y Seguros Sociales.

El contratista es responsable de toda falta relativa a la Policía Urbana y a las Ordenanzas Municipales a estos aspectos vigentes en la localidad en la que las obras están emplazadas.

#### **Artículo 7. Accidentes de trabajo y daños a terceros**

En caso de accidentes ocurridos a los operarios, con motivo del ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el contratista se atenderá a lo dispuesto en la legislación vigente, siendo en todo caso, único responsable de su incumplimiento y sin que por ningún concepto pueda quedar afectada la propiedad por responsabilidad de cualquier aspecto.

El contratista está obligado a aceptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes señalan para evitar, en lo posible, accidentes a los obreros o a los viandantes en todos los lugares peligrosos de la obra.

De los accidentes y perjuicios de todo género que puedan acaecer o sobrevenir, por no cumplir lo legislado sobre la materia, el contratista será el único responsable, o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precios se incluye lo necesario para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales.

El contratista será el responsable de todos los accidentes, que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran en la obra. Y será, por tanto, de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y, en cuanto a ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El contratista cumplirá los requisitos que reflejan las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando ello fuera requerido, el justificante de tal cumplimiento.

### **Artículo 8. Pago de tributos**

El pago de tributos e impuestos en general, municipales y de otro origen cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras por concepto inherente a los propios trabajos que se realizan correrán a cargo de la contrata, siempre que en las condiciones particulares del proyecto no se estipule lo contrario. No obstante, el contratista deberá ser reintegrado del importe de todos aquellos conceptos que el Ingeniero Director considere justo hacerlo.

### **Artículo 9. Hallazgos**

Todas las antigüedades, objetos de arte o sustancias minerales que se encuentren en las excavaciones y demoliciones practicadas en la finca objeto del proyecto, pertenecen al Estado Español, quien deberá velar por su adecuada conservación y puesta en valor.

El contratista deberá emplear, para extraerlos, todas las precauciones que se le indiquen por el director de obra. El propietario abonará al contratista el exceso de obras o los gastos especiales que estos trabajos ocasionen.

Serán pertenencia del Estado los materiales y corrientes de agua que, como consecuencia de la ejecución de las 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 derechos 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 estas, 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 esta 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 del 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.

# DOCUMENTO 4: MEDICIONES

## ÍNDICE MEDICIONES

1. Caseta de riego .....	1
2. Establecimiento de la plantación.....	4
3. Maquinaria.....	6
4. Sistema de riego.....	7
5. Torres antihelada.....	10
6. Seguridad y salud .....	11

## 1. Caseta de riego

Nº	Ud	Descripción	Medición
<b>Subcapítulo 1.1: Acondicionamiento del terreno</b>			
1.1.1	M2	Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	
		Total m2 .....	63,000
1.1.2	M3	Excavación para la formación de zanjas, en terrenos medios, con retroexcavadora, incluso ayuda manual en zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes y carga sobre transportes, según NTE/ADZ-4.	
		Total m3 .....	48,000
<b>Subcapítulo 1.2: Cimentación</b>			
1.2.1	M2	Encofrado y desencofrado de losa armada plana con tablero de madera de pino de 22 mm., confeccionado previamente, considerando 4 posturas. Normas NTE-EME.	
		Total m2 .....	108,000
1.2.2	M3	Hormigón armado HA-25/P/20/I, elaborado en central, en relleno de losa de cimentación, incluso armadura (100 kg/m <sup>3</sup> ), vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según normas NTE-CSL, EHE-08 y CTE-SE-C.	
		Total m3 .....	21,250
1.2.3	M2	Encachado de piedra caliza 40/80 de 20 cm. de espesor en sub-base de solera, i/extendido y compactado con pisón.	
		Total m2 .....	19,200
<b>Subcapítulo 1.3: Estructura</b>			
1.3.1	Kg	Acero laminado S275JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE.	
		Total kg .....	336,375
1.3.2	Kg	Acero laminado S275JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE.	
		Total kg .....	420,270
1.3.3	U	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central biselado, de 300x300 mm y espesor 15 mm, con 4 pernos soldados de acero corrugado UNE-EN 10080 B 400 S de 14 mm de diámetro y 47,0973 cm de longitud total.	
		Total u .....	6,000

Nº	Ud	Descripción	Medición
<b>Subcapítulo 1.4: Cerramientos</b>			
1.4.1	M2	Fábrica de bloques huecos de arcilla expandida de 40x20x20 cm. de una cámara para revestir, recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 N y arena de río M-5, rellenos de hormigón de 330 kg. de cemento/m3. de dosificación y armaduras según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, rejuntado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-FFB y CTE-SE-F, medida deduciendo huecos superiores a 1 m2.	
		Total m2 .....	70,000
1.4.2	Kg	Acero laminado S275 JR, en vigas alveolares laminadas en caliente, preparadas para paso de instalaciones, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE.	
		Total kg .....	32,000
<b>Subcapítulo 1.5: Cubierta</b>			
1.5.1	M2	Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial, prelacada cara exterior y galvanizada cara interior de 0,6 mm. con núcleo de espuma de poliuretano de 40 kg./m3. con un espesor total de 35 mm., sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, s/NTE-QTG-8. Medida en verdadera magnitud.	
		Total m2 .....	37,030
1.5.2	Kg	Acero laminado S275JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE.	
		Total kg .....	140,000
<b>Subcapítulo 1.6: Carpintería y cerrajería</b>			
1.6.1	U	Ventana corredera de aluminio anodizado natural de 60 micras, RPT, de 100x200 cm. de medidas totales, de 3 hojas, permeabilidad clase 4, estanqueidad al agua clase 9A y resistencia al viento C5, compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares. s/NTE-FCL-5.	
		Total u .....	2,000
1.6.2	M2	Acristalamiento con vidrio float incoloro de 4 mm de espesor y lámina transparente, con protección a la radiación UV de un 99% y confiriendo al vidrio seguridad frente a roturas, i/ fijación sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales y sellado en frío con silicona incolora, incluso cortes de vidrio y colocación de junquillos, según NTE-FVP-8.	
		Total m2 .....	4,000
1.6.3	U	Puerta basculante de 200x200 m. de una hoja de aluminio lacado blanco, accionada manualmente mediante muelles de torsión y brazos articulados, construida con cerco y bastidores de tubo de aluminio de 2 mm. de espesor, doble refuerzo interior, guías laterales, cerradura, herrajes de colgar y patillas de fijación a obra, elaborada en taller, ajuste y montaje en obra (sin incluir recibido de albañilería).	
		Total .....	1,000
<b>Subcapítulo 1.7: Electricidad</b>			
1.7.1	M	Cable flexible de cobre de 2,5 mm2 de sección y de tensión nominal 450/750V H07V-K con aislamiento de PVC, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	

Nº	Ud	Descripción	Medición
			Total m .....: 43,500
1.7.2	M	Cable flexible de cobre de 4 mm <sup>2</sup> de sección y de tensión nominal 0,6/1 kV H07V-K y cubierta de PVC, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	Total m .....: 8,000
1.7.3	M	Cable rígido de aluminio de 70 mm <sup>2</sup> de sección y de tensión nominal 0,6/1 kV, tipo RZ, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de PVC, según el Reglamento de Baja Tensión 2002.	Total m .....: 120,000
1.7.4	U	Arqueta prefabricada registrable de hormigón en masa con refuerzo de zuncho perimetral en la parte superior de 60x60x60 cm., medidas interiores, completa: con tapa y marco de hormigón y formación de agujeros para conexiones de tubos. Colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/I de 10 cm. de espesor y p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno perimetral posterior.	Total u .....: 1,000
1.7.5	M3	Excavación para la formación de zanjas, en terrenos medios, con retroexcavadora, incluso ayuda manual en zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes y carga sobre transportes, según NTE/ADZ-4.	Total m3 .....: 3,000
1.7.6	M3	Relleno y extendido con tierras de préstamo en zanjas, por medios manuales, con aporte de tierras, i/carga y transporte a pie de tajo, y con p.p. de medios auxiliares.	Total m3 .....: 2,000
1.7.7	M	Suministro y colocación de bandeja perforada de PVC. color gris de 60x75 mm. y 3 m. de longitud, sin separadores, con cubierta con p.p. de accesorios y soportes; montada suspendida. Con protección contra penetración de cuerpos sólidos IP2X, de material aislante y de reacción al fuego M1. Según REBT, ITC-BT-21.	Total m .....: 12,000
1.7.8	U	Toma de tierra con electrodo de pica de acero recubierto de cobre de diámetro 14 mm y longitud 2 m, uniones mediante soldadura aluminotérmica, incluyendo registro de comprobación y puente de prueba. Según el Reglamento de Baja Tensión 2002	Total u .....: 1,000
1.7.9	U	Cuadro secundario de obra para una potencia máxima de 25 kW. compuesto por armario metálico con revestimiento de poliéster, de 90x60 cm.	Total u .....: 1,000

## 2. Establecimiento de la plantación

Nº	Ud	Descripción	Medición
<b>Subcapítulo 2.1: Actuaciones previas</b>			
2.1.1	Ha	Estercolado de fondo en terreno suelto, con aportación de 57,03 t/ha de estiércol de vacuno, extendido con medios mecánicos.	
		Total ha .....	17,800
2.1.2	Ha	Labor de desfonde con tractor agrícola de 150 CV de potencia nominal, con arado de vertedera de desfonde monosurco, ejecutándose la labor a una profundidad de 80 cm., con inversión de horizontes, en terrenos sueltos de pendiente menor al 35 % y pedregosidad baja o nula.	
		Total ha .....	17,800
2.1.3	Ha	Laboreo mecánico de terreno de consistencia media, comprendiendo dos pases cruzados de cultivador suspendido ligero de 15 brazos	
		Total ha .....	17,800
<b>Subcapítulo 2.2: Plantación</b>			
2.2.1	Ha	Unidad de replanteo por hectarea con equipo topográfico compuesto por topógrafo y ayudante, con estación total, jalones, cuerdas y medios auxiliares	
		Total ha .....	17,800
2.2.2	U	Revisión de los plantones y almacenamiento a su llegada a la explotación en zanjas de 50-60 cm de profundidades localizadas en una zona sombreada, ventilada y con buena humedad, recubriendo sus raíces con tierra o arena húmeda, hasta el momento de la plantación. Antes de la plantación, los plantones se sacan de las zanjas donde se han conservado y se procede a una poda ligera de raíces, eliminando aquellas demasiado largas o dañadas.	
		Total u .....	36.310,000
2.2.3	U	Manzano de variedad Golden Parsi injertado sobre patrón M-9 Pajam-2 Cepiland de un año de injerto. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado..	
		Total u .....	13.829,000
2.2.4	U	Manzano de variedad Golden Crielaard injertado sobre patrón M-9 Pajam-2 Cepiland de un año de injerto. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado..	
		Total u .....	13.502,000
2.2.5	U	Manzano de variedad Brookfield Gala injertado sobre patrón M-9 Pajam-1 de un año de injerto. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado..	
		Total u .....	9.343,000
2.2.6	Ha	Plantación con arado plantador y tractor agrícola de 150 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.	
		Total ha .....	17,800
2.2.7	Ha	Revisión general de los árboles colocando en condiciones los que se encuentran defectuosamente instalados.	
		Total ha .....	17,800

Nº	Ud	Descripción	Medición
2.2.8	Ha	Poda de plantación incluyendo tijeras de poda manuales.	
		Total ha .....	17,800
2.2.9	Ha	Reposición de marras con 2 palas royeras, 2 azadas y alquiler de un remolque de dos ejes, de dimensiones 3,6x2x1 m y una capacidad de carga de 5 t.	
		Total ha .....	17,800
<b>Subcapítulo 2.3: Cuidados posteriores</b>			
2.3.1	U	Suministro y colocación de tubo protector de polipropileno extruído, doble capa, de 90 mm. de diámetro aprox., resistente a los rayos UV y fotodegradable a partir de 5 años, de 60 cm. de altura, empotrado en el terreno y con aporcado de tierras a una altura de 25 cm.	
		Total u .....	36.310,000
<b>Subcapítulo 2.4: Espaldera</b>			
2.4.1	U	Perfil normalizado de acero hueco redondeo A-42 de diámetro 30 mm de diámetro y 2 mm de espesor.	
		Total u .....	9.635,000
2.4.2	U	Cable tensor para espaldera, formado por cable de acero de diámetro 7 mm.	
		Total u .....	2.078,000
2.4.3	M	Alambre para espaldera, formado por alambre de acero galvanizado de 3 mm de diámetro	
		Total m .....	132.319,000
2.4.4	U	Tensores para alambres, galvanizado	
		Total u .....	9.615,000
2.4.5	M3	Hormigón en masa HL-150/B/20 de dosificación 150 kg/m <sup>3</sup> , con tamaño máximo de árido de 20 mm elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales, vibrado y colocación. El espesor será de 10 cm, según CTE/DB SE C y EHE-08.	
		Total m <sup>3</sup> .....	452,000

### 3. Maquinaria

Nº	Ud	Descripción	Medición
3.1	U	Tractor de 80 CV de potencia	
		Total u .....	1,000
3.2	U	Pulverizador hidráulico suspendido con depósito de polietileno de alta densidad de 600 L de capacidad. Accionado por la toma de fuerza del tractor de 80CV. Posibilidad de acoplar lanzas individuales o rejas en los extremos de la barra.	
		Total u .....	1,000
3.3	U	Pulverizador hidroneumático arrastrado de 2.500 L de capacidad de polietileno de alta densidad. Accionado por la toma de fuerza del tractor de 80 CV, con ventiladores de 2 velocidades de acero inoxidable de 20 palas.	
		Total u .....	1,000
3.4	U	Segadora de cuchillas suspndida de 3 m de anchura de trabajo. Accionada por la toma de fuerza del tractor de 80 CV.	
		Total u .....	1,000
3.5	U	Triturador de restos de poda con 16 martillos. Accionado por la toma de fuerza del tractor de 80CV.	
		Total u .....	1,000
3.6	U	Máquina recolectora de fruta autopropulsada, con cintas transportadoras y carro portapalots. Capacidad para 10 personas, con 6 balcones desplegados con pistón hidráulico, descarga de la fruta directamente al palot, regulación de velocidad de la cinta y movimiento de la máquina hidrostático con inversor. Equipado con compresor con 6 tomas.	
		Total u .....	4,000
3.7	U	Incluye 6 tijeras neumáticas de poda con corte de 35 mm, con manguera en espiral de 12 metros.	
		Total u .....	1,000
3.8	U	Elevador hidráulico de horquillas frontal para el tractor. Permite movimientos de elevación y descenso y desplazamiento a izquierda y derecha.	
		Total u .....	1,000

## 4. Sistema de riego

Nº	Ud	Descripción	Medición
<b>Subcapítulo 4.1: Preparación del terreno</b>			
4.1.1	M3	Excavación para la formación de zanjas, en terrenos medios, con retroexcavadora, incluso ayuda manual en zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes y carga sobre transportes, según NTE/ADZ-4.	
		Total m3 .....	1.232,500
4.1.2	M3	Relleno de las zanjas de las tuberías primarias y secundarias por medios mecánicos y manuales, con árido 6/12 mm machaqueo (en cantera), y compactado con bandeja vibradora, según NTE/ADZ-12.	
		Total m3 .....	982,000
<b>Subcapítulo 4.2: Red de riego</b>			
4.2.1	M	Tubería primaria de PVC, ?63, 0,63 MPa	
		Total m .....	326,140
4.2.2	M	Tubo de PVC de presión nominal 0,63 MPa, diámetro exterior 75 mm y junta pegada.	
		Total m .....	885,340
4.2.3	M	Tubo de PVC de presión nominal 41,32 m.c.a., diámetro exterior 20 mm y junta pegada.	
		Total m .....	45.670,200
4.2.4	U	Emisor autocompensante de caudal nominal 2 L/h, intervalo de autocompensación 1,0 a 3,5 bar, coeficiente de variación 3,19 %, con sistema antidrenante y autolimpiante.	
		Total u .....	73.133,000
4.2.5	U	Arqueta prefabricada abierta de hormigón en masa con refuerzo de zuncho perimetral en la parte superior, de 30x30x60 cm, medidas interiores, para desagüe de las tuberías primarias. Arqueta completa: con reja y marco de hormigón y formación de agujeros para conexiones de tubos. Colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/l de 10 cm. de espesor y p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno perimetral posterior.	
		Total u .....	3,000
4.2.6	U	Ventosa de diámetro 125 mm, de fundición, para las tuberías primarias.	
		Total u .....	3,000
4.2.7	U	Purgador de diámetro 20 mm, de fundición, para el final cerrado de los laterales.	
		Total u .....	226,000
4.2.8	U	Instalación de una electroválvula automática de 1/2", en las tuberías primarias, con presión de entrada máxima de 6 bares, normalmente cerrada. Comandada por una centralita electrónica.	
		Total u .....	6,000
4.2.9	M	Línea eléctrica de cobre de 7x1,5 mm <sup>2</sup> , aislamiento 1 kV. para alimentación de electroválvulas, instalada en zanja y cintada a la tubería de riego, i/vulcanizado de empalmes con cinta especial y conectores estancos, instalada.	
		Total m .....	682,300

Nº	Ud	Descripción	Medición
<b>Subcapítulo 4.3: Cabezal de riego</b>			
4.3.1	U	Suministro y colocación de válvula de corte por compuerta, de 4" (110 mm) de diámetro, de fundición, colocada mediante bridas, totalmente equipada, instalada y funcionando. s/CTE-HS-4.	
		Total u .....	1,000
4.3.2	U	Purgador automático de fundición con brida, de 110 mm. de diámetro, colocado en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalado.	
		Total u .....	1,000
4.3.3	U	Suministro y colocación de codo de 90º para tubería corrugada de PVC, de 110 mm de diámetro nominal, en conducción de saneamiento, instalado.	
		Total u .....	2,000
4.3.4	U	Reducción de PVC, con junta pegada, de diámetro 100 mm a 90 mm. Incluye mano de obra y funcionamiento	
		Total u .....	1,000
4.3.5	U	Filtro de arena metálico cerrado, con fondos superior e inferior abombados y tratamiento anticorrosión (fosfatado), con conexión tipo brida de 4" y diámetro 56 mm con una superficie filtrante no inferior a 0,44 m2.	
		Total u .....	2,000
4.3.6	U	Suministro e instalación de tanque de abonado, de poliéster y fibra de vidrio, para abonos líquidos a distribuir por medio de las redes de riego, de 60 litros de capacidad, i/piezas y accesorios, instalado.	
		Total u .....	4,000
4.3.7	U	Suministro e instalación del programador de 4 estaciones alimentado por 2 pilas alcalinas de 9V	
		Total u .....	1,000
4.3.8	M	TUBERÍA PE-32 DN=12 mm	
		Total m .....	1,500
4.3.9	U	Suministro e instalación de sistema del equipo de fertirrigación formado por un depósito de polietileno de alta densidad de 100 L de capacidad y un motor monofásico de 1,5 kW,230 V.	
		Total u .....	1,000
4.3.10	U	Suministro e instalación de filtro de latón de malla de acero D=3", posición de trabajo inclinada con purga, i/elementos de fijación, instalado.	
		Total u .....	1,000
4.3.11	U	Contador de turbina tipo Woltmann de transmisión magnética, diámetro nominal 100 mm, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, embridado, cuerpo de fundición de hierro con recubrimiento exterior tipo plástico, esfera seca y estanca y mecanismo de medida extraíble. Homologado CEE clase metrológica B.	
		Total u .....	1,000

Nº	Ud	Descripción	Medición
4.3.12	U	Suministro y colocación de válvula de corte por compuerta, de 4" (125 mm) de diámetro, de fundición, colocada mediante bridas, totalmente equipada, instalada y funcionando. s/CTE-HS-4.	
		Total u .....	1,000
4.3.13	U	Instalación de una electroválvula automática de 1/2", en las tuberías primarias, con presión de entrada máxima de 6 bares, normalmente cerrada. Comandada por una centralita electrónica.	
		Total u .....	1,000
4.3.14	U	Suministro y colocación de codo de 90º para tubería corrugada de PVC, de 125 mm de diámetro nominal, en conducción de saneamiento, instalado.	
		Total u .....	1,000

#### Subcapítulo 4.4: Instalación de bombeo

4.4.1	M	Tubería de PVC-C de diámetro 110 mm., PN-0,63 SDR 13,6, s/ CTE-HS-4 y UNE EN ISO 15877	
		Total m .....	15,000
4.4.2	U	Suministro y colocación de codo de 90º para tubería corrugada de PVC, de 110 mm de diámetro nominal, en conducción de saneamiento, instalado.	
		Total u .....	2,000
4.4.3	U	Bomba de bajo consumo energético, mejor rendimiento hidráulico, óptimo fraccionamiento de la potencia absorbida y funcionamiento muy silencioso.	
		Total u .....	1,000

## 5. Torres antihelada

Nº	Ud	Descripción	Medición
<b>Subcapítulo 5.1: Acondicionamiento del terreno</b>			
5.1.1	M2	Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	
		Total m2 .....	12,000
5.1.2	M3	Excavación para la formación de zanjas, en terrenos medios, con retroexcavadora, incluso ayuda manual en zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes y carga sobre transportes, según NTE/ADZ-4.	
		Total m3 .....	0,860
<b>Subcapítulo 5.2: Cimentaciones</b>			
5.2.1	U	Hormigón HA-25/P/40/IIa, elaborado en central, en relleno de zapatas y zanjas de cimentación.	
		Total u .....	4,000
5.2.2	M3	Hormigón en masa HM-20/P/20/I, elaborado en central, para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación. Según NTE-CSZ, EHE-08 y CTE-SE-C.	
		Total m3 .....	0,320
<b>Subcapítulo 5.3: Rellenos</b>			
5.3.1	M3	Relleno y extendido de zahorras con medios mecánicos, motoniveladora, incluso compactación con rodillo autopropulsado y riego, en capas de 25 cm. De espesor máximo, con grado de compactación 95% del próctor modificado, según NTE/ADZ-12.	
		Total m3 .....	2,550
<b>Subcapítulo 5.4: Revestimientos</b>			
5.4.1	M3	Solera realizada con HA 20/B/20/I, tamaño de árido 20 mm, espesor de 15 cm reforzada con malla electro soldada ME 200x200 a diámetro 6-6 AEH 500-N colocado sobre terreno limpio y compactado a mano extendido mediante reglado y acabado ruleteado.	
		Total m3 .....	13,250
<b>Subcapítulo 5.5: Torre de ventilación</b>			
5.5.1		Torre de ventilación para defensa contra heladas, con 3 ha de cobertura, que incluye mástil metálico de 11 m, motor de combustión de 130 kW, sistema de engranajes y accesorios, transporte, instalación y medios auxiliares.	
		Total .....	4,000

## 6. Seguridad y salud

Nº	Ud	Descripción	Medición
<b>Subcapítulo 6.1: Protección individual</b>			
6.1.1	U	Pantalla de seguridad de cabeza, para soldador, de fibra vulcanizada, con cristal de 110 x 55 mm., (amortizable en 5 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	
		Total u .....	3,000
6.1.2	U	Semi-mascarilla antipolvo un filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	
		Total u .....	12,000
6.1.3	U	Filtro de recambio de mascarilla para polvo y humos. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	
		Total u .....	36,000
6.1.4	U	Juego de tapones antirruído de espuma de poliuretano ajustables. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	
		Total u .....	12,000
6.1.5	U	Gafas protectoras contra impactos, incoloras, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	
		Total u .....	12,000
6.1.6	U	Protectores auditivos con arnés a la nuca, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	
		Total u .....	12,000
6.1.7	U	Faja protección lumbar (amortizable en 4 usos). Certificado CE EN385. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	
		Total u .....	3,000
6.1.8	U	Mono de trabajo, homologado CE.	
		Total u .....	12,000
6.1.9	U	Par de botas altas de agua color negro (amortizables en 1 uso). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	
		Total u .....	12,000
6.1.10	U	Par de botas de seguridad con plantilla y puntera de acero (amortizables en 1 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	
		Total u .....	12,000
6.1.11	U	Par de guantes de nitrilo de alta resistencia. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	
		Total u .....	12,000
6.1.12	U	Par de guantes de uso general de piel de vacuno. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	
		Total u .....	12,000
6.1.13	U	Par de guantes para soldador (amortizables en 2 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	
		Total u .....	3,000

Nº	Ud	Descripción	Medición
6.1.14	U	Mandil de cuero para soldador (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	
		Total u .....	3,000
6.1.15	U	Impermeable 3/4 de plástico, color amarillo (amortizable en 1 uso). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	
		Total u .....	12,000
<b>Subcapítulo 6.2: Protección colectiva</b>			
6.2.1	U	PROTECCIÓN HUECO 2x2m C/MALLAZO	
		Total u .....	2,000
6.2.2	U	Señal informativa cuadrada de 60x60 cm., reflexiva nivel I (E.G.) y troquelada, incluso poste galvanizado de sustentación de 80x40x2 mm., tornillería, cimentación y anclaje, totalmente colocada.	
		Total u .....	2,000
6.2.3	M	Barandilla de protección de perímetros de forjados, compuesta por puntales metálicos telescópicos colocados cada 2,5 m., (amortizable en 8 usos), fijado por apriete al forjado, pasamanos y travesaño intermedio formado por tubo 50 mm. (amortizable en 10 usos), pintado en amarillo y negro, y rodapié de 15x5 cm. (amortizable en 3 usos), para aberturas corridas, incluso colocación y desmontaje. s/R.D. 486/97.	
		Total m .....	8,000
6.2.4	U	CARTEL PVC 220X300 mm OBL. PROH. ADVER.	
		Total u .....	2,000
6.2.5	M	Cinta de balizamiento de plástico dos caras con texto, colocada.	
		Total m .....	400,000
6.2.6	U	Valla de contención de peatones, metálica, prolongable de 2,50 m. de largo y 1 m. de altura, color amarillo, amortizable en 5 usos, incluso colocación y desmontaje. s/R.D. 486/97.	
		Total u .....	2,000
<b>Subcapítulo 6.3: Extinción de incendios</b>			
6.3.1	U	Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa, de eficacia 34A/183B, de 9 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y manguera con difusor, según Norma UNE, certificado AENOR. Medida la unidad instalada.	
		Total u .....	2,000
<b>Subcapítulo 6.4: Instalaciones del personal</b>			
6.4.1	Mes	Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseos en obra de 4,64x2,45x2,63 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm., termo eléctrico de 50 l., dos placas turcas, tres placas de ducha, pileta de cuatro grifos, todo de fibra de vidrio con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste, puerta madera en turca, cortina en ducha. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, instalación eléctrica mono. 220 V. con automático. Con transporte a 150 km.(ida y vuelta). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.	
		Total mes .....	1,000

---

Nº	Ud	Descripción	Medición
<b>Subcapítulo 6.5: Servicios de prevención</b>			
6.5.1	U	Botiquín de urgencia para obra fabricado en chapa de acero, pintado al horno con tratamiento anticorrosivo y serigrafía de cruz. Color blanco, con contenidos mínimos obligatorios, colocado.	
Total u .....			1,000

---

# DOCUMENTO 5: PRESUPUESTO

## ÍNDICE PRESUPUESTO

1. Cuadro de precios Nº 1.....	1
2. Cuadro de precios Nº2.....	17
3. Presupuestos parciales.....	42
4. Presupuesto general y resumen de presupuestos .....	55

## 1. Cuadro de precios Nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (€)	En letra (€)
<b>1 Caseta de Riego</b>			
<b>1.1 Acondicionamiento del terreno</b>			
1.1.1	m2 Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	0,52	CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS
1.1.2	m3 Excavación para la formación de zanjas, en terrenos medios, con retroexcavadora, incluso ayuda manual en zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes y carga sobre transportes, según NTE/ADZ-4.	1,06	UN EURO CON SEIS CÉNTIMOS
<b>1.2 Cimentación</b>			
1.2.1	m2 Encofrado y desencofrado de losa armada plana con tablero de madera de pino de 22 mm., confeccionado previamente, considerando 4 posturas. Normas NTE-EME.	18,57	DIECIOCHO EUROS CON CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS
1.2.2	m3 Hormigón armado HA-25/P/20/I, elaborado en central, en relleno de losa de cimentación, incluso armadura (100 kg/m <sup>3</sup> ), vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según normas NTE-CSL, EHE-08 y CTE-SE-C.	248,96	DOSCIENTOS CUARENTA Y OCHO EUROS CON NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS
1.2.3	m2 Encachado de piedra caliza 40/80 de 20 cm. de espesor en sub-base de solera, i/extendido y compactado con pisón.	8,87	OCHO EUROS CON OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS
<b>1.3 Estructura</b>			
1.3.1	kg Acero laminado S275JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE.	2,20	DOS EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (€)	En letra (€)
1.3.2	kg Acero laminado S275JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE.	2,20	DOS EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS
1.3.3	u Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central biselado, de 300x300 mm y espesor 15 mm, con 4 pernos soldados de acero corrugado UNE-EN 10080 B 400 S de 14 mm de diámetro y 47,0973 cm de longitud total.	44,13	CUARENTA Y CUATRO EUROS CON TRECE CÉNTIMOS
<b>1.4 Cerramientos</b>			
1.4.1	m2 Fábrica de bloques huecos de arcilla expandida de 40x20x20 cm. de una cámara para revestir, recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 N y arena de río M-5, rellenos de hormigón de 330 kg. de cemento/m3. de dosificación y armaduras según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, rejuntado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-FFB y CTE-SE-F, medida deduciendo huecos superiores a 1 m2.	40,91	CUARENTA EUROS CON NOVENTA Y UN CÉNTIMOS
1.4.2	kg Acero laminado S275 JR, en vigas alveolares laminadas en caliente, preparadas para paso de instalaciones, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE.	2,59	DOS EUROS CON CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (€)	En letra (€)
<b>1.5 Cubierta</b>			
1.5.1	m2 Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial, prelacada cara exterior y galvanizada cara interior de 0,6 mm. con núcleo de espuma de poliuretano de 40 kg./m3. con un espesor total de 35 mm., sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, s/NTE-QTG-8. Medida en verdadera magnitud.	30,81	TREINTA EUROS CON OCHENTA Y UN CÉNTIMOS
<b>1.6 Carpintería y cerrajería</b>			
1.6.1	u Ventana corredera de aluminio anodizado natural de 60 micras, RPT, de 100x200 cm. de medidas totales, de 3 hojas, permeabilidad clase 4, estanqueidad al agua clase 9A y resistencia al viento C5, compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares. s/NTE-FCL-5.	39,64	TREINTA Y NUEVE EUROS CON SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
1.6.2	m2 Acristalamiento con vidrio float incoloro de 4 mm de espesor y lámina transparente, con protección a la radiación UV de un 99% y confiriendo al vidrio seguridad frente a roturas, i/ fijación sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales y sellado en frío con silicona incolora, incluso cortes de vidrio y colocación de junquillos, según NTE-FVP-8.	47,87	CUARENTA Y SIETE EUROS CON OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (€)	En letra (€)
1.6.3	Puerta basculante de 200x200 m. de una hoja de aluminio lacado blanco, accionada manualmente mediante muelles de torsión y brazos articulados, construida con cerco y bastidores de tubo de aluminio de 2 mm. de espesor, doble refuerzo interior, guías laterales, cerradura, herrajes de colgar y patillas de fijación a obra, elaborada en taller, ajuste y montaje en obra (sin incluir recibido de albañilería).	445,88	CUATROCIENTOS CUARENTA Y CINCO EUROS CON OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS
<b>1.7 Electricidad</b>			
1.7.1	m Cable flexible de cobre de 2,5 mm <sup>2</sup> de sección y de tensión nominal 450/750V H07V-K con aislamiento de PVC, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	4,72	CUATRO EUROS CON SETENTA Y DOS CÉNTIMOS
1.7.2	m Cable flexible de cobre de 4 mm <sup>2</sup> de sección y de tensión nominal 0,6/1 kV H07V-K y cubierta de PVC, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	5,53	CINCO EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS
1.7.3	m Cable rígido de aluminio de 70 mm <sup>2</sup> de sección y de tensión nominal 0,6/1 kV, tipo RZ, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de PVC, según el Reglamento de Baja Tensión 2002.	5,34	CINCO EUROS CON TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS
1.7.4	u Arqueta prefabricada registrable de hormigón en masa con refuerzo de zuncho perimetral en la parte superior de 60x60x60 cm., medidas interiores, completa: con tapa y marco de hormigón y formación de agujeros para conexiones de tubos. Colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/I de 10 cm. de espesor y p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno perimetral posterior.	135,45	CIENTO TREINTA Y CINCO EUROS CON CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (€)	En letra (€)
1.7.5	m3 Excavación para la formación de zanjas, en terrenos medios, con retroexcavadora, incluso ayuda manual en zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes y carga sobre transportes, según NTE/ADZ-4.	1,06	UN EURO CON SEIS CÉNTIMOS
1.7.6	m3 Relleno y extendido con tierras de préstamo en zanjas, por medios manuales, con aporte de tierras, i/carga y transporte a pie de tajo, y con p.p. de medios auxiliares.	32,13	TREINTA Y DOS EUROS CON TRECE CÉNTIMOS
1.7.7	m Suministro y colocación de bandeja perforada de PVC. color gris de 60x75 mm. y 3 m. de longitud, sin separadores, con cubierta con p.p. de accesorios y soportes; montada suspendida. Con protección contra penetración de cuerpos sólidos IP2X, de material aislante y de reacción al fuego M1. Según REBT, ITC-BT-21.	19,08	DIECINUEVE EUROS CON OCHO CÉNTIMOS
1.7.8	u Toma de tierra con electrodo de pica de acero recubierto de cobre de diámetro 14 mm y longitud 2 m, uniones mediante soldadura aluminotérmica, incluyendo registro de comprobación y puente de prueba. Según el Reglamento de Baja Tensión 2002	180,77	CIENTO OCHENTA EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS
1.7.9	u Cuadro secundario de obra para una potencia máxima de 25 kW. compuesto por armario metálico con revestimiento de poliéster, de 90x60 cm.	703,55	SETECIENTOS TRES EUROS CON CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS
1.7.10	u Incluye la instalación de interruptores, enchufes e iluminaria, así como la adquisición de los materiales de obra	544,89	QUINIENTOS CUARENTA Y CUATRO EUROS CON OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
<b>2 Establecimiento de la plantación</b>			
<b>2.1 Actuaciones previas</b>			
2.1.1	ha Estercolado de fondo en terreno suelto, con aportación de 57,03 t/ha de estiércol de vacuno, extendido con medios mecánicos.	147,14	CIENTO CUARENTA Y SIETE EUROS CON CATORCE CÉNTIMOS

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (€)	En letra (€)
2.1.2	ha Labor de desfonde con tractor agrícola de 150 CV de potencia nominal, con arado de vertedera de desfonde monosurco, ejecutándose la labor a una profundidad de 80 cm., con inversión de horizontes, en terrenos sueltos de pendiente menor al 35 % y pedregosidad baja o nula.	147,83	CIENTO CUARENTA Y SIETE EUROS CON OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS
2.1.3	ha Laboreo mecánico de terreno de consistencia media, comprendiendo dos pases cruzados de cultivador suspendido ligero de 15 brazos	111,45	CIENTO ONCE EUROS CON CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS
<b>2.2 Plantación</b>			
2.2.1	ha Unidad de replanteo por hectarea con equipo topográfico compuesto por topógrafo y ayudante, con estación total, jalones, cuerdas y medios auxiliares	11,13	ONCE EUROS CON TRECE CÉNTIMOS
2.2.2	u Revisión de los plantones y almacenamiento a su llegada a la explotación en zanjas de 50-60 cm de profundidas localizadas en una zona sombreada, ventilada y con buena humedad, recubriendo sus raíces con tierra o arena húmeda, hasta el momento de la plantación. Antes de la plantación, los plantones se sacan de las zanjas donde se han conservado y se procede a una poda ligera de raíces, eliminando aquellas demasiado largas o dañadas.	0,02	DOS CÉNTIMOS
2.2.3	u Manzano de variedad Golden Parsi injertado sobre patrón M-9 Pajam-2 Cepiland de un año de injerto. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado..	2,32	DOS EUROS CON TREINTA Y DOS CÉNTIMOS
2.2.4	u Manzano de variedad Golden Crielaard injertado sobre patrón M-9 Pajam-2 Cepiland de un año de injerto. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado..	2,32	DOS EUROS CON TREINTA Y DOS CÉNTIMOS
2.2.5	u Manzano de variedad Brookfield Gala injertado sobre patrón M-9 Pajam-1 de un año de injerto. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado..	2,32	DOS EUROS CON TREINTA Y DOS CÉNTIMOS

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (€)	En letra (€)
2.2.6	ha Plantación con arado plantador y tractor agrícola de 150 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.	271,84	DOSCIENTOS SETENTA Y UN EUROS CON OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
2.2.7	ha Revisión general de los árboles colocando en condiciones los que se encuentran defectuosamente instalados.	57,43	CINCUENTA Y SIETE EUROS CON CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS
2.2.8	ha Poda de plantación incluyendo tijeras de poda manuales.	61,15	SESENTA Y UN EUROS CON QUINCE CÉNTIMOS
2.2.9	ha Reposición de marras con 2 palas royeras, 2 azadas y alquiler de un remolque de dos ejes, de dimensiones 3,6x2x1 m y una capacidad de carga de 5 t.	73,03	SETENTA Y TRES EUROS CON TRES CÉNTIMOS
<b>2.3 Cuidados posteriores</b>			
2.3.1	u Suministro y colocación de tubo protector de polipropileno extruído, doble capa, de 90 mm. de diámetro aprox., resistente a los rayos UV y fotodegradable a partir de 5 años, de 60 cm. de altura, empotrado en el terreno y con aporcado de tierras a una altura de 25 cm.	0,49	CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
<b>2.4 Espaldera</b>			
2.4.1	u Perfil normalizado de acero hueco redondeo A-42 de diámetro 30 mm de diámetro y 2 mm de espesor.	0,82	OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS
2.4.2	u Cable tensor para espaldera, formado por cable de acero de diámetro 7 mm.	2,30	DOS EUROS CON TREINTA CÉNTIMOS
2.4.3	m Alambre para espaldera, formado por alambre de acero galvanizado de 3 mm de diámetro	0,18	DIECIOCHO CÉNTIMOS
2.4.4	u Tensores para alambres, galvanizado	0,98	NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS
2.4.5	m3 Hormigón en masa HL-150/B/20 de dosificación 150 kg/m3, con tamaño máximo de árido de 20 mm elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales, vibrado y colocación. El espesor será de 10 cm, según CTE/DB SE C y EHE-08.	7,95	SIETE EUROS CON NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (€)	En letra (€)
<b>3 Maquinaria</b>			
3.1	u Tractor de 80 CV de potencia	23.896,00	VEINTITRES MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y SEIS EUROS
3.2	u Pulverizador hidráulico suspendido con depósito de polietileno de alta densidad de 600 L de capacidad. Accionado por la toma de fuerza del tractor de 80CV. Posibilidad de acoplar lanzas individuales o rejas en los extremos de la barra.	3.090,00	TRES MIL NOVENTA EUROS
3.3	u Pulverizador hidroneumático arrastrado de 2.500 L de capacidad de polietileno de alta densidad. Accionado por la toma de fuerza del tractor de 80 CV, con ventiladores de 2 velocidades de acero inoxidable de 20 palas.	4.537,15	CUATRO MIL QUINIENTOS TREINTA Y SIETE EUROS CON QUINCE CÉNTIMOS
3.4	u Segadora de cuchillas suspndida de 3 m de anchura de trabajo. Accionada por la toma de fuerza del tractor de 80 CV.	3.208,45	TRES MIL DOSCIENTOS OCHO EUROS CON CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS
3.5	u Triturador de restos de poda con 16 martillos. Accionado por la toma de fuerza del tractor de 80CV.	4.120,00	CUATRO MIL CIENTO VEINTE EUROS
3.6	u Máquina recolectora de fruta autopropulsada, con cintas transportadoras y carro portapalots. Capacidad para 10 personas, con 6 balcones desplegados con pistón hidráulico, descarga de la fruta directamente al palot, regulación de velocidad de la cinta y movimiento de la máquina hidrostático con inversor. Equipado con compresor con 6 tomas.	7.416,00	SIETE MIL CUATROCIENTOS DIECISEIS EUROS
3.7	u Incluye 6 tijeras neumáticas de poda con corte de 35 mm, con manguera en espiral de 12 metros.	334,75	TRESCIENTOS TREINTA Y CUATRO EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS
3.8	u Elevador hidráulico de horquillas frontal para el tractor. Permite movimientos de elevación y descenso y desplazamiento a izquierda y derecha.	839,45	OCHOCIENTOS TREINTA Y NUEVE EUROS CON CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS
<b>4 Sistema de riego</b>			
<b>4.1 Preparación del terreno</b>			

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (€)	En letra (€)
4.1.1	m3 Excavación para la formación de zanjás, en terrenos medios, con retroexcavadora, incluso ayuda manual en zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes y carga sobre transportes, según NTE/ADZ-4.	1,06	UN EURO CON SEIS CÉNTIMOS
4.1.2	m3 Relleno de las zanjás de las tuberías primarias y secundarias por medios mecánicos y manuales, con árido 6/12 mm machaqueo (en cantera), y compactado con bandeja vibradora, según NTE/ADZ-12.	18,72	DIECIOCHO EUROS CON SETENTA Y DOS CÉNTIMOS
4.2 Red de riego			
4.2.1	m Tubería primaria de PVC, 763, 0,63 MPa	2,21	DOS EUROS CON VEINTIUN CÉNTIMOS
4.2.2	m Tubo de PVC de presión nominal 0,63 MPa, diámetro exterior 75 mm y junta pegada.	2,81	DOS EUROS CON OCHENTA Y UN CÉNTIMOS
4.2.3	m Tubo de PVC de presión nominal 41,32 m.c.a., diámetro exterior 20 mm y junta pegada.	0,41	CUARENTA Y UN CÉNTIMOS
4.2.4	u Emisor autocompensante de caudal nominal 2 L/h, intervalo de autocompensación 1,0 a 3,5 bar, coeficiente de variación 3,19 %, con sistema antidrenante y autolimpiante.	0,22	VEINTIDOS CÉNTIMOS
4.2.5	u Arqueta prefabricada abierta de hormigón en masa con refuerzo de zuncho perimetral en la parte superior, de 30x30x60 cm, medidas interiores, para desagüe de las tuberías primarias. Arqueta completa: con reja y marco de hormigón y formación de agujeros para conexiones de tubos. Colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/l de 10 cm. de espesor y p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno perimetral posterior.	55,51	CINCUESTA Y CINCO EUROS CON CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS
4.2.6	u Ventosa de diámetro 125 mm, de fundición, para las tuberías primarias.	807,56	OCHOCIENTOS SIETE EUROS CON CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS
4.2.7	u Purgador de diámetro 20 mm, de fundición, para el final cerrado de los laterales.	12,26	DOCE EUROS CON VEINTISEIS CÉNTIMOS

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (€)	En letra (€)
4.2.8	u Instalación de una electroválvula automática de 1/2", en las tuberías primarias, con presión de entrada máxima de 6 bares, normalmente cerrada. Comandada por una centralita electrónica.	964,39	NOVECIENTOS SESENTA Y CUATRO EUROS CON TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS
4.2.9	m Línea eléctrica de cobre de 7x1,5 mm <sup>2</sup> , aislamiento 1 kV. para alimentación de electroválvulas, instalada en zanja y cintada a la tubería de riego, i/vulcanizado de empalmes con cinta especial y conectores estancos, instalada.	20,21	VEINTE EUROS CON VEINTIUN CÉNTIMOS
<b>4.3 Cabezal de riego</b>			
4.3.1	u Suministro y colocación de válvula de corte por compuerta, de 4" (110 mm) de diámetro, de fundición, colocada mediante bridas, totalmente equipada, instalada y funcionando. s/CTE-HS-4.	260,09	DOSCIENTOS SESENTA EUROS CON NUEVE CÉNTIMOS
4.3.2	u Purgador automático de fundición con brida, de 110 mm. de diámetro, colocado en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalado.	373,46	TRESCIENTOS SETENTA Y TRES EUROS CON CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS
4.3.3	u Suministro y colocación de codo de 90º para tubería corrugada de PVC, de 110 mm de diámetro nominal, en conducción de saneamiento, instalado.	26,32	VEINTISEIS EUROS CON TREINTA Y DOS CÉNTIMOS
4.3.4	u Reducción de PVC, con junta pegada, de diámetro 100 mm a 90 mm. Incluye mano de obra y funcionamiento	8,81	OCHO EUROS CON OCHENTA Y UN CÉNTIMOS
4.3.5	u Filtro de arena metálico cerrado, con fondos superior e inferior abombados y tratamiento anticorrosión (fosfatado), con conexión tipo brida de 4" y diámetro 56 mm con una superficie filtrante no inferior a 0,44 m <sup>2</sup> .	826,76	OCHOCIENTOS VEINTISEIS EUROS CON SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS
4.3.6	u Suministro e instalación de tanque de abonado, de poliéster y fibra de vidrio, para abonos líquidos a distribuir por medio de las redes de riego, de 60 litros de capacidad, i/piezas y accesorios, instalado.	607,06	SEISCIENTOS SIETE EUROS CON SEIS CÉNTIMOS

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (€)	En letra (€)
4.3.7	u Suministro e instalación del programador de 4 estaciones alimentado por 2 pilas alcalinas de 9V	52,04	CINCIENTA Y DOS EUROS CON CUATRO CÉNTIMOS
4.3.8	m TUBERÍA PE-32 DN=12 mm	70,85	SETENTA EUROS CON OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS
4.3.9	u Suministro e instalación de sistema del equipo de fertirrigación formado por un depósito de polietileno de alta densidad de 100 L de capacidad y un motor monofásico de 1,5 kW, 230 V.	218,61	DOSCIENTOS DIECIOCHO EUROS CON SESENTA Y UN CÉNTIMOS
4.3.10	u Suministro e instalación de filtro de latón de malla de acero D=3", posición de trabajo inclinada con purga, i/elementos de fijación, instalado.	406,17	CUATROCIENTOS SEIS EUROS CON DIECISIETE CÉNTIMOS
4.3.11	u Contador de turbina tipo Woltmann de transmisión magnética, diámetro nominal 100 mm, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, embridado, cuerpo de fundición de hierro con recubrimiento exterior tipo plástico, esfera seca y estanca y mecanismo de medida extraíble. Homologado CEE clase metrológica B.	628,36	SEISCIENTOS VEINTIOCHO EUROS CON TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS
4.3.12	u Suministro y colocación de válvula de corte por compuerta, de 4" (125 mm) de diámetro, de fundición, colocada mediante bridas, totalmente equipada, instalada y funcionando. s/CTE-HS-4.	348,70	TRESCIENTOS CUARENTA Y OCHO EUROS CON SETENTA CÉNTIMOS
4.3.13	u Instalación de una electroválvula automática de 1/2", en las tuberías primarias, con presión de entrada máxima de 6 bares, normalmente cerrada. Comandada por una centralita electrónica.	964,39	NOVECIENTOS SESENTA Y CUATRO EUROS CON TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS
4.3.14	u Suministro y colocación de codo de 90º para tubería corrugada de PVC, de 125 mm de diámetro nominal, en conducción de saneamiento, instalado.	42,46	CUARENTA Y DOS EUROS CON CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS
<b>4.4 Instalación de bombeo</b>			
4.4.1	m Tubería de PVC-C de diámetro 110 mm., PN-0,63 SDR 13,6, s/ CTE-HS-4 y UNE EN ISO 15877	131,27	CIENTO TREINTA Y UN EUROS CON VEINTISIETE CÉNTIMOS

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (€)	En letra (€)
4.4.2	u Suministro y colocación de codo de 90º para tubería corrugada de PVC, de 110 mm de diámetro nominal, en conducción de saneamiento, instalado.	26,32	VEINTISEIS EUROS CON TREINTA Y DOS CÉNTIMOS
4.4.3	u Bomba de bajo consumo energético, mejor rendimiento hidráulico, óptimo fraccionamiento de la potencia absorbida y funcionamiento muy silencioso.	2.266,41	DOS MIL DOSCIENTOS SESENTA Y SEIS EUROS CON CUARENTA Y UN CÉNTIMOS
<b>5 Torres antihelada</b>			
<b>5.1 Acondicionamiento del terreno</b>			
5.1.1	m2 Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	0,52	CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS
5.1.2	m3 Excavación para la formación de zanjas, en terrenos medios, con retroexcavadora, incluso ayuda manual en zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes y carga sobre transportes, según NTE/ADZ-4.	1,06	UN EURO CON SEIS CÉNTIMOS
<b>5.2 Cimentaciones</b>			
5.2.1	u Hormigón HA-25/P/40/Ila, elaborado en central, en relleno de zapatas y zanjas de cimentación.	374,17	TRESCIENTOS SETENTA Y CUATRO EUROS CON DIECISIETE CÉNTIMOS
5.2.2	m3 Hormigón en masa HM-20/P/20/I, elaborado en central, para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación. Según NTE-CSZ, EHE-08 y CTE-SE-C.	81,81	OCHENTA Y UN EUROS CON OCHENTA Y UN CÉNTIMOS
<b>5.3 Rellenos</b>			
5.3.1	m3 Relleno y extendido de zahorras con medios mecánicos, motoniveladora, incluso compactación con rodillo autopropulsado y riego, en capas de 25 cm. De espesor máximo, con grado de compactación 95% del próctor modificado, según NTE/ADZ-12.	10,57	DIEZ EUROS CON CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS
<b>5.4 Revestimientos</b>			

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (€)	En letra (€)
5.4.1	m3 Solera realizada con HA 20/B/20/I, tamaño de árido 20 mm, espesor de 15 cm reforzada con malla electro soldada ME 200x200 a diámetro 6-6 AEH 500-N colocado sobre terreno limpio y compactado a mano extendido mediante reglado y acabado ruleteado.	98,81	NOVENTA Y OCHO EUROS CON OCHENTA Y UN CÉNTIMOS
<b>5.5 Torre de ventilación</b>			
5.5.1	Torre de ventilación para defensa contra heladas, con 3 ha de cobertura, que incluye mástil metálico de 11 m, motor de combustión de 130 kW, sistema de engranajes y accesorios, transporte, instalación y medios auxiliares.	15.579,12	QUINCE MIL QUINIENTOS SETENTA Y NUEVE EUROS CON DOCE CÉNTIMOS
5.5.2	u Programador intemperie con sistema de monitoreo de la temperatura ambiente.	215,64	DOSCIENTOS QUINCE EUROS CON SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
<b>6 Seguridad y Salud</b>			
<b>6.1 Protección individual</b>			
6.1.1	u Pantalla de seguridad de cabeza, para soldador, de fibra vulcanizada, con cristal de 110 x 55 mm., (amortizable en 5 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	2,54	DOS EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
6.1.2	u Semi-mascarilla antipolvo un filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	5,63	CINCO EUROS CON SESENTA Y TRES CÉNTIMOS
6.1.3	u Filtro de recambio de mascarilla para polvo y humos. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	1,67	UN EURO CON SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS
6.1.4	u Juego de tapones antirruido de espuma de poliuretano ajustables. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	0,42	CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS
6.1.5	u Gafas protectoras contra impactos, incoloras, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	2,76	DOS EUROS CON SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS
6.1.6	u Protectores auditivos con arnés a la nuca, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	3,76	TRES EUROS CON SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS
6.1.7	u Faja protección lumbar (amortizable en 4 usos). Certificado CE EN385. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	5,76	CINCO EUROS CON SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (€)	En letra (€)
6.1.8	u Mono de trabajo, homologado CE.	15,32	QUINCE EUROS CON TREINTA Y DOS CÉNTIMOS
6.1.9	u Par de botas altas de agua color negro (amortizables en 1 uso). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	7,06	SIETE EUROS CON SEIS CÉNTIMOS
6.1.10	u Par de botas de seguridad con plantilla y puntera de acero (amortizables en 1 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	26,00	VEINTISEIS EUROS
6.1.11	u Par de guantes de nitrilo de alta resistencia. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	1,19	UN EURO CON DIECINUEVE CÉNTIMOS
6.1.12	u Par de guantes de uso general de piel de vacuno. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	1,76	UN EURO CON SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS
6.1.13	u Par de guantes para soldador (amortizables en 2 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	1,38	UN EURO CON TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS
6.1.14	u Mandil de cuero para soldador (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	3,03	TRES EUROS CON TRES CÉNTIMOS
6.1.15	u Impermeable 3/4 de plástico, color amarillo (amortizable en 1 uso). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	8,30	OCHO EUROS CON TREINTA CÉNTIMOS
<b>6.2 Protección colectiva</b>			
6.2.1	u PROTECCIÓN HUECO 2x2m C/MALLAZO	38,13	TREINTA Y OCHO EUROS CON TRECE CÉNTIMOS
6.2.2	u Señal informativa cuadrada de 60x60 cm., reflexiva nivel I (E.G.) y troquelada, incluso poste galvanizado de sustentación de 80x40x2 mm., tornillería, cimentación y anclaje, totalmente colocada.	129,84	CIENTO VEINTINUEVE EUROS CON OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
6.2.3	m Barandilla de protección de perímetros de forjados, compuesta por puntales metálicos telescópicos colocados cada 2,5 m., (amortizable en 8 usos), fijado por apriete al forjado, pasamanos y travesaño intermedio formado por tubo 50 mm. (amortizable en 10 usos), pintado en amarillo y negro, y rodapié de 15x5 cm. (amortizable en 3 usos), para aberturas corridas, incluso colocación y desmontaje. s/R.D. 486/97.	7,88	SIETE EUROS CON OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (€)	En letra (€)
6.2.4	u CARTEL PVC 220X300 mm OBL. PROH. ADVER.	4,34	CUATRO EUROS CON TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS
6.2.5	m Cinta de balizamiento de plástico dos caras con texto, colocada.	0,19	DIECINUEVE CÉNTIMOS
6.2.6	u Valla de contención de peatones, metálica, prolongable de 2,50 m. de largo y 1 m. de altura, color amarillo, amortizable en 5 usos, incluso colocación y desmontaje. s/R.D. 486/97.	7,91	SIETE EUROS CON NOVENTA Y UN CÉNTIMOS
<b>6.3 Extinción de incendios</b>			
6.3.1	u Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa, de eficacia 34A/183B, de 9 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y manguera con difusor, según Norma UNE, certificado AENOR. Medida la unidad instalada.	79,55	SETENTA Y NUEVE EUROS CON CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS
<b>6.4 Instalaciones del personal</b>			
6.4.1	mes Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseos en obra de 4,64x2,45x2,63 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm., termo eléctrico de 50 l., dos placas turcas, tres placas de ducha, pileta de cuatro grifos, todo de fibra de vidrio con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste, puerta madera en turca, cortina en ducha. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, instalación eléctrica mono. 220 V. con automático. Con transporte a 150 km.(ida y vuelta). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.	203,53	DOSCIENTOS TRES EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS
<b>6.5 Servicios de prevención</b>			

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (€)	En letra (€)
6.5.1	u Botiquín de urgencia para obra fabricado en chapa de acero, pintado al horno con tratamiento anticorrosivo y serigrafía de cruz. Color blanco, con contenidos mínimos obligatorios, colocado.	67,84	SESENTA Y SIETE EUROS CON OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

## 2. Cuadro de precios Nº2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (€)	Total (€)
<b>1 Caseta de Riego</b>			
<b>1.1 Acondicionamiento del terreno</b>			
1.1.1	m2 Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.		
	<i>Mano de obra</i>	0,10	
	<i>Maquinaria</i>	0,40	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,02	
			0,52
1.1.2	m3 Excavación para la formación de zanjas, en terrenos medios, con retroexcavadora, incluso ayuda manual en zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes y carga sobre transportes, según NTE/ADZ-4.		
	<i>Mano de obra</i>	0,25	
	<i>Maquinaria</i>	0,78	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,03	
			1,06
<b>1.2 Cimentación</b>			
1.2.1	m2 Encofrado y desencofrado de losa armada plana con tablero de madera de pino de 22 mm., confeccionado previamente, considerando 4 posturas. Normas NTE-EME.		
	<i>Mano de obra</i>	13,14	
	<i>Materiales</i>	7,36	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,62	
			21,12
1.2.2	m3 Hormigón armado HA-25/P/20/I, elaborado en central, en relleno de losa de cimentación, incluso armadura (100 kg/m <sup>3</sup> ), vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según normas NTE-CSL, EHE-08 y CTE-SE-C.		
	<i>Mano de obra</i>	65,16	
	<i>Maquinaria</i>	2,88	
	<i>Materiales</i>	173,67	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	7,25	
			248,96

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (€)	Total (€)
1.2.3	m2 Encachado de piedra caliza 40/80 de 20 cm. de espesor en sub-base de solera, i/extendido y compactado con pisón.		
	<i>Mano de obra</i>	4,20	
	<i>Materiales</i>	4,41	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,26	
			8,87
<b>1.3 Estructura</b>			
1.3.1	kg Acero S275, en perfiles conformados de tubo cuadrado de 90 mm de lado, en cerchas, con uniones soldadas; i/p.p. de despuntes, soldadura, piezas especiales y dos manos de minio de plomo, montado, según NTE-EA, CTE-DB-SE-A y EAE.		
	<i>Mano de obra</i>	1,10	
	<i>Materiales</i>	2,65	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,11	
			3,86
1.3.2	kg Acero laminado S275JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE.		
	<i>Mano de obra</i>	0,55	
	<i>Maquinaria</i>	0,14	
	<i>Materiales</i>	1,43	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,06	
			2,20
1.3.3	u Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central biselado, de 300x300 mm y espesor 15 mm, con 4 pernos soldados de acero corrugado UNE-EN 10080 B 400 S de 14 mm de diámetro y 47,0973 cm de longitud total.		
	<i>Mano de obra</i>	16,64	
	<i>Maquinaria</i>	8,26	
	<i>Materiales</i>	17,94	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	1,29	
			44,13

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (€)	Total (€)
<b>1.4 Cerramientos</b>			
1.4.1	m2 Fábrica de bloques huecos de arcilla expandida de 40x20x20 cm. de una cámara para revestir, recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 N y arena de río M-5, rellenos de hormigón de 330 kg. de cemento/m3. de dosificación y armaduras según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, rejuntado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-FFB y CTE-SE-F, medida deduciendo huecos superiores a 1 m2.		
	<i>Mano de obra</i>	18,96	
	<i>Maquinaria</i>	0,04	
	<i>Materiales</i>	20,72	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	1,19	
			40,91
1.4.2	kg Acero laminado S275 JR, en vigas alveolares laminadas en caliente, preparadas para paso de instalaciones, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE.		
	<i>Mano de obra</i>	1,10	
	<i>Materiales</i>	1,41	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,08	
			2,59
<b>1.5 Cubierta</b>			
1.5.1	m2 Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial, prelacada cara exterior y galvanizada cara interior de 0,6 mm. con núcleo de espuma de poliuretano de 40 kg./m3. con un espesor total de 35 mm., sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, s/NTE-QTG-8. Medida en verdadera magnitud.		
	<i>Mano de obra</i>	8,59	
	<i>Materiales</i>	21,32	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,90	
			30,81

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (€)	Total (€)
<b>1.6 Carpintería y cerrajería</b>			
1.6.1	u Ventana corredera de aluminio anodizado natural de 60 micras, RPT, de 100x200 cm. de medidas totales, de 3 hojas, permeabilidad clase 4, estanqueidad al agua clase 9A y resistencia al viento C5, compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares. s/NTE-FCL-5.		
	<i>Mano de obra</i>	6,94	
	<i>Materiales</i>	31,55	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	1,15	
			39,64
1.6.2	m2 Acristalamiento con vidrio float incoloro de 4 mm de espesor y lámina transparente, con protección a la radiación UV de un 99% y confiriendo al vidrio seguridad frente a roturas, i/ fijación sobre carpintería con acuñado frente a calzos de apoyo perimetrales y laterales y sellado en frío con silicona incolora, incluso cortes de vidrio y colocación de junquillos, según NTE-FVP-8.		
	<i>Mano de obra</i>	18,18	
	<i>Materiales</i>	28,30	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	1,39	
			47,87
1.6.3	Puerta basculante de 200x200 m. de una hoja de aluminio lacado blanco, accionada manualmente mediante muelles de torsión y brazos articulados, construida con cerco y bastidores de tubo de aluminio de 2 mm. de espesor, doble refuerzo interior, guías laterales, cerradura, herrajes de colgar y patillas de fijación a obra, elaborada en taller, ajuste y montaje en obra (sin incluir recibido de albañilería).		
	<i>Mano de obra</i>	71,39	
	<i>Materiales</i>	361,50	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	12,99	
			445,88

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (€)	Total (€)
<b>1.7 Electricidad</b>			
1.7.1	m Cable flexible de cobre de 2,5 mm <sup>2</sup> de sección y de tensión nominal 450/750V H07V-K con aislamiento de PVC, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	<i>Mano de obra</i>	2,30	
	<i>Materiales</i>	2,28	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,14	
			4,72
1.7.2	m Cable flexible de cobre de 4 mm <sup>2</sup> de sección y de tensión nominal 0,6/1 kV H07V-K y cubierta de PVC, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	<i>Mano de obra</i>	2,30	
	<i>Materiales</i>	3,07	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,16	
			5,53
1.7.3	m Cable rígido de aluminio de 70 mm <sup>2</sup> de sección y de tensión nominal 0,6/1 kV, tipo RZ, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de PVC, según el Reglamento de Baja Tensión 2002.		
	<i>Mano de obra</i>	2,30	
	<i>Materiales</i>	2,88	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,16	
			5,34
1.7.4	u Arqueta prefabricada registrable de hormigón en masa con refuerzo de zuncho perimetral en la parte superior de 60x60x60 cm., medidas interiores, completa: con tapa y marco de hormigón y formación de agujeros para conexiones de tubos. Colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/l de 10 cm. de espesor y p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno perimetral posterior.		
	<i>Mano de obra</i>	31,83	
	<i>Maquinaria</i>	10,11	
	<i>Materiales</i>	89,56	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	3,95	
			135,45

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (€)	Total (€)
1.7.5	m3 Excavación para la formación de zanjas, en terrenos medios, con retroexcavadora, incluso ayuda manual en zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes y carga sobre transportes, según NTE/ADZ-4.		
	<i>Mano de obra</i>	0,25	
	<i>Maquinaria</i>	0,78	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,03	
			1,06
1.7.6	m3 Relleno y extendido con tierras de préstamo en zanjas, por medios manuales, con aporte de tierras, i/carga y transporte a pie de tajo, y con p.p. de medios auxiliares.		
	<i>Mano de obra</i>	13,78	
	<i>Maquinaria</i>	0,71	
	<i>Materiales</i>	16,70	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,94	
			32,13
1.7.7	m Suministro y colocación de bandeja perforada de PVC. color gris de 60x75 mm. y 3 m. de longitud, sin separadores, con cubierta con p.p. de accesorios y soportes; montada suspendida. Con protección contra penetración de cuerpos sólidos IP2X, de material aislante y de reacción al fuego M1. Según REBT, ITC-BT-21.		
	<i>Mano de obra</i>	9,27	
	<i>Materiales</i>	9,25	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,56	
			19,08
1.7.8	u Toma de tierra con electrodo de pica de acero recubierto de cobre de diámetro 14 mm y longitud 2 m, uniones mediante soldadura aluminotérmica, incluyendo registro de comprobación y puente de prueba. Según el Reglamento de Baja Tensión 2002		
	<i>Mano de obra</i>	37,07	
	<i>Materiales</i>	138,43	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	5,27	
			180,77

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (€)	Total (€)
1.7.9	u Cuadro secundario de obra para una potencia máxima de 25 kW. compuesto por armario metálico con revestimiento de poliéster, de 90x60 cm.		
	<i>Mano de obra</i>	22,98	
	<i>Materiales</i>	660,08	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	20,49	
			703,55
1.7.10	u Incluye la instalación de interruptores, enchufes e iluminaria, así como la adquisición de los materiales de obra		
	<i>Mano de obra</i>	9,58	
	<i>Materiales</i>	519,44	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	15,87	
			544,89
<b>2 Establecimiento de la plantación</b>			
<b>2.1 Actuaciones previas</b>			
2.1.1	ha Estercolado de fondo en terreno suelto, con aportación de 57,03 t/ha de estiércol de vacuno, extendido con medios mecánicos.		
	<i>Mano de obra</i>	0,50	
	<i>Maquinaria</i>	73,30	
	<i>Materiales</i>	69,05	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	4,29	
			147,14
2.1.2	ha Labor de desfonde con tractor agrícola de 150 CV de potencia nominal, con arado de vertedera de desfonde monosurco, ejecutándose la labor a una profundidad de 80 cm., con inversión de horizontes, en terrenos sueltos de pendiente menor al 35 % y pedregosidad baja o nula.		
	<i>Mano de obra</i>	33,45	
	<i>Maquinaria</i>	110,07	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	4,31	
			147,83

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (€)	Total (€)
2.1.3	ha Laboreo mecánico de terreno de consistencia media, comprendiendo dos pases cruzados de cultivador suspendido ligero de 15 brazos		
	<i>Mano de obra</i>	36,61	
	<i>Maquinaria</i>	71,59	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	3,25	
			111,45
<b>2.2 Plantación</b>			
2.2.1	ha Unidad de replanteo por hectarea con equipo topográfico compuesto por topógrafo y ayudante, con estación total, jalones, cuerdas y medios auxiliares		
	<i>Mano de obra</i>	10,81	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,32	
			11,13
2.2.2	u Revisión de los plantones y almacenamiento a su llegada a la explotación en zanjas de 50-60 cm de profundidades localizadas en una zona sombreada, ventilada y con buena humedad, recubriendo sus raíces con tierra o arena húmeda, hasta el momento de la plantación. Antes de la plantación, los plantones se sacan de las zanjas donde se han conservado y se procede a una poda ligera de raíces, eliminando aquellas demasiado largas o dañadas.		
	<i>Mano de obra</i>	0,02	
			0,02
2.2.3	u Manzano de variedad Golden Parsi injertado sobre patrón M-9 Pajam-2 Cepiland de un año de injerto. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado..		
	<i>Materiales</i>	2,25	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,07	
			2,32
2.2.4	u Manzano de variedad Golden Crielaard injertado sobre patrón M-9 Pajam-2 Cepiland de un año de injerto. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado..		
	<i>Materiales</i>	2,25	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,07	
			2,32

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (€)	Total (€)
2.2.5	u Manzano de variedad Brookfield Gala injertado sobre patrón M-9 Pajam-1 de un año de injerto. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado..		
	<i>Materiales</i>	2,25	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,07	
			2,32
2.2.6	ha Plantación con arado plantador y tractor agrícola de 150 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.		
	<i>Mano de obra</i>	133,76	
	<i>Maquinaria</i>	130,16	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	7,92	
			271,84
2.2.7	ha Revisión general de los árboles colocando en condiciones los que se encuentran defectuosamente instalados.		
	<i>Mano de obra</i>	55,76	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	1,67	
			57,43
2.2.8	ha Poda de plantación incluyendo tijeras de poda manuales.		
	<i>Mano de obra</i>	55,51	
	<i>Materiales</i>	3,86	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	1,78	
			61,15
2.2.9	ha Reposición de marras con 2 palas royeras, 2 azadas y alquiler de un remolque de dos ejes, de dimensiones 3,6x2x1 m y una capacidad de carga de 5 t.		
	<i>Mano de obra</i>	59,78	
	<i>Maquinaria</i>	7,04	
	<i>Resto de Obra</i>	4,08	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	2,13	
			73,03
<b>2.3 Cuidados posteriores</b>			

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (€)	Total (€)
2.3.1	u Suministro y colocación de tubo protector de polipropileno extruído, doble capa, de 90 mm. de diámetro aprox., resistente a los rayos UV y fotodegradable a partir de 5 años, de 60 cm. de altura, empotrado en el terreno y con aporcado de tierras a una altura de 25 cm.		
	<i>Mano de obra</i>	0,07	
	<i>Materiales</i>	0,41	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,01	
			0,49
<b>2.4 Espaldera</b>			
2.4.1	u Perfil normalizado de acero hueco redondeo A-42 de diámetro 30 mm de diámetro y 2 mm de espesor.		
	<i>Mano de obra</i>	0,16	
	<i>Materiales</i>	0,64	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,02	
			0,82
2.4.2	u Cable tensor para espaldera, formado por cable de acero de diámetro 7 mm.		
	<i>Mano de obra</i>	1,67	
	<i>Materiales</i>	0,56	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,07	
			2,30
2.4.3	m Alambre para espaldera, formado por alambre de acero galvanizado de 3 mm de diámetro		
	<i>Mano de obra</i>	0,06	
	<i>Materiales</i>	0,11	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,01	
			0,18
2.4.4	u Tensores para alambres, galvanizado		
	<i>Mano de obra</i>	0,84	
	<i>Materiales</i>	0,11	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,03	
			0,98

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (€)	Total (€)
2.4.5	m3 Hormigón en masa HL-150/B/20 de dosificación 150 kg/m3, con tamaño máximo de árido de 20 mm elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales, vibrado y colocación. El espesor será de 10 cm, según CTE/DB SE C y EHE-08.		
	<i>Mano de obra</i>	2,81	
	<i>Materiales</i>	4,91	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,23	
			7,95
<b>3 Maquinaria</b>			
3.1	u Tractor de 80 CV de potencia		
	<i>Sin descomposición</i>	23.200,00	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	696,00	
			23.896,00
3.2	u Pulverizador hidráulico suspendido con depósito de polietileno de alta densidad de 600 L de capacidad. Accionado por la toma de fuerza del tractor de 80CV. Posibilidad de acoplar lanzas individuales o rejas en los extremos de la barra.		
	<i>Sin descomposición</i>	3.000,00	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	90,00	
			3.090,00
3.3	u Pulverizador hidroneumático arrastrado de 2.500 L de capacidad de polietileno de alta densidad. Accionado por la toma de fuerza del tractor de 80 CV, con ventiladores de 2 velocidades de acero inoxidable de 20 palas.		
	<i>Sin descomposición</i>	4.405,00	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	132,15	
			4.537,15
3.4	u Segadora de cuchillas suspndida de 3 m de anchura de trabajo. Accionada por la toma de fuerza del tractor de 80 CV.		
	<i>Sin descomposición</i>	3.115,00	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	93,45	
			3.208,45

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (€)	Total (€)
3.5	u Triturador de restos de poda con 16 martillos. Accionado por la toma de fuerza del tractor de 80CV. <i>Sin descomposición</i>	4.000,00	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	120,00	
			4.120,00
3.6	u Máquina recolectora de fruta autopropulsada, con cintas transportadoras y carro portapalots. Capacidad para 10 personas, con 6 balcones despletables con pistón hidráulico, descarga de la fruta directamente al palot, regulación de velocidad de la cinta y movimiento de la máquina hidrostático con inversor. Equipado con compresor con 6 tomas. <i>Sin descomposición</i>	7.200,00	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	216,00	
			7.416,00
3.7	u Incluye 6 tijeras neumáticas de poda con corte de 35 mm, con manguera en espiral de 12 metros. <i>Sin descomposición</i>	325,00	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	9,75	
			334,75
3.8	u Elevador hidráulico de horquillas frontal para el tractor. Permite movimientos de elevación y descenso y desplazamiento a izquierda y derecha. <i>Sin descomposición</i>	815,00	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	24,45	
			839,45
<b>4 Sistema de riego</b>			
4.1 Preparación del terreno			
4.1.1	m3 Excavación para la formación de zanjas, en terrenos medios, con retroexcavadora, incluso ayuda manual en zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes y carga sobre transportes, según NTE/ADZ-4. <i>Mano de obra</i>	0,25	
	<i>Maquinaria</i>	0,78	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,03	
			1,06

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (€)	Total (€)
4.1.2	m3 Relleno de las zanjas de las tuberías primarias y secundarias por medios mecánicos y manuales, con árido 6/12 mm machaqueo (en cantera), y compactado con bandeja vibradora, según NTE/ADZ-12.		
	<i>Mano de obra</i>	8,74	
	<i>Maquinaria</i>	5,72	
	<i>Materiales</i>	3,71	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,55	
			18,72
<b>4.2 Red de riego</b>			
4.2.1	m Tubería primaria de PVC, 763, 0,63 MPa		
	<i>Sin descomposición</i>	2,15	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,06	
			2,21
4.2.2	m Tubo de PVC de presión nominal 0,63 MPa, diámetro exterior 75 mm y junta pegada.		
	<i>Sin descomposición</i>	2,73	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,08	
			2,81
4.2.3	m Tubo de PVC de presión nominal 41,32 m.c.a., diámetro exterior 20 mm y junta pegada.		
	<i>Sin descomposición</i>	0,40	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,01	
			0,41
4.2.4	u Emisor autocompensante de caudal nominal 2 L/h, intervalo de autocompensación 1,0 a 3,5 bar, coeficiente de variación 3,19 %, con sistema antidrenante y autolimpiante.		
	<i>Sin descomposición</i>	0,21	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,01	
			0,22

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (€)	Total (€)
4.2.5	u Arqueta prefabricada abierta de hormigón en masa con refuerzo de zuncho perimetral en la parte superior, de 30x30x60 cm, medidas interiores, para desagüe de las tuberías primarias. Arqueta completa: con reja y marco de hormigón y formación de agujeros para conexiones de tubos. Colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/I de 10 cm. de espesor y p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno perimetral posterior.		
	<i>Mano de obra</i>	26,52	
	<i>Maquinaria</i>	4,04	
	<i>Materiales</i>	23,33	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	1,62	
			55,51
4.2.6	u Ventosa de diámetro 125 mm, de fundición, para las tuberías primarias.		
	<i>Mano de obra</i>	38,12	
	<i>Materiales</i>	745,92	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	23,52	
			807,56
4.2.7	u Purgador de diámetro 20 mm, de fundición, para el final cerrado de los laterales.		
	<i>Mano de obra</i>	2,73	
	<i>Materiales</i>	9,17	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,36	
			12,26
4.2.8	u Instalación de una electroválvula automática de 1/2", en las tuberías primarias, con presión de entrada máxima de 6 bares, normalmente cerrada. Comandada por una centralita electrónica.		
	<i>Mano de obra</i>	156,69	
	<i>Materiales</i>	779,61	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	28,09	
			964,39

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (€)	Total (€)
4.2.9	m Línea eléctrica de cobre de 7x1,5 mm <sup>2</sup> , aislamiento 1 kV. para alimentación de electroválvulas, instalada en zanja y cintada a la tubería de riego, i/vulcanizado de empalmes con cinta especial y conectores estancos, instalada.		
	<i>Mano de obra</i>	2,02	
	<i>Materiales</i>	17,60	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,59	
			20,21
<b>4.3 Cabezal de riego</b>			
4.3.1	u Suministro y colocación de válvula de corte por compuerta, de 4" (110 mm) de diámetro, de fundición, colocada mediante bridas, totalmente equipada, instalada y funcionando. s/CTE-HS-4.		
	<i>Mano de obra</i>	19,95	
	<i>Materiales</i>	232,56	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	7,58	
			260,09
4.3.2	u Purgador automático de fundición con brida, de 110 mm. de diámetro, colocado en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalado.		
	<i>Mano de obra</i>	22,87	
	<i>Materiales</i>	339,71	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	10,88	
			373,46
4.3.3	u Suministro y colocación de codo de 90º para tubería corrugada de PVC, de 110 mm de diámetro nominal, en conducción de saneamiento, instalado.		
	<i>Mano de obra</i>	5,78	
	<i>Materiales</i>	19,77	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,77	
			26,32
4.3.4	u Reducción de PVC, con junta pegada, de diámetro 100 mm a 90 mm. Incluye mano de obra y funcionamiento		
	<i>Mano de obra</i>	2,69	
	<i>Materiales</i>	5,86	

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (€)	Total (€)
	3 % Costes indirectos	0,26	8,81
4.3.5	u Filtro de arena metálico cerrado, con fondos superior e inferior abombados y tratamiento anticorrosión (fosfatado), con conexión tipo brida de 4" y diámetro 56 mm con una superficie filtrante no inferior a 0,44 m2.		
	Mano de obra	94,68	
	Materiales	708,00	
	3 % Costes indirectos	24,08	826,76
4.3.6	u Suministro e instalación de tanque de abonado, de poliéster y fibra de vidrio, para abonos líquidos a distribuir por medio de las redes de riego, de 60 litros de capacidad, i/piezas y accesorios, instalado.		
	Mano de obra	94,68	
	Maquinaria	494,70	
	3 % Costes indirectos	17,68	607,06
4.3.7	u Suministro e instalación del programador de 4 estaciones alimentado por 2 pilas alcalinas de 9V		
	Mano de obra	8,32	
	Materiales	42,20	
	3 % Costes indirectos	1,52	52,04
4.3.8	m TUBERÍA PE-32 DN=12 mm		
	Sin descomposición	68,79	
	3 % Costes indirectos	2,06	70,85
4.3.9	u Suministro e instalación de sistema del equipo de fertirrigación formado por un depósito de polietileno de alta densidad de 100 L de capacidad y un motor monofásico de 1,5 kW,230 V.		
	Mano de obra	66,88	
	Materiales	145,36	
	3 % Costes indirectos	6,37	

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (€)	Total (€)
			218,61
4.3.10	u Suministro e instalación de filtro de latón de malla de acero D=3", posición de trabajo inclinada con purga, i/elementos de fijación, instalado.		
	<i>Mano de obra</i>	22,72	
	<i>Materiales</i>	371,62	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	11,83	
			406,17
4.3.11	u Contador de turbina tipo Woltmann de transmisión magnética, diámetro nominal 100 mm, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, embridado, cuerpo de fundición de hierro con recubrimiento exterior tipo plástico, esfera seca y estanca y mecanismo de medida extraíble. Homologado CEE clase metrológica B.		
	<i>Mano de obra</i>	91,50	
	<i>Materiales</i>	518,56	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	18,30	
			628,36
4.3.12	u Suministro y colocación de válvula de corte por compuerta, de 4" (125 mm) de diámetro, de fundición, colocada mediante bridas, totalmente equipada, instalada y funcionando. s/CTE-HS-4.		
	<i>Mano de obra</i>	19,95	
	<i>Materiales</i>	318,59	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	10,16	
			348,70
4.3.13	u Instalación de una electroválvula automática de 1/2", en las tuberías primarias, con presión de entrada máxima de 6 bares, normalmente cerrada. Comandada por una centralita electrónica.		
	<i>Mano de obra</i>	156,69	
	<i>Materiales</i>	779,61	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	28,09	
			964,39
4.3.14	u Suministro y colocación de codo de 90º para tubería corrugada de PVC, de 125 mm de diámetro nominal, en conducción de saneamiento, instalado.		
	<i>Mano de obra</i>	6,50	

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (€)	Total (€)
	<i>Materiales</i>	34,72	
	3 % <i>Costes indirectos</i>	1,24	
			42,46
4.4 Instalación de bombeo			
4.4.1	m Tubería de PVC-C de diámetro 110 mm., PN-0,63 SDR 13,6, s/ CTE-HS-4 y UNE EN ISO 15877		
	<i>Mano de obra</i>	2,99	
	<i>Materiales</i>	124,46	
	3 % <i>Costes indirectos</i>	3,82	
			131,27
4.4.2	u Suministro y colocación de codo de 90º para tubería corrugada de PVC, de 110 mm de diámetro nominal, en conducción de saneamiento, instalado.		
	<i>Mano de obra</i>	5,78	
	<i>Materiales</i>	19,77	
	3 % <i>Costes indirectos</i>	0,77	
			26,32
4.4.3	u Bomba de bajo consumo energético, mejor rendimiento hidráulico, óptimo fraccionamiento de la potencia absorbida y funcionamiento muy silencioso.		
	<i>Mano de obra</i>	90,10	
	<i>Maquinaria</i>	2.110,30	
	3 % <i>Costes indirectos</i>	66,01	
			2.266,41
5 Torres antihelada			
5.1 Acondicionamiento del terreno			
5.1.1	m2 Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.		
	<i>Mano de obra</i>	0,10	
	<i>Maquinaria</i>	0,40	
	3 % <i>Costes indirectos</i>	0,02	
			0,52

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (€)	Total (€)
5.1.2	m3 Excavación para la formación de zanjas, en terrenos medios, con retroexcavadora, incluso ayuda manual en zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes y carga sobre transportes, según NTE/ADZ-4.		
	<i>Mano de obra</i>	0,25	
	<i>Maquinaria</i>	0,78	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,03	
			1,06
<b>5.2 Cimentaciones</b>			
5.2.1	u Hormigón HA-25/P/40/IIa, elaborado en central, en relleno de zapatas y zanjas de cimentación.		
	<i>Mano de obra</i>	20,80	
	<i>Materiales</i>	342,47	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	10,90	
			374,17
5.2.2	m3 Hormigón en masa HM-20/P/20/I, elaborado en central, para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación. Según NTE-CSZ, EHE-08 y CTE-SE-C.		
	<i>Mano de obra</i>	10,08	
	<i>Materiales</i>	69,35	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	2,38	
			81,81
<b>5.3 Rellenos</b>			
5.3.1	m3 Relleno y extendido de zahorras con medios mecánicos, motoniveladora, incluso compactación con rodillo autopulsado y riego, en capas de 25 cm. De espesor máximo, con grado de compactación 95% del próctor modificado, según NTE/ADZ-12.		
	<i>Mano de obra</i>	0,49	
	<i>Maquinaria</i>	4,18	
	<i>Materiales</i>	5,59	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,31	
			10,57
<b>5.4 Revestimientos</b>			

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (€)	Total (€)
5.4.1	m3 Solera realizada con HA 20/B/20/I, tamaño de árido 20 mm, espesor de 15 cm reforzada con malla electro soldada ME 200x200 a diámetro 6-6 AEH 500-N colocado sobre terreno limpio y compactado a mano extendido mediante reglado y acabado ruleteado.		
	<i>Mano de obra</i>	25,59	
	<i>Materiales</i>	70,34	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	2,88	
			98,81
5.5 Torre de ventilación			
5.5.1	Torre de ventilación para defensa contra heladas, con 3 ha de cobertura, que incluye mástil metálico de 11 m, motor de combustión de 130 kW, sistema de engranajes y accesorios, transporte, instalación y medios auxiliares.		
	<i>Mano de obra</i>	805,36	
	<i>Materiales</i>	14.320,00	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	453,76	
			15.579,12
5.5.2	u Programador intemperie con sistema de monitoreo de la temperatura ambiente.		
	<i>Mano de obra</i>	146,24	
	<i>Materiales</i>	63,12	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	6,28	
			215,64
<b>6 Seguridad y Salud</b>			
<b>6.1 Protección individual</b>			
6.1.1	u Pantalla de seguridad de cabeza, para soldador, de fibra vulcanizada, con cristal de 110 x 55 mm., (amortizable en 5 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.		
	<i>Materiales</i>	2,47	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,07	
			2,54
6.1.2	u Semi-mascarilla antipolvo un filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.		
	<i>Materiales</i>	5,47	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,16	

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (€)	Total (€)
			5,63
6.1.3	u Filtro de recambio de mascarilla para polvo y humos. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.		
	<i>Materiales</i>	1,62	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,05	
			1,67
6.1.4	u Juego de tapones antirruído de espuma de poliuretano ajustables. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.		
	<i>Materiales</i>	0,41	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,01	
			0,42
6.1.5	u Gafas protectoras contra impactos, incoloras, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.		
	<i>Materiales</i>	2,68	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,08	
			2,76
6.1.6	u Protectores auditivos con arnés a la nuca, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.		
	<i>Materiales</i>	3,65	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,11	
			3,76
6.1.7	u Faja protección lumbar (amortizable en 4 usos). Certificado CE EN385. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.		
	<i>Materiales</i>	5,59	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,17	
			5,76
6.1.8	u Mono de trabajo, homologado CE.		
	<i>Sin descomposición</i>	14,87	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,45	
			15,32
6.1.9	u Par de botas altas de agua color negro (amortizables en 1 uso). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.		
	<i>Materiales</i>	6,85	

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (€)	Total (€)
	3 % Costes indirectos	0,21	7,06
6.1.10	u Par de botas de seguridad con plantilla y puntera de acero (amortizables en 1 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.		
	<i>Materiales</i>	25,24	
	3 % Costes indirectos	0,76	26,00
6.1.11	u Par de guantes de nitrilo de alta resistencia. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.		
	<i>Materiales</i>	1,16	
	3 % Costes indirectos	0,03	1,19
6.1.12	u Par de guantes de uso general de piel de vacuno. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.		
	<i>Materiales</i>	1,71	
	3 % Costes indirectos	0,05	1,76
6.1.13	u Par de guantes para soldador (amortizables en 2 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.		
	<i>Materiales</i>	1,34	
	3 % Costes indirectos	0,04	1,38
6.1.14	u Mandil de cuero para soldador (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.		
	<i>Materiales</i>	2,94	
	3 % Costes indirectos	0,09	3,03
6.1.15	u Impermeable 3/4 de plástico, color amarillo (amortizable en 1 uso). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.		
	<i>Materiales</i>	8,06	
	3 % Costes indirectos	0,24	8,30
<b>6.2 Protección colectiva</b>			
6.2.1	u PROTECCIÓN HUECO 2x2m C/MALLAZO		

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (€)	Total (€)
	<i>Sin descomposición</i>	37,02	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	1,11	
			38,13
6.2.2	u Señal informativa cuadrada de 60x60 cm., reflexiva nivel I (E.G.) y troquelada, incluso poste galvanizado de sustentación de 80x40x2 mm., tornillería, cimentación y anclaje, totalmente colocada.		
	<i>Mano de obra</i>	18,49	
	<i>Maquinaria</i>	9,08	
	<i>Materiales</i>	98,49	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	3,78	
			129,84
6.2.3	m Barandilla de protección de perímetros de forjados, compuesta por puntales metálicos telescópicos colocados cada 2,5 m., (amortizable en 8 usos), fijado por apriete al forjado, pasamanos y travesaño intermedio formado por tubo 50 mm. (amortizable en 10 usos), pintado en amarillo y negro, y rodapié de 15x5 cm. (amortizable en 3 usos), para aberturas corridas, incluso colocación y desmontaje. s/R.D. 486/97.		
	<i>Mano de obra</i>	4,57	
	<i>Materiales</i>	3,08	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,23	
			7,88
6.2.4	u CARTEL PVC 220X300 mm OBL. PROH. ADVER.		
	<i>Sin descomposición</i>	4,21	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,13	
			4,34
6.2.5	m Cinta de balizamiento de plástico dos caras con texto, colocada.		
	<i>Mano de obra</i>	0,03	
	<i>Materiales</i>	0,15	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,01	
			0,19

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (€)	Total (€)
6.2.6	u Valla de contención de peatones, metálica, prolongable de 2,50 m. de largo y 1 m. de altura, color amarillo, amortizable en 5 usos, incluso colocación y desmontaje. s/R.D. 486/97.		
	<i>Mano de obra</i>	1,68	
	<i>Materiales</i>	6,00	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,23	
			7,91
<b>6.3 Extinción de incendios</b>			
6.3.1	u Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa, de eficacia 34A/183B, de 9 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y manguera con difusor, según Norma UNE, certificado AENOR. Medida la unidad instalada.		
	<i>Mano de obra</i>	8,32	
	<i>Materiales</i>	68,91	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	2,32	
			79,55
<b>6.4 Instalaciones del personal</b>			
6.4.1	mes Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseos en obra de 4,64x2,45x2,63 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm., termo eléctrico de 50 l., dos placas turcas, tres placas de ducha, pileta de cuatro grifos, todo de fibra de vidrio con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste, puerta madera en turca, cortina en ducha. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, instalación eléctrica mono. 220 V. con automático. Con transporte a 150 km.(ida y vuelta). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.		
	<i>Mano de obra</i>	1,43	
	<i>Materiales</i>	196,17	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	5,93	
			203,53
<b>6.5 Servicios de prevención</b>			

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (€)	Total (€)
6.5.1	u Botiquín de urgencia para obra fabricado en chapa de acero, pintado al horno con tratamiento anticorrosivo y serigrafía de cruz. Color blanco, con contenidos mínimos obligatorios, colocado.		
	<i>Mano de obra</i>	1,68	
	<i>Materiales</i>	64,18	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	1,98	
			67,84

### 3. Presupuestos parciales

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
<b>Presupuesto parcial N1 – Caseta de Riego</b>					
<b>1.1.- Acondicionamiento del terreno</b>					
1.1.1	m2	Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	63,000	0,52	32,76
1.1.2	m3	Excavación para la formación de zanjas, en terrenos medios, con retroexcavadora, incluso ayuda manual en zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes y carga sobre transportes, según NTE/ADZ-4.	48,000	1,06	50,88
Total 1.1.- 1.1. Acondicionamiento del terreno:					83,64
<b>1.2.- Cimentación</b>					
1.2.1	m2	Encofrado y desencofrado con madera suelta en zapatas, zanjas, vigas y encepados, considerando 4 posturas. Según NTE-EME.	108,000	21,12	2.280,96
1.2.2	m3	Hormigón armado HA-25/P/20/I, elaborado en central, en relleno de losa de cimentación, incluso armadura (100 kg/m³), vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según normas NTE-CSL, EHE-08 y CTE-SE-C.	21,250	248,96	5.290,40
1.2.3	m2	Encachado de piedra caliza 40/80 de 20 cm. de espesor en sub-base de solera, i/extendido y compactado con pisón.	19,200	8,87	170,30
Total 1.2.- 1.2. Cimentación:					7.741,36
<b>1.3.- Estructura</b>					
1.3.1	E05AAL005	kg Acero laminado S275JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE.	336,375	2,20	740,03
1.3.2	E05AAL005b	kg Acero laminado S275JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE.	420,270	2,20	924,59

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
1.3.3 E05AM080	u	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central biselado, de 300x300 mm y espesor 15 mm, con 4 pernos soldados de acero corrugado UNE-EN 10080 B 400 S de 14 mm de diámetro y 47,0973 cm de longitud total.	6,000	44,13	264,78
Total 1.3.- 1.3. Estructura:					1929,40
<b>1.4.- Cerramientos</b>					
1.4.1	m2	Fábrica de bloques huecos de arcilla expandida de 40x20x20 cm. de una cámara para revestir, recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 N y arena de río M-5, rellenos de hormigón de 330 kg. de cemento/m3. de dosificación y armaduras según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, rejuntado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-FFB y CTE-SE-F, medida deduciendo huecos superiores a 1 m2.	70,000	40,91	2.863,70
1.4.2	kg	Acero laminado S275 JR, en vigas alveolares laminadas en caliente, preparadas para paso de instalaciones, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE.	32,000	2,59	82,88
Total 1.4.- 1.4. Cerramientos:					2.946,58
<b>1.5.- Cubierta</b>					
1.5.1	m2	Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial, prelacada cara exterior y galvanizada cara interior de 0,6 mm. con núcleo de espuma de poliuretano de 40 kg./m3. con un espesor total de 35 mm., sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, s/NTE-QTG-8. Medida en verdadera magnitud.	37,030	30,81	1.140,89
Total 1.5.- 1.5. Cubierta:					1.140,89
<b>1.6.- Carpintería y cerrajería</b>					

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
1.6.1	u	Ventana corredera de aluminio anodizado natural de 60 micras, RPT, de 100x200 cm. de medidas totales, de 3 hojas, permeabilidad clase 4, estanqueidad al agua clase 9A y resistencia al viento C5, compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares. s/NTE-FCL-5.	2,000	39,64	79,28
1.6.2	m2	Acrilamiento con vidrio float incoloro de 4 mm de espesor y lámina transparente, con protección a la radiación UV de un 99% y confiriendo al vidrio seguridad frente a roturas, i/ fijación sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales y sellado en frío con silicona incolora, incluso cortes de vidrio y colocación de junquillos, según NTE-FVP-8.	4,000	47,87	191,48
1.6.3		Puerta basculante de 200x200 m. de una hoja de aluminio lacado blanco, accionada manualmente mediante muelles de torsión y brazos articulados, construida con cerco y bastidores de tubo de aluminio de 2 mm. de espesor, doble refuerzo interior, guías laterales, cerradura, herrajes de colgar y patillas de fijación a obra, elaborada en taller, ajuste y montaje en obra (sin incluir recibido de albañilería).	1,000	445,88	445,88
Total 1.6.- 1.6. Carpintería y cerrajería:					716,64
<b>1.7.- Electricidad</b>					
1.7.1	m	Cable flexible de cobre de 2,5 mm2 de sección y de tensión nominal 450/750V H07V-K con aislamiento de PVC, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	43,500	4,72	205,32
1.7.2	m	Cable flexible de cobre de 4 mm2 de sección y de tensión nominal 0,6/1 kV H07V-K y cubierta de PVC, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	8,000	5,53	44,24
1.7.3	m	Cable rígido de aluminio de 70 mm2 de sección y de tensión nominal 0,6/1 kV, tipo RZ, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de PVC, según el Reglamento de Baja Tensión 2002.	120,000	5,34	640,80

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
1.7.4	u	Arqueta prefabricada registrable de hormigón en masa con refuerzo de zuncho perimetral en la parte superior de 60x60x60 cm., medidas interiores, completa: con tapa y marco de hormigón y formación de agujeros para conexiones de tubos. Colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/l de 10 cm. de espesor y p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno perimetral posterior.	1,000	135,45	135,45
1.7.5	m3	Excavación para la formación de zanjas, en terrenos medios, con retroexcavadora, incluso ayuda manual en zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes y carga sobre transportes, según NTE/ADZ-4.	3,000	1,06	3,18
1.7.6	m3	Relleno y extendido con tierras de préstamo en zanjas, por medios manuales, con aporte de tierras, i/carga y transporte a pie de tajo, y con p.p. de medios auxiliares.	2,000	32,13	64,26
1.7.7	m	Suministro y colocación de bandeja perforada de PVC. color gris de 60x75 mm. y 3 m. de longitud, sin separadores, con cubierta con p.p. de accesorios y soportes; montada suspendida. Con protección contra penetración de cuerpos sólidos IP2X, de material aislante y de reacción al fuego M1. Según REBT, ITC-BT-21.	12,000	19,08	228,96
1.7.8	u	Toma de tierra con electrodo de pica de acero recubierto de cobre de diámetro 14 mm y longitud 2 m, uniones mediante soldadura aluminotérmica, incluyendo registro de comprobación y puente de prueba. Según el Reglamento de Baja Tensión 2002	1,000	180,77	180,77
1.7.9	u	Cuadro secundario de obra para una potencia máxima de 25 kW. compuesto por armario metálico con revestimiento de poliéster, de 90x60 cm.	1,000	703,55	703,55
Total 1.7.- 1.7. Electricidad:					2.206,53
<b>Total presupuesto parcial nº 1 Caseta de Riego: 16.765,34</b>					

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
<b>Presupuesto parcial N2 – Establecimiento de la Plantación</b>					
<b>2.1.- Actuaciones previas</b>					
2.1.1	ha	Estercolado de fondo en terreno suelto, con aportación de 57,03 t/ha de estiércol de vacuno, extendido con medios mecánicos.	17,800	147,14	2.619,09
2.1.2	ha	Labor de desfonde con tractor agrícola de 150 CV de potencia nominal, con arado de vertedera de desfonde monosurco, ejecutándose la labor a una profundidad de 80 cm., con inversión de horizontes, en terrenos sueltos de pendiente menor al 35 % y pedregosidad baja o nula.	17,800	147,83	2.631,37
2.1.3	ha	Laboreo mecánico de terreno de consistencia media, comprendiendo dos pases cruzados de cultivador suspendido ligero de 15 brazos	17,800	111,45	1.983,81
Total 2.1.- 2.1. Actuaciones previas:					7.234,27
<b>2.2.- Plantación</b>					
2.2.1	ha	Unidad de replanteo por hectarea con equipo topográfico compuesto por topógrafo y ayudante, con estación total, jalones, cuerdas y medios auxiliares	17,800	11,13	198,11
2.2.2	u	Revisión de los plantones y almacenamiento a su llegada a la explotación en zanjas de 50-60 cm de profundidades localizadas en una zona sombreada, ventilada y con buena humedad, recubriendo sus raíces con tierra o arena húmeda, hasta el momento de la plantación. Antes de la plantación, los plantones se sacan de las zanjas donde se han conservado y se procede a una poda ligera de raíces, eliminando aquellas demasiado largas o dañadas.	36.310,000	0,02	726,20
2.2.3	u	Manzano de variedad Golden Parsi injertado sobre patrón M-9 Pajam-2 Cepiland de un año de injerto. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado..	13.829,000	2,32	32.083,28
2.2.4	u	Manzano de variedad Golden Crielaard injertado sobre patrón M-9 Pajam-2 Cepiland de un año de injerto. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado..	13.502,000	2,32	31.324,64
2.2.5	u	Manzano de variedad Brookfield Gala injertado sobre patrón M-9 Pajam-1 de un año de injerto. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado..	9.343,000	2,32	21.675,76
2.2.6	ha	Plantación con arado plantador y tractor agrícola de 150 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.	17,800	271,84	4.838,75
2.2.7	ha	Revisión general de los árboles colocando en condiciones los que se encuentran defectuosamente instalados.	17,800	57,43	1.022,25

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
2.2.8	ha	Poda de plantación incluyendo tijeras de poda manuales.	17,800	61,15	1.088,47
2.2.9	ha	Reposición de marras con 2 palas royeras, 2 azadas y alquiler de un remolque de dos ejes, de dimensiones 3,6x2x1 m y una capacidad de carga de 5 t.	17,800	73,03	1.299,93
Total 2.2.- 2.2. Plantación:					94.257,39
<b>2.3.- Cuidados posteriores</b>					
2.3.1	u	Suministro y colocación de tubo protector de polipropileno extruído, doble capa, de 90 mm. de diámetro aprox., resistente a los rayos UV y fotodegradable a partir de 5 años, de 60 cm. de altura, empotrado en el terreno y con aporcado de tierras a una altura de 25 cm.	36.310,000	0,49	17.791,90
Total 2.3.- 2.3. Cuidados posteriores:					17.791,90
<b>2.4.- Espaldera</b>					
2.4.1	u	Perfil normalizado de acero hueco redondeo A-42 de diámetro 30 mm de diámetro y 2 mm de espesor.	9.635,000	0,82	7.900,70
2.4.2	u	Cable tensor para espaldera, formado por cable de acero de diámetro 7 mm.	2.078,000	2,30	4.779,40
2.4.3	m	Alambre para espaldera, formado por alambre de acero galvanizado de 3 mm de diámetro	132.319,000	0,18	23.817,42
2.4.4	u	Tensores para alambres, galvanizado	9.615,000	0,98	9.422,70
2.4.5	m3	Hormigón en masa HL-150/B/20 de dosificación 150 kg/m3, con tamaño máximo de árido de 20 mm elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales, vibrado y colocación. El espesor será de 10 cm, según CTE/DB SE C y EHE-08.	452,000	7,95	3.593,40
Total 2.4.- 2.4. Espaldera:					49.513,62
<b>Total presupuesto parcial nº 2 Establecimiento de la plantación:</b>					<b>168.797,18</b>

Nº	Ud Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
<b>Presupuesto parcial N3 - Maquinaria</b>				
3.1	u Tractor de 80 CV de potencia	1,000	23.896,00	23.896,00
3.2	u Pulverizador hidráulico suspendido con depósito de polietileno de alta densidad de 600 L de capacidad. Accionado por la toma de fuerza del tractor de 80CV. Posibilidad de acoplar lanzas individuales o rejas en los extremos de la barra.	1,000	3.090,00	3.090,00
3.3	u Pulverizador hidroneumático arrastrado de 2.500 L de capacidad de polietileno de alta densidad. Accionado por la toma de fuerza del tractor de 80 CV, con ventiladores de 2 velocidades de acero inoxidable de 20 palas.	1,000	4.537,15	4.537,15
3.4	u Segadora de cuchillas suspndida de 3 m de anchura de trabajo. Accionada por la toma de fuerza del tractor de 80 CV.	1,000	3.208,45	3.208,45
3.5	u Triturador de restos de poda con 16 martillos. Accionado por la toma de fuerza del tractor de 80CV.	1,000	4.120,00	4.120,00
3.6	u Máquina recolectora de fruta autopropulsada, con cintas transportadoras y carro portapalots. Capacidad para 10 personas, con 6 balcones despleables con pistón hidráulico, descarga de la fruta directamente al palot, regulación de velocidad de la cinta y movimiento de la máquina hidrostático con inversor. Equipado con compresor con 6 tomas.	4,000	7.416,00	29.664,00
3.7	u Incluye 6 tijeras neumáticas de poda con corte de 35 mm, con manguera en espiral de 12 metros.	1,000	334,75	334,75
3.8	u Elevador hidráulico de horquillas frontal para el tractor. Permite movimientos de elevación y descenso y desplazamiento a izquierda y derecha.	1,000	839,45	839,45
<b>Total presupuesto parcial nº 3 Maquinaria:</b>				<b>69.689,80</b>

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
<b>Presupuesto parcial N4 – Sistema de riego</b>					
<b>4.1.- Preparación del terreno</b>					
4.1.1	m3	Excavación para la formación de zanjas, en terrenos medios, con retroexcavadora, incluso ayuda manual en zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes y carga sobre transportes, según NTE/ADZ-4.	1.232,500	1,06	1.306,45
4.1.2	m3	Relleno de las zanjas de las tuberías primarias y secundarias por medios mecánicos y manuales, con árido 6/12 mm machaqueo (en cantera), y compactado con bandeja vibradora, según NTE/ADZ-12.	982,000	18,72	18.383,04
Total 4.1.- 4.1. Preparación del terreno: 19.689,49					
<b>4.2.- Red de riego</b>					
4.2.1	m	Tubería primaria de PVC, 763, 0,63 MPa	326,140	2,21	720,77
4.2.2	m	Tubo de PVC de presión nominal 0,63 MPa, diámetro exterior 75 mm y junta pegada.	885,340	2,81	2.487,81
4.2.3	m	Tubo de PVC de presión nominal 41,32 m.c.a., diámetro exterior 20 mm y junta pegada.	45.670,200	0,41	18.724,78
4.2.4	u	Emisor autocompensante de caudal nominal 2 L/h, intervalo de autocompensación 1,0 a 3,5 bar, coeficiente de variación 3,19 %, con sistema antidrenante y autolimpiante.	73.133,000	0,22	16.089,26
4.2.5	u	Arqueta prefabricada abierta de hormigón en masa con refuerzo de zuncho perimetral en la parte superior, de 30x30x60 cm, medidas interiores, para desagüe de las tuberías primarias. Arqueta completa: con reja y marco de hormigón y formación de agujeros para conexiones de tubos. Colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/l de 10 cm. de espesor y p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno perimetral posterior.	3,000	55,51	166,53
4.2.6	u	Ventosa de diámetro 125 mm, de fundición, para las tuberías primarias.	3,000	807,56	2.422,68
4.2.7	u	Purgador de diámetro 20 mm, de fundición, para el final cerrado de los laterales.	226,000	12,26	2.770,76
4.2.8	u	Instalación de una electroválvula automática de 1/2", en las tuberías primarias, con presión de entrada máxima de 6 bares, normalmente cerrada. Comandada por una centralita electrónica.	6,000	964,39	5.786,34
4.2.9	m	Línea eléctrica de cobre de 7x1,5 mm <sup>2</sup> , aislamiento 1 kV. para alimentación de electroválvulas, instalada en zanja y cintada a la tubería de riego, i/vulcanizado de empalmes con cinta especial y conectores estancos, instalada.	682,300	20,21	13.789,28
Total 4.2.- 4.2. Red de riego: 62.958,21					

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
<b>4.3.- Cabezal de riego</b>					
4.3.1	u	Suministro y colocación de válvula de corte por compuerta, de 4" (110 mm) de diámetro, de fundición, colocada mediante bridas, totalmente equipada, instalada y funcionando. s/CTE-HS-4.	1,000	260,09	260,09
4.3.2	u	Purgador automático de fundición con brida, de 110 mm. de diámetro, colocado en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalado.	1,000	373,46	373,46
4.3.3	u	Suministro y colocación de codo de 90º para tubería corrugada de PVC, de 110 mm de diámetro nominal, en conducción de saneamiento, instalado.	2,000	26,32	52,64
4.3.4	u	Reducción de PVC, con junta pegada, de diámetro 100 mm a 90 mm. Incluye mano de obra y funcionamiento	1,000	8,81	8,81
4.3.5	u	Filtro de arena metálico cerrado, con fondos superior e inferior abombados y tratamiento anticorrosión (fosfatado), con conexión tipo brida de 4" y diámetro 56 mm con una superficie filtrante no inferior a 0,44 m2.	2,000	826,76	1.653,52
4.3.6	u	Suministro e instalación de tanque de abonado, de poliéster y fibra de vidrio, para abonos líquidos a distribuir por medio de las redes de riego, de 60 litros de capacidad, i/piezas y accesorios, instalado.	4,000	607,06	2.428,24
4.3.7	u	Suministro e instalación del programador de 4 estaciones alimentado por 2 pilas alcalinas de 9V	1,000	52,04	52,04
4.3.8	m	TUBERÍA PE-32 DN=12 mm	1,500	70,85	106,28
4.3.9	u	Suministro e instalación de sistema del equipo de fertirrigación formado por un depósito de polietileno de alta densidad de 100 L de capacidad y un motor monofásico de 1,5 kW,230 V.	1,000	218,61	218,61
4.3.10	u	Suministro e instalación de filtro de latón de malla de acero D=3", posición de trabajo inclinada con purga, i/elementos de fijación, instalado.	1,000	406,17	406,17
4.3.11	u	Contador de turbina tipo Woltmann de transmisión magnética, diámetro nominal 100 mm, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, embridado, cuerpo de fundición de hierro con recubrimiento exterior tipo plástico, esfera seca y estanca y mecanismo de medida extraíble. Homologado CEE clase metrológica B.	1,000	628,36	628,36
4.3.12	u	Suministro y colocación de válvula de corte por compuerta, de 4" (125 mm) de diámetro, de fundición, colocada mediante bridas, totalmente equipada, instalada y funcionando. s/CTE-HS-4.	1,000	348,70	348,70
4.3.13	u	Instalación de una electroválvula automática de 1/2", en las tuberías primarias, con presión de entrada máxima de 6 bares, normalmente cerrada. Comandada por una centralita electrónica.	1,000	964,39	964,39

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
4.3.14	u	Suministro y colocación de codo de 90º para tubería corrugada de PVC, de 125 mm de diámetro nominal, en conducción de saneamiento, instalado.	1,000	42,46	42,46
Total 4.3.- 4.3. Cabezal de riego:					7.543,77
<b>4.4.- Instalación de bombeo</b>					
4.4.1	m	Tubería de PVC-C de diámetro 110 mm., PN-0,63 SDR 13,6, s/ CTE-HS-4 y UNE EN ISO 15877	15,000	131,27	1.969,05
4.4.2	u	Suministro y colocación de codo de 90º para tubería corrugada de PVC, de 110 mm de diámetro nominal, en conducción de saneamiento, instalado.	2,000	26,32	52,64
4.4.3	u	Bomba de bajo consumo energético, mejor rendimiento hidráulico, óptimo fraccionamiento de la potencia absorbida y funcionamiento muy silencioso.	1,000	2.266,41	2.266,41
Total 4.4.- 4.4. Instalación de bombeo:					4.288,10
<b>Total presupuesto parcial nº 4 Sistema de riego:</b>					<b>94.479,57</b>

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
<b>Presupuesto parcial N5 – Torres antihelada</b>					
<b>5.1.- Acondicionamiento del terreno</b>					
5.1.1	m2	Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	12,000	0,52	6,24
5.1.2	m3	Excavación para la formación de zanjas, en terrenos medios, con retroexcavadora, incluso ayuda manual en zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes y carga sobre transportes, según NTE/ADZ-4.	0,860	1,06	0,91
Total 5.1.- 5.1. Acondicionamiento del terreno:					7,15
<b>5.2.- Cimentaciones</b>					
5.2.1	u	Hormigón HA-25/P/40/IIa, elaborado en central, en relleno de zapatas y zanjas de cimentación.	4,000	374,17	1.496,68
5.2.2	m3	Hormigón en masa HM-20/P/20/I, elaborado en central, para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación. Según NTE-CSZ, EHE-08 y CTE-SE-C.	0,320	81,81	26,18
Total 5.2.- 5.2. Cimentaciones:					1.522,86
<b>5.3.- Rellenos</b>					
5.3.1	m3	Relleno y extendido de zahorras con medios mecánicos, motoniveladora, incluso compactación con rodillo autopropulsado y riego, en capas de 25 cm. De espesor máximo, con grado de compactación 95% del próctor modificado, según NTE/ADZ-12.	2,550	10,57	26,95
Total 5.3.- 5.3. Rellenos:					26,95
<b>5.4.- Revestimientos</b>					
5.4.1	m3	Solera realizada con HA 20/B/20/I, tamaño de árido 20 mm, espesor de 15 cm reforzada con malla electro soldada ME 200x200 a diámetro 6-6 AEH 500-N colocado sobre terreno limpio y compactado a mano extendido mediante reglado y acabado ruleteado.	13,250	98,81	1.309,23
Total 5.4.- 5.4. Revestimientos:					1.309,23
<b>5.5.- Torre de ventilación</b>					
5.5.1		Torre de ventilación para defensa contra heladas, con 3 ha de cobertura, que incluye mástil metálico de 11 m, motor de combustión de 130 kW, sistema de engranajes y accesorios, transporte, instalación y medios auxiliares.	4,000	15.579,12	62.316,48
Total 5.5.- 5.5. Torre de ventilación:					62.316,48
<b>Total presupuesto parcial nº 5 Torres antihelada:</b>					<b>65.182,67</b>

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
<b>Presupuesto parcial N6 – Seguridad y salud</b>					
<b>6.1.- Protección individual</b>					
6.1.1	u	Pantalla de seguridad de cabeza, para soldador, de fibra vulcanizada, con cristal de 110 x 55 mm., (amortizable en 5 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	3,000	2,54	7,62
6.1.2	u	Semi-mascarilla antipolvo un filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	12,000	5,63	67,56
6.1.3	u	Filtro de recambio de mascarilla para polvo y humos. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	36,000	1,67	60,12
6.1.4	u	Juego de tapones antirruído de espuma de poliuretano ajustables. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	12,000	0,42	5,04
6.1.5	u	Gafas protectoras contra impactos, incoloras, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	12,000	2,76	33,12
6.1.6	u	Protectores auditivos con arnés a la nuca, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	12,000	3,76	45,12
6.1.7	u	Faja protección lumbar (amortizable en 4 usos). Certificado CE EN385. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	3,000	5,76	17,28
6.1.8	u	Mono de trabajo, homologado CE.	12,000	15,32	183,84
6.1.9	u	Par de botas altas de agua color negro (amortizables en 1 uso). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	12,000	7,06	84,72
6.1.10	u	Par de botas de seguridad con plantilla y puntera de acero (amortizables en 1 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	12,000	26,00	312,00
6.1.11	u	Par de guantes de nitrilo de alta resistencia. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	12,000	1,19	14,28
6.1.12	u	Par de guantes de uso general de piel de vacuno. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	12,000	1,76	21,12
6.1.13	u	Par de guantes para soldador (amortizables en 2 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	3,000	1,38	4,14
6.1.14	u	Mandil de cuero para soldador (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	3,000	3,03	9,09
6.1.15	u	Impermeable 3/4 de plástico, color amarillo (amortizable en 1 uso). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	12,000	8,30	99,60
Total 6.1.- 6.1. Protección individual:					964,65
<b>6.2.- Protección colectiva</b>					
6.2.1	u	PROTECCIÓN HUECO 2x2m C/MALLAZO	2,000	38,13	76,26
6.2.2	u	Señal informativa cuadrada de 60x60 cm., reflexiva nivel I (E.G.) y troquelada, incluso poste galvanizado de sustentación de 80x40x2 mm., tornillería, cimentación y anclaje, totalmente colocada.	2,000	129,84	259,68

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
6.2.3	m	Barandilla de protección de perímetros de forjados, compuesta por puntales metálicos telescópicos colocados cada 2,5 m., (amortizable en 8 usos), fijado por apriete al forjado, pasamanos y travesaño intermedio formado por tubo 50 mm. (amortizable en 10 usos), pintado en amarillo y negro, y rodapié de 15x5 cm. (amortizable en 3 usos), para aberturas corridas, incluso colocación y desmontaje. s/R.D. 486/97.	8,000	7,88	63,04
6.2.4	u	CARTEL PVC 220X300 mm OBL. PROH. ADVER.	2,000	4,34	8,68
6.2.5	m	Cinta de balizamiento de plástico dos caras con texto, colocada.	400,000	0,19	76,00
6.2.6	u	Valla de contención de peatones, metálica, prolongable de 2,50 m. de largo y 1 m. de altura, color amarillo, amortizable en 5 usos, incluso colocación y desmontaje. s/R.D. 486/97.	2,000	7,91	15,82
Total 6.2.- 6.2. Protección colectiva:					499,48
<b>6.3.- Extinción de incendios</b>					
6.3.1	u	Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa, de eficacia 34A/183B, de 9 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y manguera con difusor, según Norma UNE, certificado AENOR. Medida la unidad instalada.	2,000	79,55	159,10
Total 6.3.- 6.3. Extinción de incendios:					159,10
<b>6.4.- Instalaciones del personal</b>					
6.4.1	mes	Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseos en obra de 4,64x2,45x2,63 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm., termo eléctrico de 50 l., dos placas turcas, tres placas de ducha, pileta de cuatro grifos, todo de fibra de vidrio con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste, puerta madera en turca, cortina en ducha. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, instalación eléctrica mono. 220 V. con automático. Con transporte a 150 km.(ida y vuelta). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.	1,000	203,53	203,53
Total 6.4.- 6.4. Instalaciones del personal:					203,53
<b>6.5.- Servicios de prevención</b>					
6.5.1	u	Botiquín de urgencia para obra fabricado en chapa de acero, pintado al horno con tratamiento anticorrosivo y serigrafía de cruz. Color blanco, con contenidos mínimos obligatorios, colocado.	1,000	67,84	67,84
Total 6.5.- 6.5. Servicios de prevención:					67,84
<b>Total presupuesto parcial nº 6 Seguridad y Salud: 1.894,60</b>					

#### 4. Presupuesto general y resumen de presupuestos

Capítulo	Importe (€)
<b>1 Caseta de Riego</b>	<b>16.765,34</b>
1.1.- Acondicionamiento del terreno	83,64
1.2.- Cimentación	7.741,66
1.3.- Estructura	1.929,40
1.4.- Cerramientos	2.946,58
1.5.- Cubierta	1.140,89
1.6.- Carpintería y cerrajería	716,64
1.7.- Electricidad	2.206,53
<b>2 Establecimiento de la plantación</b>	<b>168.797,18</b>
2.1.- Actuaciones previas	7.234,27
2.2.- Plantación	94.257,39
2.3.- Cuidados posteriores	17.791,90
2.4.- Espaldera	49.513,62
<b>3 Maquinaria</b>	<b>69.689,80</b>
<b>4 Sistema de riego</b>	<b>94.479,57</b>
4.1.- Preparación del terreno	19.689,49
4.2.- Red de riego	62.958,21
4.3.- Cabezal de riego	7.543,77
4.4.- Instalación de bombeo	4.288,10
<b>5 Torres antihelada</b>	<b>65.182,67</b>
5.1.- Acondicionamiento del terreno	7,15
5.2.- Cimentaciones	1.522,86
5.3.- Rellenos	26,95
5.4.- Revestimientos	1.309,23
5.5.- Torre de ventilación	62.316,48
<b>6 Seguridad y Salud</b>	<b>1.894,60</b>
6.1.- Protección individual	964,65
6.2.- Protección colectiva	499,48
6.3.- Extinción de incendios	159,10
6.4.- Instalaciones del personal	203,53
6.5.- Servicios de prevención	67,84
<b>Presupuesto de Ejecución Material (PEM) .....</b>	<b>416.809,16</b>
16% de gastos generales	66.689,46
6% de beneficio industrial	25.008,55
<b>Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG+ BI)</b>	<b>508.507,17</b>
21% IVA	106.786,51
<b>Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)</b>	<b>615.293,67</b>

<b>Honorarios</b>		<b>Importe (€)</b>
Proyecto	2% s/PEM	8.336,18
21% IVA		1.750,60
<b>Total Honorarios del Proyecto</b>		<b>10.086,78</b>
Dirección de obra	2% s/PEM	8.336,18
21% IVA		1.750,60
<b>Total Honorarios Dirección</b>		<b>10.086,78</b>
Estudio de seguridad y salud	1% s/PEM	4.168,09
21% IVA		875,30
Coordinación de seguridad y salud	1% s/PEM	4.168,09
21% IVA		875,30
<b>Total Honorarios del Estudio de Seguridad y Salud y Estudio Geotécnico</b>		<b>10.086,78</b>
<b>Total Presupuesto General</b>		<b>645.554,01</b>

Asciende el presupuesto general con IVA a la expresada cantidad de SEISCIENTOS CUARENTA Y CINCO MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y CUATRO EUROS Y UN CÉNTIMO.

En Becerril de Campos (Palencia) a 15 de febrero de 2019  
 Graduado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural  
 Pablo Villán Abad