



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

**Proyecto de plantación de 38,9 ha de
almendro en regadío en el término municipal
de Villaumbrales (Palencia)**

Alumno: Ignacio Prieto Tejedor

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

Octubre de 2016

DOCUMENTO 1: MEMORIA

ÍNDICE MEMORIA

1. Objeto del proyecto	1
1.1. Naturaleza de la transformación	1
1.2. Emplazamiento	1
1.3. Extensión	1
1.4. Agentes	1
2. Antecedentes	1
2.1. Motivación	1
2.2. Estudios previos	2
3. Bases del proyecto	2
3.1. Directrices	2
3.1.1. Finalidad	2
3.1.2. Condicionantes 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	4
3.2.2. Condicionantes externos	4
3.2.2.1. Comercialización	4
3.2.2.2. Materias primas	4
3.3. Situación actual	4
4. Estudio de alternativas	5
4.1. Identificación de alternativas	5
4.2. Restricciones impuestas por los condicionantes	5
4.3. Evaluación de alternativas	5
4.3.1. Especie	5
4.3.2. Variedad	6
4.3.3. Patrón	6
4.3.4. Diseño de plantación	6
4.3.4.1. Disposición de plantación	6
4.3.4.2. Densidad y marco de plantación	6
4.3.4.3. Orientación de las filas	6
4.3.5. Sistema de poda de formación	6
4.3.6. Sistema de riego	6
4.3.7. Sistema de mantenimiento del suelo	7
4.3.8. Sistema de recolección	7
5. Ingeniería del proyecto	7
5.1. Ingeniería del proceso	7
5.1.1. Plantación	7
5.1.2. Poda	8
5.1.3. Diseño agronómico del riego	8
5.1.4. Fertilización	9
5.1.5. Mantenimiento del suelo	10

5.1.6. Polinización _____	10
5.1.7. Tratamientos fitosanitarios _____	10
5.1.8. Recolección _____	10
5.1.9. Maquinaria, equipos y mano de obra _____	11
5.2. Ingeniería de las obras _____	11
5.2.1. Caseta de riego _____	11
5.2.2. Instalación de riego _____	11
5.2.2.1. Goteros _____	11
5.2.2.2. Diseño de las subunidades de riego _____	11
5.2.2.3. Ramales portagoteros _____	11
5.2.2.4. Tuberías terciarias _____	12
5.2.2.5. Tubería principal _____	12
5.2.2.6. Cabezal de riego _____	13
5.2.2.7. Grupo de bombeo _____	14
5.2.2.8. Valvulería y accesorios _____	14
5.2.3. Instalación eléctrica _____	14
5.2.3.1. Transformador _____	14
5.2.3.2. Línea general de alimentación _____	15
5.2.3.3. Caja de protección y medida (CPM) _____	15
5.2.3.4. Derivación individual _____	15
5.2.3.5. Cuadro general de mando y protección (CGPM) _____	15
5.2.3.6. Instalación interior _____	15
5.2.3.7. Toma de tierra _____	16
5.2.3.8. Mejora del factor de potencia _____	16
6. Programa de ejecución y puesta en marcha del proyecto _____	16
7. Normas para la explotación del proyecto _____	17
7.1. Productos fitosanitarios _____	17
7.2. Productos fertilizantes _____	17
7.3. Maquinaria y equipos _____	17
8. Evaluación ambiental _____	17
9. Evaluación económica del proyecto _____	18
10. Resumen del presupuesto _____	19

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro resumen de temperaturas mensuales (°C) _____	2
Tabla 2. Características físico-químicas del suelo _____	3
Tabla 3. Resumen del diseño agronómico del riego _____	8
Tabla 4. Aportaciones mensuales de fertilizantes, expresadas en kg/ha _____	9
Tabla 5. Resumen de características de las tuberías terciarias _____	12
Tabla 6. Resumen de características de la tubería principal _____	12
Tabla 7. Resumen del presupuesto _____	19

1. Objeto del proyecto

1.1. Naturaleza de la transformación

El proyecto tiene como objetivo establecer una plantación de 38,9 ha de almendros en regadío en el término municipal de Villaumbrales (Palencia). Las variedades elegidas presentan una época de floración muy tardía para poder eludir las posibles heladas primaverales de la zona. El sistema de formación será en vaso, sin estructura de apoyo, para permitir una cosecha totalmente mecanizada. La plantación contará con un sistema de riego por goteo que permita cubrir en todo momento las necesidades hídricas de los árboles. También se construirá una caseta para albergar las bombas, el cabezal de riego y los depósitos para la fertirrigación.

1.2. Emplazamiento

La finca objeto del proyecto está situada en el término municipal de Villaumbrales, provincia de Palencia, en la comarca de Tierra de Campos. Sus coordenadas geográficas son las siguientes:

- **Latitud:** 42° 2' 30" N
- **Longitud:** 4° 37' 8" W
- **Altitud:** 737 m

La finca se encuentra en el polígono 600, parcelas 165, 166, 167, 171, 202, 203, 9049, 9055 y 9056.

El acceso a la misma se realiza a través de la carretera P-954, que nace en la intersección entre las carreteras N-610, N-610a y la autovía A-65, en la entrada oeste de Palencia. Siguiendo esta carretera durante 2,3 km, y 70 m antes de su cruce con el río Valdeginete, surge a mano izquierda un camino vecinal. La finca objeto del proyecto se encuentra siguiendo este camino durante 2,6 km.

1.3. Extensión

La finca objeto del proyecto tiene una extensión total de 38,9 ha, de las cuales 34,4 ha estarán dedicadas al cultivo del almendro. Las 4,5 ha restantes estarán dedicadas a caminos de servicio, accesos y a la caseta de riego.

1.4. Agentes

- **Promotor:** Ignacio Prieto Martínez.
- **Projectista:** Ignacio Prieto Tejedor, estudiante del Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural en la Universidad de Valladolid.

2. Antecedentes

2.1. Motivación

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

2.2. Estudios previos

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

- Estudio climatológico de la zona objeto del proyecto.
- Estudio edafológico de la finca objeto del proyecto.
- Análisis de agua de riego del Canal de la Nava Sur.
- Estudio de comercialización.

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

3. Bases del proyecto

3.1. Directrices

3.1.1. Finalidad

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

3.1.2. Condicionantes del promotor

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

3.2. Condicionantes del proyecto

3.2.1. Condicionantes internos

3.2.1.1. Clima

Para la realización del estudio climatológico se han empleado datos procedentes de tres observatorios: Autilla del Pino para las temperaturas y los vientos, Magaz de Pisuerga para las precipitaciones y Villanubla para la radiación.

Elementos climáticos térmicos

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

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

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Ta	15,4	18,0	23,1	26,0	31,7	35,7	35,8	37,6	33,7	27,5	19,6	14,6
Ta'	12,0	15,4	19,7	22,6	27,7	33,2	34,4	34,3	29,8	23,8	16,5	12,2
T	6,3	9,2	12,8	14,7	19,1	25,3	27,6	27,3	23,1	17,0	10,1	6,9
tm	3,0	4,4	7,3	9,1	12,9	17,9	19,7	19,9	16,7	11,9	6,2	3,3
t	-0,4	-0,4	1,8	3,4	6,7	10,4	11,9	12,5	10,1	6,7	2,3	-0,3
ta'	-6,4	-4,8	-4,4	-1,8	0,7	4,8	6,6	7,6	4,3	0,8	-2,9	-5,7
ta	-12,3	-8,2	-9,7	-4,2	-2,7	2,1	2,8	4,9	1,4	-2,6	-6,0	-11,3

El factor potencialmente más limitante para el cultivo del almendro en la zona objeto del proyecto son las heladas primaverales. En la zona son frecuentes las

heladas hasta finales del mes de marzo, por lo que no se consideran apropiadas aquellas variedades cuya floración sea anterior a dicha época. La floración de las variedades extratardías de almendro se da a mediados del mes de abril. No se espera que las heladas primaverales produzcan daños en las variedades de floración extratardía de almendro.

Elementos climáticos hídricos

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

La precipitación media anual de la zona es de 420,9 mm, concentradas en primavera y otoño, siendo ésta la estación más lluviosa. Los meses más lluviosos son mayo y octubre. Estas cantidades son altas en los meses estivales y otoñales, debido a las tormentas. Es necesaria la instalación de un sistema de riego.

Elementos climáticos secundarios

Los vientos registrados en la zona no suponen un problema para ningún cultivo frutal, debido a su baja intensidad.

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

Conclusión

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

3.2.1.2. Suelo

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

Tabla 2. Características físico-químicas del suelo

Parámetro	Cantidad	Método	Valoración
Arena	72,60 %	ISSS	Alto
Limo	12,92 %	ISSS	Bajo
Arcilla	14,48 %	ISSS	Bajo
Textura	-	ISSS	Franco-arenoso
pH	8,61	1:2,5	Alcalino
Conductividad eléctrica	0,17 mmhos/cm	1:2,5	No salino
Materia orgánica	1,30 %	Walkey-Black	Baja
Carbonatos	15,05 %	Calcímetro	Normal
Caliza activa	4,96 %	Calcímetro	Bajo
Fósforo	16,20 ppm	Olsen	Normal
Potasio	119,11 ppm	Emisión atómica	Bajo
Calcio	14,70 meq/100 g	Absorción atómica	Alto
Magnesio	1,63 meq/100 g	Absorción atómica	Normal
Sodio	0,07 meq/100 g	Emisión atómica	Muy bajo

El suelo de la parcela objeto del proyecto presenta unas características físicas y químicas adecuadas para el cultivo del almendro. Sin embargo, es necesario, como labores previas a la plantación, realizar una enmienda orgánica para elevar el contenido en materia orgánica del suelo y realizar un abonado de fondo con potasio.

3.2.1.3. Agua de riego

El agua de riego que se va a emplear en la plantación procede de la red de acequias del Canal de la Nava Sur.

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

En la finca se dispone de agua apta para el riego y de buena calidad. No obstante, se debe tener en cuenta que la elevada dureza del agua puede formar precipitados, obturando los goteros a la hora de realizar el riego. En este sentido, se recomienda realizar una revisión y limpieza periódica de los emisores.

3.2.2. Condicionantes externos

3.2.2.1. Comercialización

La situación actual del mercado es óptima para la creación de nuevas plantaciones de almendro, debido al elevado precio de la almendra y al aumento del consumo. Esta tendencia, si bien durante el año 2016 se ha ralentizado, se muestra favorable para los próximos años, pues aunque disminuya el precio, la rentabilidad seguirá siendo elevada.

La almendra producida en la explotación objeto del proyecto será comercializada a través de una empresa o cooperativa dedicada al campo de los frutos secos. La almendra será transportada por la empresa con la que se realice el contrato de compra-venta de la producción, quien además se encargará de su acondicionamiento, selección y limpieza.

3.2.2.2. Materias primas

En la zona donde se sitúa la finca objeto del proyecto existen numerosas empresas dedicadas a la comercialización de fertilizantes y fitosanitarios. No se espera que se produzcan problemas en 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

La finca es propiedad del promotor, que la tiene arrendada para su explotación a un agricultor de la zona. El precio acordado entre ambas partes es de 314 €/ha y año. El cobro de los derechos de pago único de la PAC que posee la finca lo realiza el agricultor.

El arrendatario dedica la finca al cultivo de cereales de invierno, leguminosas y oleaginosas, en régimen de regadío. La rotación que sigue actualmente incluye trigo blando, cebada cervecera, guisante de pienso y girasol, si bien no sigue ningún criterio técnico en cuanto a su orden.

El contrato de arrendamiento concluye al fin de agosto del 2016, y a partir de este momento el propietario decide establecer una plantación de almendro, con el fin de incrementar la rentabilidad producida por la finca.

La finca presenta, como costes anuales, el pago del Impuesto de Bienes Inmuebles Rústico, que asciende a 40 €/ha y año, y el canon del uso de agua de riego, que asciende a 100 €/ha y año.

El beneficio total anual que el propietario obtiene de la finca asciende a 6768,60 €/año. Se puede concluir que las expectativas de mejora económica mediante la implantación del cultivo del almendro son elevadas.

4. Estudio de alternativas

4.1. Identificación de alternativas

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

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

4.2. Restricciones impuestas por los condicionantes

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

La finca no presenta problemas respecto a los demás condicionantes del medio físico, como el suelo o el agua de riego. El suelo es apto, con una debida preparación, para el cultivo de cualquier especie frutal. La finca se encuentra en una zona de regadío, con disponibilidad de agua de buena calidad.

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

4.3. Evaluación de alternativas

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

4.3.1. Especie

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

4.3.2. Variedad

En la plantación se van a emplear dos variedades españolas de reciente obtención: Mardía y Penta. Ambas son de floración extratardía, lo que permite salvar, en cierta medida, el problema de las heladas primaverales tardías durante la floración. Además son de vigor medio, de manera que se pueden formar árboles de porte medio, facilitando la mecanización del cultivo. El rendimiento al descascarado, en ambos casos, es algo bajo, pero se compensa con una elevada productividad. Además, la calidad de los frutos es excelente, con características similares a Marcona.

4.3.3. Patrón

Se va a emplear el patrón Rootpac-40. Se trata de un doble híbrido almendro x melocotonero (*Prunus dulcis* x *Prunus persica*) x (*Prunus dulcis* x *Prunus persica*), que presenta un vigor entre un 25 y un 30% inferior a GF-677, pero con un sistema radicular muy desarrollado. La compatibilidad es buena con todas las variedades de almendro. Produce árboles de porte erguido y altamente productivos, e induce producciones de calidad, con frutos de buen calibre y de madurez temprana.

4.3.4. Diseño de plantación

4.3.4.1. Disposición de plantación

La disposición más adecuada para la plantación es la rectangular o en líneas. Esta disposición se adapta muy bien a las plantaciones de densidad media o semiintensivas. La disposición rectangular o en líneas deja un espacio adecuado en las calles para el paso de la maquinaria, a la vez que permite un buen aprovechamiento del terreno. Las labores sólo se pueden realizar en una dirección.

4.3.4.2. Densidad y marco de plantación

La plantación en proyecto tendrá un marco de plantación de 6 x 5 m, que permite obtener una densidad de plantación de 333 árboles/ha.

Este marco de plantación permite formar los árboles en vaso y el uso de cosechadoras integrales para realizar la recolección sin problemas. La producción es mayor que en las plantaciones tradicionales, aunque no tan elevada como en las plantaciones de alta densidad. Sin embargo, la inversión inicial es menor que en estas últimas, lo que repercute en una mayor rentabilidad y más corto plazo de retorno de la inversión.

4.3.4.3. Orientación de las filas

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

4.3.5. Sistema de poda de formación

Los árboles se van a formar en vaso de pisos. Este sistema de formación es el más utilizado en plantaciones tradicionales y semiintensivas de almendro, ya que permite un buen desarrollo del árbol y facilita la mecanización del cultivo.

4.3.6. Sistema de riego

El riego de la plantación se va a realizar mediante un sistema de riego por goteo.

El riego por goteo tiene una mayor eficiencia en el uso del agua que otros sistemas de riego, permite la fertirrigación y la automatización total del riego, mejora la disponibilidad de agua en el suelo y mejora la absorción de nutrientes aplicados mediante fertirrigación.

Como este sistema de riego moja muy poco volumen de suelo, el crecimiento de las malas hierbas se concentra alrededor de los goteros, siendo más fácil controlarlas.

La limitación más importante es la posible obstrucción de los goteros. Esto hace disminuir la uniformidad del riego y puede causar daños en los árboles. Se puede solucionar empleando soluciones de fertirrigación ácidas.

4.3.7. Sistema de mantenimiento del suelo

El mantenimiento del suelo se va a realizar mediante un sistema mixto cubierta permanente-herbicidas. Se establece una cubierta vegetal en las calles de la plantación, mientras que en la línea de los árboles se aplican herbicidas para controlar las malas hierbas.

Este sistema es uno de los más empleados en plantaciones frutales. Protege el suelo de la compactación y de la erosión, permitiendo el paso de la maquinaria aún en época de lluvias. No obstante, el empleo de herbicidas puede entrañar riesgos en plantaciones jóvenes, por lo que es imprescindible la colocación de protectores de troncos tras la plantación.

4.3.8. Sistema de recolección

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

5. Ingeniería del proyecto

5.1. Ingeniería del proceso

5.1.1. Plantación

La preparación del suelo se va a realizar de forma mecánica e integral. Para ello se realizará una labor de desfonde, que permite voltear el suelo, romper la suela de labor, mejorar la permeabilidad del suelo e incorporar la enmienda orgánica previamente aplicada (81 t/ha de estiércol de vacuno bien hecho).

A principios de noviembre se repartirá un abonado de fondo con 543 kg/ha de sulfato potásico, con una riqueza del 50 % de K_2O , que se incorporará al suelo con una labor de cultivador ligero.

Después, a primeros de enero, se realizarán dos pases cruzados a toda la finca con un cultivador ligero suspendido, con el fin de dejar el suelo liso y facilitar las labores de replanteo.

Se pedirán 6085 plantones de variedad Mardía y 5727 plantones de variedad Penta. De cada variedad, 118 plantones se dispondrán en pot a su llegada a la plantación. La petición al vivero se hará con suficiente antelación.

La plantación se realizará mediante un arado plantador acoplado a un tractor de 140 CV. Así mismo, se dispondrá de un tractor auxiliar de 110 CV con un remolque, donde se transportarán los plantones. Los mismos, tras su colocación, deben quedar con el nudo de injerto sin enterrar, unos 4 cm por encima del suelo.

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

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

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

5.1.2. Poda

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

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

5.1.3. Diseño agronómico del riego

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

Cada árbol contará con 4 goteros de 2 L/h, situados en dos ramales paralelos situados a cada lado de las líneas de árboles. La separación entre goteros de un mismo árbol dentro de la línea será de 1 m, del mismo modo que la separación entre ramales portagoteros de cada línea de árboles, como se puede observar en el Plano 7. Detalles del sistema de riego.

En la Tabla 3, que se muestra a continuación, se puede observar el resumen del diseño agronómico del riego.

Tabla 3. Resumen del diseño agronómico del riego

			Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Año 1 (20 % Nt)	Nt	L/árbol-día	4,60	6,65	9,16	11,56	10,87	6,78
	t	h/día	0,58	0,83	1,15	1,45	1,36	0,85
Año 2 (30 % Nt)	Nt	L/árbol-día	6,91	9,98	13,74	17,34	16,30	10,17
	t	h/día	0,86	1,25	1,72	2,17	2,04	1,27
Año 3 (40 % Nt)	Nt	L/árbol-día	9,21	13,31	18,32	23,12	21,74	13,56
	t	h/día	1,15	1,66	2,29	2,89	2,72	1,70
Año 4 (50 % Nt)	Nt	L/árbol-día	11,51	16,63	22,90	28,90	27,17	16,95
	t	h/día	1,44	2,08	2,86	3,61	3,40	2,12

Tabla 3 (Cont.). Resumen del diseño agronómico del riego

			Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Año 5 (60 % Nt)	Nt	L/árbol-día	13,83	19,98	27,51	34,72	32,64	20,36
	t	h/día	1,73	2,50	3,44	4,34	4,08	2,55
Año 6 (70 % Nt)	Nt	L/árbol-día	16,13	23,31	32,10	40,50	38,08	23,75
	t	h/día	2,02	2,91	4,01	5,06	4,76	2,97
Año 7 (80 % Nt)	Nt	L/árbol-día	18,44	26,64	36,68	46,29	43,52	27,15
	t	h/día	2,30	3,33	4,59	5,79	5,44	3,39
Año 8 (90 % Nt)	Nt	L/árbol-día	20,74	29,97	41,27	52,07	48,96	30,54
	t	h/día	2,59	3,75	5,16	6,51	6,12	3,82
Año 9 (100 % Nt)	Nt	L/árbol-día	23,05	33,30	45,85	57,86	54,40	33,93
	t	h/día	2,88	4,16	5,73	7,23	6,80	4,24

5.1.4. Fertilización

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

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

A continuación, en la Tabla 4, se muestran las aportaciones mensuales de fertilizantes, expresadas en kg/ha.

Tabla 4. Aportaciones mensuales de fertilizantes, expresadas en kg/ha

Año	Fertilizante	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
4	N-32	47,50	59,38	59,38	23,75	23,75	23,75
	P-52	10,00	0,00	0,00	5,00	5,00	5,00
	K-32	49,22	28,13	28,13	11,72	11,72	11,72
5	N-32	70,00	87,50	87,50	35,00	35,00	35,00
	P-52	12,31	0,00	0,00	6,15	6,15	6,15
	K-32	51,41	29,38	29,38	12,24	12,24	12,24
6	N-32	91,88	114,84	114,84	45,94	45,94	45,94
	P-52	14,62	0,00	0,00	7,31	7,31	7,31
	K-32	92,97	53,13	53,13	22,14	22,14	22,14
7	N-32	114,38	142,97	142,97	57,19	57,19	57,19
	P-52	16,92	0,00	0,00	8,46	8,46	8,46
	K-32	113,75	65,00	65,00	27,08	27,08	27,08
8	N-32	128,75	160,94	160,94	64,38	64,38	64,38
	P-52	18,46	0,00	0,00	9,23	9,23	9,23
	K-32	135,63	77,50	77,50	32,29	32,29	32,29
9	N-32	136,25	170,31	170,31	68,13	68,13	68,13
	P-52	19,23	0,00	0,00	9,62	9,62	9,62
	K-32	157,50	90,00	90,00	37,50	37,50	37,50

5.1.5. Mantenimiento del suelo

El mantenimiento del suelo se va a realizar mediante un sistema mixto cubierta vegetal permanente-herbicidas.

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

Además, se realizan cuatro aplicaciones de herbicida a lo largo del año, durante los meses de marzo, mayo, junio y septiembre. La aplicación del herbicida se realizará mediante una cuba de 600 L de capacidad suspendida, con dos barras de tratamiento, que aplicarán el herbicida en una franja de 70 cm a cada lado de la fila de árboles. Se empleará Glifosato 36 % en forma de sal isopropilamina, con una dosificación de 4 L/ha.

5.1.6. Polinización

Las variedades de almendro Mardía y Penta son autofértiles, por lo que no es necesario disponer en la plantación de variedades secundarias que sirvan como polinizadoras de la principal. No obstante, la combinación de dos variedades favorece la polinización y el cuajado.

Cada año, durante la floración, se instalarán colmenas, con el fin de mejorar la polinización. Las colmenas deben establecerse en la plantación a partir del cuarto año, dos o tres días antes de iniciarse la apertura de la flor (aproximadamente a mediados de abril). Se colocarán 4 colmenas por ha, distribuidas de forma uniforme por la superficie del terreno. Las colmenas deben colocarse a no más de 0,4 m de altura respecto al suelo, con la piqueta (puerta de la colmena) colocada en orientación sur-suroeste.

5.1.7. Tratamientos fitosanitarios

El encargado de la plantación es el responsable de realizar el seguimiento del estado sanitario del cultivo. Deben priorizarse los métodos de control biológicos, culturales o naturales sobre la lucha química. Se deben respetar las dosis y momentos de aplicación establecidos. La aplicación de los tratamientos está condicionada a la presencia de la plaga o del patógeno en la plantación, en caso de que se trate de tratamientos de choque. En el Anejo IV, Ingeniería del proceso se puede ver una relación de las plagas y enfermedades más frecuentes del almendro y su forma de control.

La aplicación de los productos fitosanitarios se realizará mediante un pulverizador hidroneumático (atomizador) arrastrado de 2000 L de capacidad.

5.1.8. Recolección

La recolección se va a realizar, en el caso de la variedad Mardía, durante la primera semana del mes de octubre, mientras que se realizará durante la segunda semana de octubre en el caso de la variedad Penta.

Para la recolección se empleará una cosechadora integral que trabaja en continuo, contratando la labor a una empresa de servicios. La almendra va a ser

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

5.1.9. Maquinaria, equipos y mano de obra

En el Anejo IV. Ingeniería del proceso se indica la maquinaria y los equipos necesarios para llevar a cabo las labores de la plantación. Así mismo, se detallan los tiempos requeridos para cada actividad y un cálculo de los costes de la maquinaria y mano de obra. Además, en el punto 2.4. Cuadros del proceso productivo, se presentan los cuadros de definición y satisfacción de las necesidades.

5.2. Ingeniería de las obras

5.2.1. Caseta de riego

La cimentación va a consistir en una losa de hormigón HA-25/P/20/I con 100 kg/m³ de acero B-500-S, con unas dimensiones de 7,00 x 5,00 x 0,20 m.

La caseta tendrá unas dimensiones de 6,00 x 4,00 m. 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 altura de la fachada frontal será de 3,00 m, y la de la fachada trasera de 2,20 m.

La cubierta será a un agua, con una inclinación de 20 °, y estará construida con panel sándwich aislante de acero de 30 mm de espesor, formado por doble cara metálica de chapa estándar de acero, acabado prelacado color rojo teja, y alma aislante de espuma de poliuretano de densidad media 40 kg/m³. El panel irá colocado sobre correas de perfil hueco cuadrado 90, apoyado directamente sobre el muro. El panel tendrá un vuelo de 10 cm en la fachada trasera.

La puerta va a ser abatible de paso de izquierdas, de una sola hoja, de chapa plegada de acero galvanizado, con unas dimensiones de 1,90 x 1,50 m. Así mismo se instalará una ventana corredera de aluminio de dos hojas, con unas dimensiones de 1,75 x 1,00 m, acabado anodizado natural, y vidrio simple pulido incoloro de 4 mm de espesor.

5.2.2. Instalación de riego

5.2.2.1. Goteros

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

5.2.2.2. Diseño de las subunidades de riego

La parcela objeto del proyecto se dividirá en 7 subunidades de riego, como se puede ver en el Plano 6. Distribución del sistema de riego. Cada subunidad de riego irá alimentada por una tubería terciaria, y éstas a su vez por la tubería principal que parte del cabezal de riego.

5.2.2.3. Ramales portagoteros

Para los ramales portagoteros se emplearán tuberías de polietileno de baja densidad (PEBD) de 16 mm de diámetro exterior y presión nominal de 30 m.c.a. En la

Tabla 2 del Anejo VII. Ingeniería de las obras se puede ver el cálculo de los ramales portagpteros.

5.2.2.4. Tuberías terciarias

Las tuberías terciarias serán de PVC de 90 mm de diámetro exterior para las subunidades 1 a 5, de 75 mm de diámetro exterior para la subunidad 6 y de 50 mm de diámetro exterior para la subunidad 7. Todas ellas serán de presión nominal 60 m.c.a.

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

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

Tabla 5. Resumen de características de las tuberías terciarias

Terciaria	Material	Caudal (L/h)	Longitud (m)	Ø exterior (mm)	Ø interior (mm)	Presión nominal (m.c.a.)
1	PVC	14016	556,90	90	84,6	60
2	PVC	15008	620,85	90	84,6	60
3	PVC	16368	599,98	90	84,6	60
4	PVC	16160	662,31	90	84,6	60
5	PVC	17544	635,88	90	84,6	60
6	PVC	9472	642,29	75	70,6	60
7	PVC	4040	290,83	50	46,4	60

5.2.2.5. Tubería principal

La tubería principal será de PVC de 60 m.c.a. de presión nominal, y estará dividida en siete tramos. Los tramos 1 y 2 serán de 160 mm de diámetro exterior, los tramos 3 y 4 de 140 mm de diámetro exterior, los tramos 5 y 6 de 110 mm de diámetro exterior y el tramo 7 de 90 mm de diámetro exterior.

A continuación, en la Tabla 6, se muestra el resumen de las características principales de cada uno de los tramos de la tubería principal.

Tabla 6. Resumen de características de la tubería principal

Tramo	Material	Caudal (L/h)	Longitud (m)	Ø exterior (mm)	Ø interior (mm)	Presión nominal (m.c.a.)
1	PVC	92608	55,06	160	150,6	60
2	PVC	78592	96,73	160	150,6	60
3	PVC	63584	72,8	140	131,8	60
4	PVC	47216	140,29	140	131,8	60
5	PVC	31056	72,87	110	103,6	60
6	PVC	13512	135,42	110	103,6	60
7	PVC	4040	77,98	90	84,6	60

5.2.2.6. Cabezal de riego

En el cabezal de riego se instalarán los siguientes elementos:

Filtros de arena

Se instalarán dos filtros de arena en paralelo de 0,50 m de diámetro, con un espesor de la capa de arena de, al menos, 45 cm. Ambos filtros estarán equipados con una válvula de tres vías que permita invertir el sentido del flujo de agua para limpiar cada filtro con el agua limpia procedente del otro.

Equipo de fertirrigación

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

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

Filtro de malla

Se va a instalar un filtro de malla de cuerpo metálico arenado y tratado con fosfato de cinc y posterior aplicación electrostática de una capa de pintura de epoxi-poliéster de 120-160 micras con función protectora y anticorrosiva. Irá equipado con una malla de filtrado de 120 mesh de acero inoxidable con soporte de PVC. Tendrá una capacidad de filtrado de 10-30 m³/h y una superficie de filtración de 800 cm².

Contador

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

Programador

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

El programador funciona con corriente alterna de 230/380 V, con un consumo de 50 W. Además dispondrá de un transformador AC/DC de 24 V para alimentar las electroválvulas.

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

5.2.2.7. Grupo de bombeo

Se va a instalar una bomba eléctrica horizontal monoblock de 7,5 CV (5,59 kW), con una frecuencia de corriente de 50 Hz y un voltaje de 400 V en trifásico.

La tubería de aspiración será de acero galvanizado de 200 mm de diámetro exterior y 4 mm de espesor, fabricada en acero S235JR. La tubería de impulsión será de PVC de 160 mm de diámetro exterior.

La toma de agua estará situada en el exterior de la caseta de riego, y consistirá en una columna de anillos de hormigón de 1,00 m de diámetro interior y 1,00 m de altura, machiembrados. La altura total de la columna será de 2,00 m. Esta columna permitirá mantener el nivel del agua a la entrada de la bomba, evitando que se descebe.

La conexión de la acequia con la columna de anillos de hormigón se realizará mediante tubería de PVC de 315 mm de diámetro exterior y 6,2 mm de espesor. Irá enterrada a 1 m de profundidad sobre lecho de arena de río.

5.2.2.8. Valvulería y accesorios

Se instalarán los siguientes dispositivos:

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

5.2.3. Instalación eléctrica

La instalación eléctrica de la caseta de riego se dimensiona para una potencia total de 11,82 kW y una potencia aparente de 13,91 kVA.

5.2.3.1. Transformador

Se va a instalar un transformador trifásico en baño de aceite de 25 kVA de potencia, de 24 kV de tensión asignada, 20 kV de tensión en el primario y 420 V de tensión de secundario en vacío, de 50 Hz de frecuencia.

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

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

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

5.2.3.2. Línea general de alimentación

La línea general de alimentación tendrá una longitud de 3 m, y estará formada por un cable tipo RZ1-K (AS), conformado por cuatro conductores, tres de fase de aluminio de 16 mm² y uno neutro fiador de almelec de 29,5 mm² de sección. Este cable irá fijado al poste donde esté instalado el transformador.

5.2.3.3. Caja de protección y medida (CPM)

La caja de protección y medida está formada por un armario de PVC, instalado sobre el poste del transformador. En su interior se dispondrán fusibles para cada uno de los conductores de fase con un poder de corte al menos igual a la intensidad de cortocircuito en dicho punto, que es de 34074 A. También dispondrán de un borne de conexión para el neutro. Los fusibles serán de tipo NH de 250 A.

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

5.2.3.4. Derivación individual

La derivación individual tendrá una longitud de 3 m, y estará formada por cuatro conductores de cobre, tres de fase en color marrón, negro y gris, y uno de neutro en color azul, de conductores tipo RZ1-K (AS), de 6 mm² de sección para las fases y 1,5 mm² para el neutro. Este cable irá tensado entre el poste y la caseta sobre un cable fiador de acero.

5.2.3.5. Cuadro general de mando y protección (CGPM)

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

El CGPM contendrá los siguientes elementos:

- Interruptor de control de potencia de 20 kW.
- Un interruptor automático magnetotérmico de 200 A y 400 V, curva C y poder de corte de 35 kA que permite su accionamiento manual y protege todas las distribuciones contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Un interruptor diferencial automático de 225 A de intensidad, 300 mA de sensibilidad y 400 V de tensión nominal.
- Circuito de la bomba: interruptor automático magnetotérmico de 80 A de intensidad nominal, 230/400 V de tensión nominal, capaz de soportar intensidades de cortocircuito de 35 kA.
- Circuito de fuerza: interruptor automático magnetotérmico de 50 A de intensidad nominal, 230/400 V de tensión nominal, capaz de soportar intensidades de cortocircuito de 35 kA.
- Circuito de alumbrado: interruptor automático magnetotérmico de 16 A de intensidad nominal, 230/400 V de tensión nominal, capaz de soportar intensidades de cortocircuito de 35 kA.
- Placa identificativa del instalador.

5.2.3.6. Instalación interior

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

El circuito de la bomba estará formado por cuatro conductores, tres de fase en color marrón, negro y gris, y uno de neutro en color azul, de conductores tipo H07V-K (AS) de 4 mm² de sección.

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

El circuito de alumbrado estará formado por dos conductores, uno de color marrón para la fase y uno de neutro en color azul, de conductores tipo H07V-K (AS) de 1,5 mm² de sección. Se instalará una luminaria con dos lámparas fluorescentes de 36 W cada una, una luminaria de emergencia de 8 W y un proyector LED de 80 W en el exterior.

5.2.3.7. Toma de tierra

La toma de tierra constará de un anillo de cobre trenzado desnudo de 35 mm² de sección de 20 m de longitud, situado en el perímetro de la losa de cimentación.

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

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

5.2.3.8. Mejora del factor de potencia

Para mejorar el factor de potencia se va a instalar una batería automática de condensadores de 7,5 kVAr de capacidad, constituida por dos tramos de 2,5 y 5 kVAr, respectivamente.

6. Programa de ejecución y puesta en marcha del proyecto

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

Las actividades del proceso de ejecución se hallan descritas en los Anejos IV. Ingeniería del proceso y VII. Ingeniería de las obras. Estas actividades se prolongarán a lo largo de 311 días.

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

7. Normas para la explotación del proyecto

7.1. Productos fitosanitarios

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

7.2. Productos fertilizantes

El abono orgánico (estiércol de 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. Evaluación económica del proyecto

La cuantía de la inversión necesaria para la puesta en marcha de proyecto es de 701.925,81 € sin IVA.

La financiación del proyecto va a ser mixta, contado con capital propio y un préstamo, debido a que el promotor no dispone del capital total necesario. El préstamo concedido es de 350.000 €, con un tipo de interés de 7,03 %, un periodo de carencia de 2 años y un sistema anual de devolución de cuotas constantes de 10 años.

Los cobros ordinarios derivan de la venta de la cosecha, considerando un precio medio de la almendra con cáscara de 1,30 €/kg. También se considera el cobro de las ayudas de la PAC, que ascienden a 11621,38 €/año.

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 6768,60 €/año.

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

Considerando financiación ajena y una tasa de actualización del 6 %, el VAN es de 1.957.613,61 €, el tiempo de recuperación es de 10 años y Q es de 5,56. Además, la TIR es de 19,15 %.

Del análisis de sensibilidad se puede concluir que, aún en el caso más desfavorable, considerando un aumento de los pagos del 3 %, una disminución de los cobros del 5 % y una vida útil de 20 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 7, se presenta el resumen del presupuesto, que se puede observar en el Documento 5. Presupuesto.

Tabla 7. Resumen del presupuesto

Capítulo		Importe (€)
1 Caseta de riego		6.702,92
2 Cabezal de riego		20.061,33
3 Instalación de riego		232.470,94
4 Instalación eléctrica		14.530,03
5 Plantación		202.864,55
6 Maquinaria y equipos		68.084,09
7 Seguridad y salud		3.665,67
Presupuesto de ejecución material (PEM)		548.379,53
16% de gastos generales		87.740,72
6% de beneficio industrial		32.902,77
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)		669.023,03
21% IVA		140.494,84
Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)		809.517,86
Honorarios		
Proyecto	2% s/ PEM	10.967,59
21% IVA		2.303,19
TOTAL HONORARIOS PROYECTO		13.270,78
Dirección de obra	2% s/ PEM	10.967,59
21% IVA		2.303,19
TOTAL HONORARIOS DIRECCIÓN		13.270,78
Estudio de seguridad y salud	1% s/ PEM	5.483,80
21% IVA		1.151,59
Coordinación de seguridad y salud	1% s/ PEM	5.483,80
21% IVA		1.151,59
TOTAL HONORARIOS ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD		13.270,78
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		849.330,20

Asciende el presupuesto general con IVA a la expresada cantidad de OCHOCIENTOS CUARENTA Y NUEVE MIL TRESCIENTOS TREINTA EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS.

En Palencia, octubre de 2016

Fdo.: Ignacio Prieto Tejedor

Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

ANEJOS A LA MEMORIA

ÍNDICE DE ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo I. Condicionantes

Anejo II. Situación actual

Anejo III. Estudio de alternativas

Anejo IV. Ingeniería del proceso

Anejo V. Ficha urbanística

Anejo VI. Estudio geotécnico

Anejo VII. Ingeniería de las obras

Anejo VIII. Programación para la ejecución del proyecto

Anejo IX. Normas para la ejecución y explotación del proyecto

Anejo X. Justificación de precios

Anejo XI. Estudio económico

Anejo XII. Estudio de seguridad y salud

ANEJO I: CONDICIONANTES

ÍNDICE ANEJO I

1. Estudio climatológico	1
1.1. Elección del observatorio	1
1.2. Radiación	2
1.3. Elementos climáticos térmicos	3
1.3.1. Cuadro resumen de temperaturas	3
1.3.2. Representaciones gráficas de las temperaturas	4
1.3.3. Régimen de heladas	5
1.3.3.1. Estimaciones directas	5
1.3.3.2. Estimaciones indirectas: Criterios de Emberger y Papadakis	6
1.3.3.3. Conclusiones	7
1.4. Elementos climáticos hídricos	8
1.4.1. Estudio de la dispersión: Método de los quintiles	8
1.4.2. Cuadro resumen de las precipitaciones y su representación gráfica	9
1.4.3. Evolución de las precipitaciones medias anuales y quintiles	10
1.4.4. Histograma de precipitaciones	10
1.4.5. Precipitaciones máximas en 24 horas	11
1.5. Elementos climáticos secundarios	12
1.5.1. Estudio de los vientos	12
1.5.2. Granizo	12
1.5.3. Tormentas	13
1.5.4. Nieve	13
1.6. Representaciones mixtas	13
1.6.1. Climodiagrama ombrotérmico de Gausson	14
1.6.2. Climodiagrama de termohietas	14
1.7. Cálculo de horas-frío	15
1.8. Cálculo de la evapotranspiración	16
1.8.1. Introducción	16
1.8.2. ETo según Penman-Monteith	16
1.9. Continentalidad	17
1.9.1. Índice de continentalidad de Gorczynski	17
1.9.2. Índice de oceanidad Kerner	18
1.10. Índices climáticos	19
1.10.1. Índice de pluviosidad de Lang	19
1.10.2. Índice de aridez de DeMartonne	19
1.10.3. Índice de Emberger	20
1.10.4. Índice de Vernet	22
1.11. Clasificación climática de Köppen	23
1.12. Regímenes de humedad y temperatura del suelo (Soil Taxonomy)	24
1.13. Descripción resumida del clima de la zona	25
1.14. Conclusiones	25
2. Estudio edafológico	27
2.1. Toma de muestras	27
2.2. Resultados de los análisis	28
2.3. Interpretación de los resultados	28

2.3.1. Características físicas _____	28
2.3.1.1. Profundidad _____	28
2.2.1.2. Textura _____	28
2.2.1.3. Estructura _____	29
2.2.1.4. Permeabilidad _____	29
2.3.2. Características químicas _____	29
2.3.2.1. Alcalinidad _____	29
2.2.2.2. Salinidad _____	30
2.2.2.3. Fertilidad _____	30
2.3.3. Relaciones suelo-agua _____	30
2.3.3.1. Capacidad de campo _____	30
2.3.3.2. Punto de marchitez _____	31
2.3.3.3. Agua disponible _____	31
2.4. Conclusiones _____	31
3. Análisis de agua de riego _____	33
3.1. Toma de muestras _____	33
3.2. Resultados de los análisis _____	33
3.3. Interpretación de los resultados _____	33
3.3.1. Salinidad _____	33
3.3.2. pH _____	34
3.3.3. Sodicidad _____	34
3.2.4. Carbonato sódico residual (Eaton) _____	36
3.2.5. Dureza _____	36
3.2.6. Norma Riverside de clasificación del agua de riego _____	36
3.4. Conclusiones _____	37
4. Estudio de comercialización _____	38
4.1. Introducción _____	38
4.2. Objetivos _____	39
4.3. Descripción del canal de comercialización _____	39
4.3.1. Funciones de la comercialización _____	39
4.3.2. Intermediarios _____	40
4.3.3. Acondicionamiento del producto _____	40
4.3.4. Categorías comerciales _____	41
4.3.5. Márgenes comerciales _____	42
4.3.6. Canales de comercialización _____	43
4.4. Análisis de la situación _____	43
4.4.1. Oferta/Producción _____	43
4.4.2. Demanda/Consumo _____	45
4.4.3. Mercado exterior y otros mercados _____	46
4.5. Conclusiones _____	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos del observatorio usado para el estudio de las temperaturas y los vientos _____	1
Tabla 2. Datos del observatorio usado para el estudio de las precipitaciones _	1
Tabla 3. Datos del observatorio usado para el estudio de la radiación _____	2
Tabla 4. Parámetros <i>a</i> y <i>b</i> utilizados para calcular la radiación a nivel del suelo	3
Tabla 5. Radiación mensual correspondiente al observatorio de Villanubla ___	3
Tabla 6. Significado de las temperaturas y los términos utilizados _____	3
Tabla 7. Cuadro resumen de temperaturas mensuales (°C) _____	4
Tabla 8. Cuadro resumen de temperaturas estacionales y anuales (°C) _____	4
Tabla 9. Temperaturas media de mínimas absolutas, mínimas absolutas extremas y número medio de días de helada mensuales _____	6
Tabla 10. Temperaturas de helada que producen daños en el almendro en los distintos estados fenológicos (°C) _____	6
Tabla 11. Períodos de heladas definidos por Emberger, las temperaturas medias de mínimas que los definen y las fechas de comienzo y fin en la zona	7
Tabla 12. Períodos de heladas definidos por Papadakis, las temperaturas medias de mínimas que los definen y las fechas de comienzo y fin en la zona	7
Tabla 13. Precipitaciones mensuales, anuales, medianas y quintiles en mm _	8
Tabla 14. Clasificación de los años en función de sus precipitación anual total	9
Tabla 15. Cuadro resumen de precipitaciones totales y mensuales en mm ___	9
Tabla 16. Distribución de frecuencia de precipitación _____	11
Tabla 17. Cuadro resumen de precipitaciones máximas en 24 horas (mm/24h) _____	11
Tabla 18. Dirección, frecuencia y velocidad del viento _____	12
Tabla 19. Elementos climáticos secundarios _____	13
Tabla 20. Precipitación y temperaturas medias mensuales _____	14
Tabla 21. Correlación entre temperatura media de las medias de los meses de diciembre y enero y horas-frío, según Weimberger _____	15
Tabla 22. Determinación de las horas-frío según el método de Mota _____	16
Tabla 23. Datos necesarios para el cálculo de la ETo mensual _____	17
Tabla 24. Evapotranspiración de referencia (ETo) diaria y mensual, según Penman-Monteith _____	17
Tabla 25. Tipos de clima según el valor del índice de continentalidad de Gorczynski _____	18
Tabla 26. Tipos de clima según el valor del índice de oceanidad de Kerner _	18
Tabla 27. Zonas de influencia climática según Lang _____	19
Tabla 28. Zonas de influencia climática según Martonne _____	20
Tabla 29. Índice de Martonne para los meses del año _____	20
Tabla 30. Género, tipo de invierno, variedad y forma de los climas mediterráneos según Emberger _____	21
Tabla 31. Zonas de influencia climática según Vernet _____	23
Tabla 32. Datos de partida para determinar la clasificación climática de Köppen _____	23
Tabla 33. Grupo de clima según Köppen _____	23

Tabla 34. Subgrupo de clima según Köppen _____	24
Tabla 35. Tipos climáticos según Köppen _____	24
Tabla 36. Temperaturas medias del aire y del suelo para las distintas estaciones y anuales _____	25
Tabla 37. Regímenes de humedad y de temperatura del suelo según la Soil Taxonomy _____	25
Tabla 38. Características físico-químicas del suelo _____	28
Tabla 39. Resultados del análisis de agua de riego _____	33
Tabla 40. Efectos del nivel de sodicidad del agua de riego expresado en RAS sobre el suelo _____	35
Tabla 41. Interpretación de la dureza del agua en grados franceses _____	36
Tabla 42. Producción de almendra en cáscara en las seis principales regiones productoras españolas durante el año 2013 (T) _____	45

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Gráfico compuesto de temperaturas _____	5
Gráfico 2. Representación gráfica de la precipitación mensual y quintiles _____	10
Gráfico 3. Evolución de la precipitación anual y quintiles _____	10
Gráfico 4. Histograma de frecuencias de precipitaciones _____	11
Gráfico 5. Climodiagrama ombrotérmico de Gaussen _____	14
Gráfico 6. Climodiagrama de termohietas _____	15
Gráfico 7. Determinación del género del clima mediterráneo según Emberger _____	22
Gráfico 8. Determinación de la clasificación del agua de riego según la Norma Riverside _____	37
Gráfico 9. Canal de comercialización de la almendra _____	40
Gráfico 10. Comparación de precios de la almendra en grano en la Lonja de Reus y el producto final (€/kg) _____	42
Gráfico 11. Márgenes comerciales de la almendra, en €/kg _____	42
Gráfico 12. Evolución de la producción mundial, en EE.UU., en España y en Australia (2004-2013) (T) _____	43
Gráfico 13. Evolución de la producción mundial, en EE.UU., en España y en Australia (2004-2013) (Ha) _____	44
Gráfico 14. Distribución de la producción mundial de almendra en el año 2013 _____	45
Gráfico 15. Consumo y gasto per cápita de almendras en España (2005-2014) _____	45
Gráfico 16. Producción, importación y exportación de almendra en España (2006-2014) _____	46
Gráfico 17. Destino de las exportaciones de almendra española y cantidades, en miles de toneladas _____	47

1. Estudio climatológico

1.1. Elección del observatorio

La elección del observatorio es un paso previo a la realización del estudio climatológico. Los observatorios deben tener unas condiciones geográficas similares a las de la finca donde se va a situar el proyecto, para que los resultados se ajusten a las condiciones de la finca objeto de estudio.

En el presente estudio climatológico se va a estudiar la termometría, la pluviometría, los vientos y la radiación, para lo que se van a emplear tres observatorios: Autilla del Pino (Palencia) para las temperaturas y los vientos, Magaz de Pisuerga (Palencia) para las precipitaciones, y Villanubla (Valladolid) para la radiación.

El observatorio de Autilla del Pino sirve como fuente de datos de temperaturas y vientos. Éste observatorio es el más próximo a la finca, aunque se encuentra a mayor altitud. Al estar a mayor altitud las temperaturas pueden ser ligeramente inferiores a las registradas en la zona de estudio, cuestión que no debe suponer un problema, pues aporta seguridad en las conclusiones. En la Tabla 1 se observan los datos de este observatorio.

Tabla 1. Datos del observatorio usado para el estudio de las temperaturas y los vientos

Nombre del observatorio	Autilla del Pino
Provincia	Palencia
Indicativo climatológico	2400 E
Tipo de observatorio	Completo
Período de observaciones	1998-2012 para temperaturas y 1989-2012 para vientos
Latitud	41° 59' 49" N
Longitud	4° 36' 05" O
Altitud (msm)	874

El observatorio situado en la localidad de Magaz de Pisuerga, cuyos datos se recogen en la Tabla 2, va a servir como fuente para la obtención de los datos de precipitación. Los motivos para su elección son que presenta una altitud similar a la de la finca donde se va a realizar el proyecto y que es el observatorio más cercano que cuenta con datos de precipitación de, al menos, treinta años.

Tabla 2. Datos del observatorio usado para el estudio de las precipitaciones

Nombre del observatorio	Magaz
Provincia	Palencia
Indicativo climatológico	2358
Tipo de observatorio	Pluviométrico
Período de observaciones	1983-2012
Latitud	41° 59' 00" N
Longitud	4° 25' 42" O
Altitud (msm)	728

Los datos de radiación se toman del observatorio de Villanubla (Valladolid), y aparecen regogidos en la Tabla 3. Su elección responde a que es el observatorio más cercano a la finca que cuenta con datos de este tipo, a pesar de encontrarse a más de 50 km. Los datos de radiación son los menos susceptibles de variar a esta distancia, por lo que se consideran perfectamente representativos.

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

Nombre del observatorio	Villanubla
Provincia	Valladolid
Indicativo climatológico	2539
Tipo de observatorio	Completo
Período de observaciones	1996-2006
Latitud	41° 42' 00" N
Longitud	4° 51' 00" O
Altitud (msm)	846

1.2. Radiación

La radiación a nivel del suelo (R_s) se estima a partir de la fórmula que relaciona los valores de la insolación medida en el observatorio (n), la radiación solar extraterrestre o radiación global (R_a) y la insolación máxima posible (N). R_s se estima mediante la expresión:

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

En primer lugar es necesario calcular la radiación solar extraterrestre (R_a), que se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$R_a = \frac{24 \cdot 60}{\pi} \cdot G_{sc} \cdot d_r \cdot (\omega_s \cdot \sin \varphi \cdot \sin \delta + \cos \delta \cdot \cos \omega_s)$$

Donde:

- G_{sc} : constante solar (0,082 MJ/m²·min).
- d_r : 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 del día del año, comprendido entre 1 (1 de enero) y 365 (31 de diciembre).

- φ : latitud en radianes.
- δ : ángulo de declinación solar, que se calcula como:

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

Siendo J el número del día del año, comprendido entre 1 (1 de enero) y 365 (31 de diciembre).

- ω_s : ángulo de radiación a la puesta del sol, en radianes, que se calcula como:

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

En segundo lugar es necesario calcular N , que es la duración máxima de la insolación en horas, que se calcula con la siguiente fórmula:

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

Los valores a y b se hallan tabulados, y representan las fracciones de radiación solar extraterrestre en días nublados y despejados. Se van a emplear los estimados por Doorenbos y Pruitt, por una parte, y los de Penman por otra. Estos valores se pueden observar en la Tabla 4.

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

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

En la Tabla 6 se presentan los resultados de aplicar los cálculos anteriores. R_a es la radiación solar extraterrestre calculada en primer lugar, n es la insolación medida en el observatorio de Villanubla (Valladolid) y N es la insolación máxima posible para la latitud y momento del año dados. Las dos últimas filas de la tabla muestran los resultados del cálculo de la radiación a nivel del suelo según Doorenbos y Pruitt y Penman.

Tabla 5. Radiación mensual correspondiente al observatorio de Villanubla

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
R_a (MJ/m²·d)	14,4	20,0	27,0	34,4	39,5	41,8	40,9	36,8	30,3	22,9	16,2	13,1
n (h/d)	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3
N (h/d)	9,5	10,6	11,9	13,3	14,4	15,1	14,9	13,9	12,5	11,2	9,9	9,3
n/N	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
$R_{Doo. y Pruitt}$ (MJ/m²·d)	3,8	5,4	7,2	9,2	10,5	11,2	10,9	9,8	8,1	6,1	4,3	3,5
R_{Penman} (MJ/m²·d)	2,8	4,0	5,3	6,8	7,8	8,3	8,1	7,3	6,0	4,5	3,2	2,6

La zona donde se va a ubicar el proyecto tiene 2684 horas de sol anuales. Este dato se calcula multiplicando la insolación media n por el número de días de cada mes, y realizando el sumatorio para los doce meses. 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 clima templado-cálido y templado-frío, entre las que se incluye el almendro, por lo que no se van a presentar problemas al respecto.

1.3. Elementos climáticos térmicos

1.3.1. Cuadro resumen de temperaturas

A continuación se presentan las tablas resumen de las temperaturas de la zona. Se ha analizado un período de 15 años, de 1998 a 2012. El significado de la terminología usada se puede ver en la Tabla 6.

Tabla 6. Significado de las temperaturas y los términos utilizados

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

La Tabla 7 muestra el resumen de las temperaturas de la zona, expresadas en los términos de la Tabla 6 y para cada mes, en grados centígrados (°C).

Tabla 7. Cuadro resumen de temperaturas mensuales (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Ta	15,4	18,0	23,1	26,0	31,7	35,7	35,8	37,6	33,7	27,5	19,6	14,6
Ta'	12,0	15,4	19,7	22,6	27,7	33,2	34,4	34,3	29,8	23,8	16,5	12,2
T	6,3	9,2	12,8	14,7	19,1	25,3	27,6	27,3	23,1	17,0	10,1	6,9
tm	3,0	4,4	7,3	9,1	12,9	17,9	19,7	19,9	16,7	11,9	6,2	3,3
t	-0,4	-0,4	1,8	3,4	6,7	10,4	11,9	12,5	10,1	6,7	2,3	-0,3
ta'	-6,4	-4,8	-4,4	-1,8	0,7	4,8	6,6	7,6	4,3	0,8	-2,9	-5,7
ta	-12,3	-8,2	-9,7	-4,2	-2,7	2,1	2,8	4,9	1,4	-2,6	-6,0	-11,3

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

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

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

	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Anual
Ta	31,7	37,6	33,7	18	37,6
Ta'	23,3	33,9	23,4	13,2	23,5
T	15,5	26,7	16,7	7,5	16,6
tm	9,8	19,2	11,6	3,6	11,0
t	3,9	11,6	6,4	-0,3	5,4
ta'	-1,8	6,3	0,8	-5,6	-0,1
ta	-9,7	2,1	-6,0	-12,3	-12,3

1.3.2. Representaciones gráficas de las temperaturas

Los valores presentados en la Tabla 7 se pueden representar gráficamente, colocando en el eje de abscisas los meses del año y en el eje de ordenadas las temperaturas, cuya terminología se expresa en la Tabla 6, en grados centígrados. Esta representación se observa en la Gráfica 1.

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

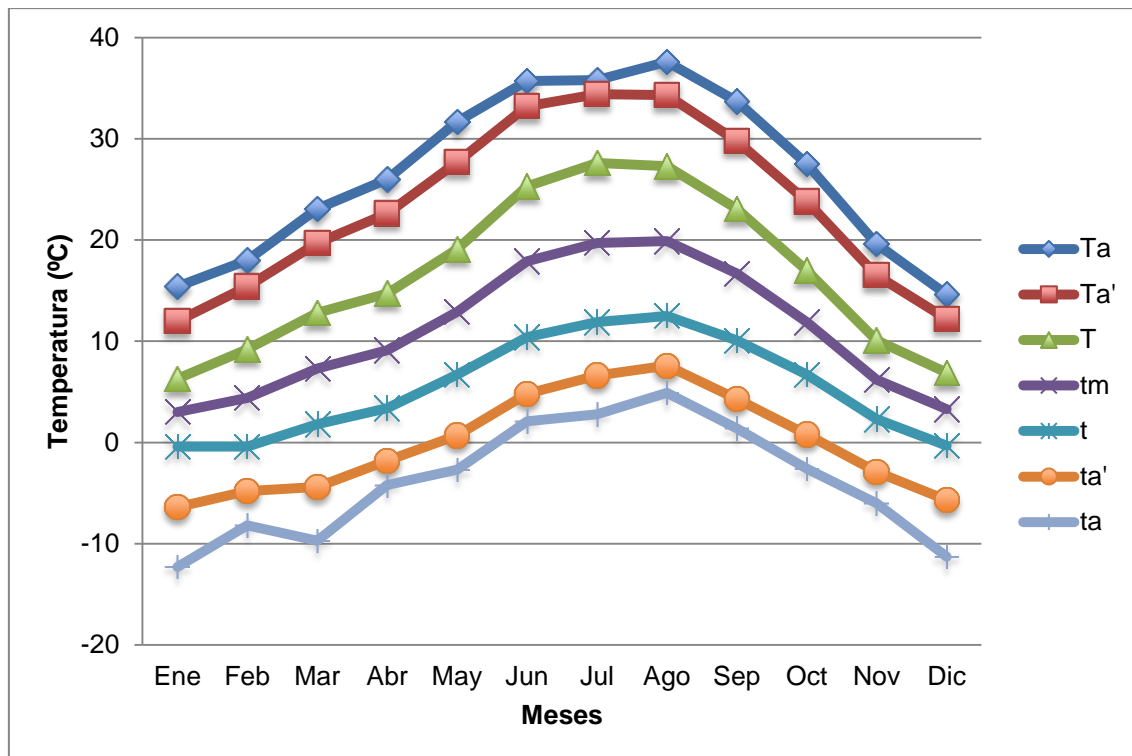


Gráfico 1. Gráfico compuesto de temperaturas

1.3.3. Régimen de heladas

El estudio de las heladas es fundamental en la planificación de un cultivo frutal. El riesgo de heladas a lo largo del año se puede determinar mediante dos sistemas de análisis o valoración: estimación directa o indirecta. A continuación se muestran los resultados de aplicar ambos sistemas.

1.3.3.1. Estimaciones directas

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

- Fecha de última helada más tardía: 19 de mayo
- Fecha de última helada más temprana: 23 de febrero
- Fecha media de última helada: 21 de abril
- Fecha de primera helada más temprana: 14 de octubre
- Fecha de primera helada más tardía: 3 de diciembre
- Fecha media de primera helada: 6 de noviembre
- Periodo máximo de heladas: 14 de octubre hasta 19 de mayo (231 días)
- Periodo mínimo de heladas: 3 de noviembre hasta 23 de febrero (100 días)
- Periodo medio de heladas: 6 de noviembre hasta 21 de abril (167 días)

Para realizar una valoración completa de las heladas de la zona es necesario conocer también las temperaturas medias de mínimas absolutas, las mínimas absolutas extremas y el día del mes en el que se han producido y el número medio de días de helada mensuales. Estos datos se pueden observar en la Tabla 9.

Tabla 9. Temperaturas media de mínimas absolutas, mínimas absolutas extremas y número medio de días de helada mensuales

Meses	Media de mínimas absolutas	Mínima absoluta extrema		Nº medio de días de helada
		°C	Día	
Enero	-6,4	-12,3	10	17
Febrero	-4,8	-8,2	15	15
Marzo	-4,4	-9,7	2	9
Abril	-1,8	-4,2	1	5
Mayo	0,7	-2,7	6	1
Junio	4,8	2,1	12	0
Julio	6,6	2,8	12	0
Agosto	7,6	4,9	22	0
Septiembre	4,3	1,4	28	0
Octubre	0,8	-2,6	26	1
Noviembre	-2,9	-6	17	7
Diciembre	-5,7	-11,3	20	13

Las temperaturas por debajo de las cuales se ve seriamente afectado el almendro en cada uno de sus estados fenológicos son las que se pueden ver en la Tabla 10.

Tabla 10. Temperaturas de helada que producen daños en el almendro en los distintos estados fenológicos (°C)

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

1.3.3.2. Estimaciones indirectas: Criterios de Emberger y Papadakis

Los métodos de estimación indirectos dividen el año en períodos con una probabilidad de producirse heladas. Estos períodos se establecen en función de unas temperaturas características, que varían según el criterio empleado. A continuación se presentan los métodos de Emberger y Papadakis para la estimación de las heladas.

Criterio de Emberger

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

Tabla 11. Períodos de heladas definidos por Emberger, las temperaturas medias de mínimas que los definen y las fechas de comienzo y fin en la zona

	Período	Temperatura	Fecha de comienzo	Fecha de fin
Hs	Período de heladas seguras	$t \leq 0 \text{ } ^\circ\text{C}$	11 diciembre	21 febrero
Hp	Período de heladas muy probables	$0 \text{ } ^\circ\text{C} < t \leq 3 \text{ } ^\circ\text{C}$	21 febrero 19 octubre	8 abril 11 diciembre
H'p	Período de heladas probables	$3 \text{ } ^\circ\text{C} < t \leq 7 \text{ } ^\circ\text{C}$	8 abril 17 septiembre	18 mayo 19 octubre
d	Período libre de heladas	$t \geq 7 \text{ } ^\circ\text{C}$	18 mayo	17 septiembre

Criterio de Papadakis

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

Tabla 12. Períodos de heladas definidos por Papadakis, las temperaturas medias de mínimas que los definen y las fechas de comienzo y fin en la zona

	Período	Temperatura	Fecha de comienzo	Fecha de fin
EMLH	Estación media libre de heladas	$t'a \geq 0 \text{ } ^\circ\text{C}$	23 abril	6 diciembre
CEDLH	Estación media disponible libre de heladas	$0 \text{ } ^\circ\text{C} < t'a \leq 2 \text{ } ^\circ\text{C}$	11 mayo	20 octubre
CEmLH	Estación mínima libre de heladas	$t'a \geq 7 \text{ } ^\circ\text{C}$	13 junio	5 septiembre

1.3.3.3. Conclusiones

En los criterios de Emberger y Papadakis se observa que los períodos de heladas son similares a los obtenidos en la estimación directa. Se espera que se produzcan heladas hasta mediados del mes de abril.

La temperatura mínima absoluta extrema en el mes de abril, que es cuando se produce la floración de las variedades de almendro de floración extratardía, es de $-4,2 \text{ } ^\circ\text{C}$. Esta temperatura puede producir daños al almendro en los estados de "se ve el cáliz" y "plena floración", como se puede ver en la Tabla 10. Sin embargo, esta temperatura se da el día 1 de abril, y se trata de un dato aislado. La temperatura media de mínimas absolutas de abril es de $-1,8 \text{ } ^\circ\text{C}$, y se dan sólo 5 días de helada de media en dicho mes. Estas temperaturas no son lo suficientemente bajas como para producir daños en la floración de variedades de almendro de floración extratardía.

En el mes de mayo sólo se da un día de helada, el día 6, con una intensidad de $-2,7 \text{ } ^\circ\text{C}$. En esas fechas el almendro se encuentra en el estado fenológico de fruto en desarrollo, que presenta una temperatura crítica de $-4 \text{ } ^\circ\text{C}$. En consecuencia, las

temperaturas de helada que se pueden producir en mayo no son suficientes como para producir daños sobre los frutos en desarrollo.

En conclusión, no se espera que las heladas primaverales produzcan daños en las variedades de floración extratardía de almendro. En la época de floración de estas variedades no se dan heladas de suficiente intensidad como para producir daños en las flores o en los frutos recién cuajados. Además, la tendencia del clima actual, con el cambio climático, conlleva un aumento de las temperaturas y una disminución de la incidencia de heladas primaverales en la zona. Los últimos diez años de la serie de datos (2003-2012) muestran una clara diferencia respecto a los anteriores, con una menor frecuencia de heladas de intensidad elevada en los meses de abril y mayo.

1.4. Elementos climáticos hídricos

1.4.1. Estudio de la dispersión: Método de los quintiles

La finalidad del método de los quintiles es clasificar los años en función del volumen de precipitaciones acumuladas anuales, estableciendo cinco grupos o quintiles. En la Tabla 13 se pueden 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, medianas y quintiles en mm

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
1	2,5	3,7	0,0	4,2	14,7	0,9	0,0	0,0	0,0	4,0	4,3	0,0	304,3
2	3,4	3,8	0,6	11,5	22,6	2,5	0,1	0,0	0,4	6,6	10,2	3,5	318,7
3	7,6	3,9	3,1	15,4	23,4	4,9	0,6	0,0	2,4	12,8	11,0	4,6	320,1
4	8,0	4,4	3,2	17,7	26,5	5,1	0,7	0,0	5,8	14,8	12,4	5,5	323,3
5	10,9	4,5	3,2	18,5	27,6	6,3	0,8	0,0	10,2	16,5	17,8	7,9	330,8
6	14,8	4,6	3,6	22,5	27,8	12,2	0,8	0,0	12,7	18,0	18,7	12,5	341,2
Q1	14,9	6,1	4,0	24,6	28,0	12,3	1,0	0,7	13,9	19,2	19,7	13,8	341,6
7	14,9	7,5	4,4	26,6	28,1	12,4	1,2	1,4	15,1	20,3	20,7	15,1	341,9
8	16,0	8,5	7,2	26,7	29,1	13,1	2,5	2,2	15,4	26,2	23,0	16,8	350,9
9	23,2	8,9	11,1	27,2	30,7	13,3	2,5	3,7	17,1	29,1	25,4	20,5	355,0
10	23,3	9,1	11,1	27,4	33,0	13,7	2,8	6,6	19,1	32,6	28,2	21,6	360,4
11	23,7	10,6	11,7	27,5	33,3	14,9	4,9	8,4	21,4	39,7	30,1	23,2	365,0
12	25,4	11,4	11,9	33,7	35,2	19,4	5,0	12,0	23,3	42,6	31,0	23,7	382,4
Q2	26,4	11,6	12,3	34,0	36,9	19,7	5,7	12,2	23,3	43,0	31,3	23,7	387,9
13	27,4	11,7	12,6	34,3	38,5	19,9	6,4	12,3	23,3	43,4	31,6	23,7	393,4
14	29,0	15,3	13,0	34,3	41,3	21,7	7,6	14,0	27,7	46,2	33,9	24,5	396,5
15	30,5	18,0	14,6	34,4	43,2	22,4	8,6	14,2	27,8	46,8	35,1	28,5	410,2
Med.	31,5	18,6	14,7	36,1	43,8	23,5	8,8	14,7	29,0	46,9	41,3	31,0	410,7
16	32,5	19,1	14,8	37,8	44,4	24,5	9,0	15,1	30,2	46,9	47,5	33,4	411,2
17	32,7	25,6	14,8	41,8	48,5	25,5	12,9	22,1	32,4	50,0	47,9	38,2	420,4
18	34,2	27,1	14,9	42,6	49,2	25,6	14,7	24,2	34,5	51,1	50,2	45,4	420,9

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

Q3	37,0	28,9	16,0	43,2	52,6	27,1	15,7	25,0	35,0	52,6	50,8	45,5	427,5
19	39,8	30,6	17,1	43,8	55,9	28,5	16,7	25,7	35,4	54,0	51,4	45,5	434,0
20	40,1	34,0	19,8	45,8	67,5	37,6	19,2	30,6	35,9	55,7	52,9	48,8	434,1
21	44,7	34,4	19,8	46,3	67,6	37,7	20,7	30,6	36,6	59,2	55,1	50,7	452,1
22	45,1	35,4	24,1	48,4	68,6	42,1	21,2	30,8	37,6	60,7	61,1	63,1	460,2
23	45,4	35,5	29,1	63,6	69,2	43,0	22,3	32,1	39,6	66,3	61,6	70,0	473,0
24	49,9	41,6	29,2	65,9	71,7	43,8	25,9	32,3	40,3	82,6	63,0	70,6	483,2
Q4	50,9	43,1	32,5	69,4	72,4	45,4	26,8	33,4	42,3	83,4	63,8	85,9	486,6
25	51,8	44,5	35,7	72,9	73,1	47,0	27,6	34,4	44,2	84,1	64,5	101,2	490,0
26	55,6	49,2	43,8	73,3	74,1	49,7	28,8	35,5	47,0	91,1	77,4	117,5	492,9
27	63,2	49,3	49,0	86,4	81,3	52,1	28,8	39,2	55,1	92,6	94,2	119,6	511,4
28	64,9	60,5	49,7	92,1	92,4	70,1	43,1	43,9	56,2	104,6	101,0	127,7	535,9
29	102,8	60,7	51,2	111,8	118,9	81,3	82,5	44,9	65,9	109,0	113,5	128,1	558,9
Q5	103,0	62,0	69,7	122,9	181,2	85,0	97,3	67,6	74,4	125,5	149,6	144,1	754,3

A partir de los datos de la tabla anterior se pueden clasificar los años en cinco clases distintas, que se pueden observar en la Tabla 14.

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

Clase	Criterio	Años
Años muy secos	Precipitación inferior al primer quintil	1990, 1986, 2005, 2009, 2012, 1991
Años secos	Precipitación entre el primer y el segundo quintil	2004, 1983, 2001, 2002, 1985, 1998
Años normales	Precipitación entre el segundo y el tercer quintil	1994, 1992, 1987, 1999, 2007, 1993
Años lluviosos	Precipitación entre el tercer y el cuarto quintil	2008, 1984, 2011, 2006, 1995, 1988
Años muy lluviosos	Precipitación superior al cuarto quintil	1997, 2010, 1989, 2000, 1996, 2003

1.4.2. Cuadro resumen de las precipitaciones y su representación gráfica

La Tabla 15 muestra el resumen de las precipitaciones calculadas en el apartado anterior, mostrando los quintiles, la precipitación media y la mediana. Como siguiente paso se procede a la representación gráfica de las precipitaciones, que permite interpretarlas de forma más descriptiva. Esta representación se observa en el Gráfico 2.

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

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Anual
Pmedia	35,5	24,5	19,8	45,2	54,0	29,2	17,2	19,5	29,6	51,1	47,5	47,9	420,9
Q1	14,9	6,1	4,0	24,6	28,0	12,3	1,0	0,7	13,9	19,2	19,7	13,8	341,6
Q2	26,4	11,6	12,3	34,0	36,9	19,7	5,7	12,2	23,3	43,0	31,3	23,7	387,9
Q3	37,0	28,9	16,0	43,2	52,6	27,1	15,7	25,0	35,0	52,6	50,8	45,5	427,5
Q4	50,9	43,1	32,5	69,4	72,4	45,4	26,8	33,4	42,3	83,4	63,8	85,9	486,6
Q5	103,0	62,0	69,7	122,9	181,2	85,0	97,3	67,6	74,4	125,5	149,6	144,1	754,3
Mediana	31,5	18,6	14,7	36,1	43,8	23,5	8,8	14,7	29,0	46,9	41,3	31,0	410,7

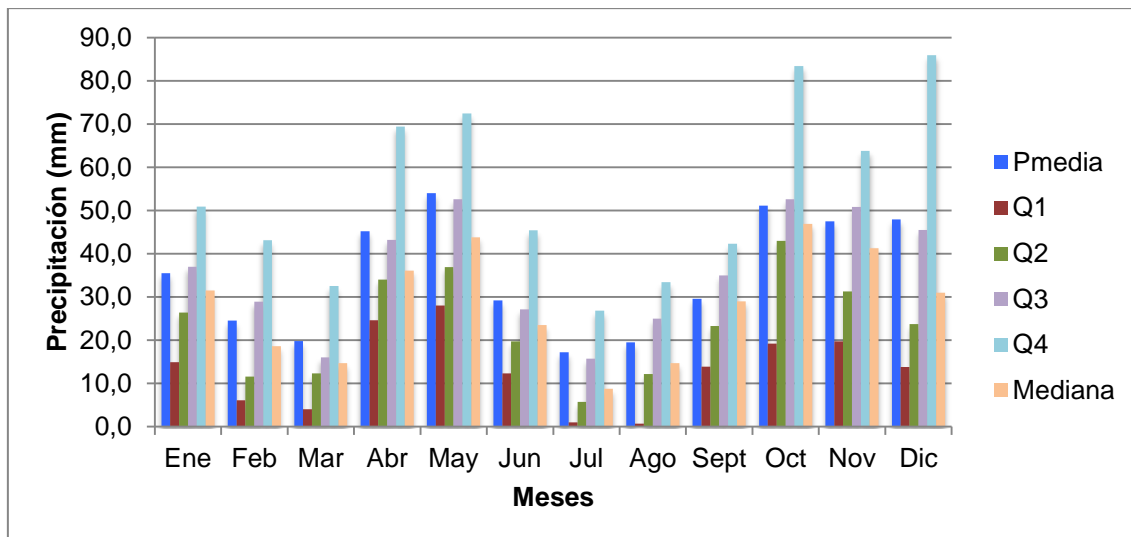


Gráfico 2. Representación gráfica de la precipitación mensual y quintiles

1.4.3. Evolución de las precipitaciones medias anuales y quintiles

Otra forma de presentar las precipitaciones y los quintiles es crear una gráfica con la evolución de la precipitación acumulada anual, mostrando las líneas de división de los quintiles, que se puede observar en el Gráfico 3.

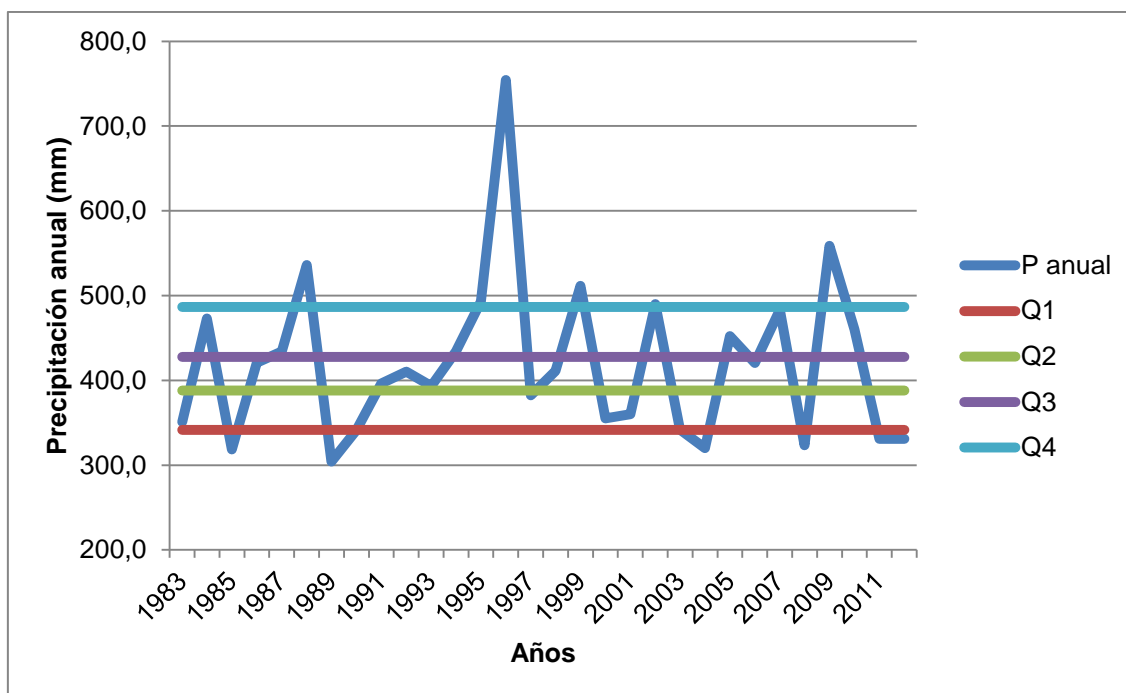


Gráfico 3. Evolución de la precipitación anual y quintiles

1.4.4. Histograma de precipitaciones

El histograma de precipitaciones permite observar, de forma gráfica, el número de años en los que las precipitaciones han sido de un volumen concreto, establecido por intervalos. La Tabla 16 muestra los intervalos de precipitación y el número de años en los que ese intervalo se ha dado. A partir de esta tabla se elabora el histograma de precipitaciones, que se observa en el Gráfico 4.

Tabla 16. Distribución de frecuencia de precipitación

Intervalo de precipitación (mm)	Nº de años	Intervalo de precipitación (mm)	Nº de años
0-100	0	400-500	12
100-200	0	500-600	3
200-300	0	600-700	0
300-400	14	700-800	1

La mayor frecuencia observada se corresponde con el intervalo entre 300 y 500 mm anuales, para un total de 26 años. Para el cultivo en secano de la mayoría de especies frutales poco exigentes se requieren, al menos, 500 mm anuales de precipitación correctamente distribuidos. Con la precipitación media de la zona no es suficiente para satisfacer las necesidades hídricas del almendro, por lo que será necesaria la instalación de un sistema de riego adecuado.

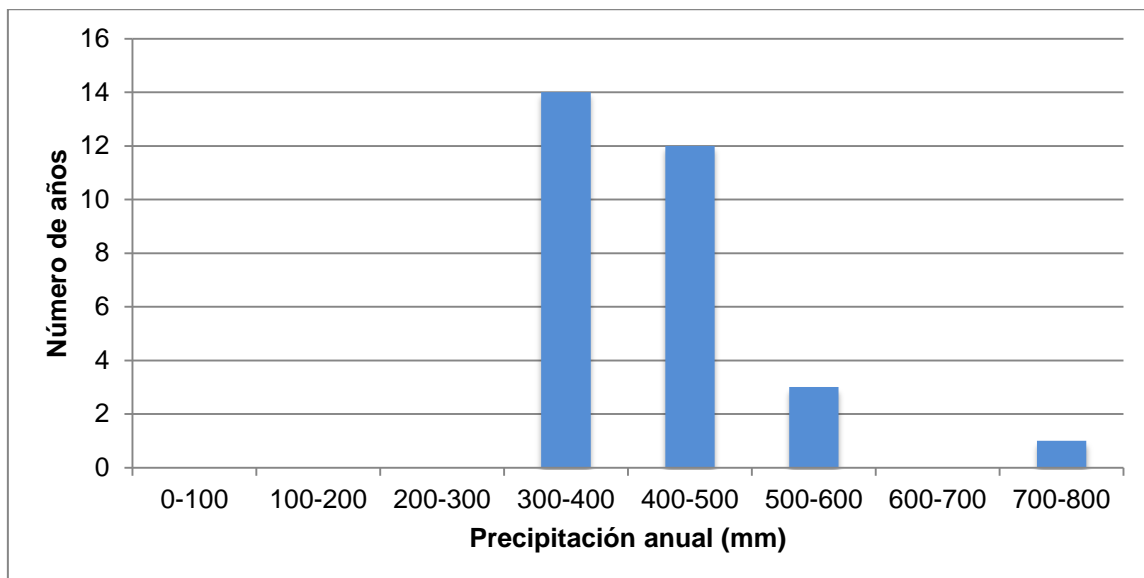


Gráfico 4. Histograma de frecuencias de precipitaciones

1.4.5. Precipitaciones máximas en 24 horas

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

A continuación, en la Tabla 17, se muestra un cuadro resumen indicando, para cada mes, el valor más alto de las precipitaciones máximas en 24 horas y la media de precipitación para cada mes.

La precipitación máxima se da en el mes de julio, con 76,6 mm. Estas precipitaciones se producen en tormentas de verano de mediana intensidad, que no suelen producir daños sobre los cultivos frutales en la zona.

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
Máximo absoluto	31,1	25,2	19,3	58,7	98,5	26,0	76,6	44,9	41,0	37,8	55,9	38,6	76,6
Media	12,2	8,6	7,1	13,6	19,2	11,5	11,4	11,5	14,4	15,3	16,2	13,7	12,9

1.5. Elementos climáticos secundarios

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

1.5.1. Estudio de los vientos

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

A continuación, en la Tabla 18, se presentan los datos de dirección, frecuencia y velocidad del viento. Los datos corresponden al observatorio de Autilla del Pino (Palencia). Se trata del observatorio más cercano a la finca donde se va a desarrollar el proyecto, pero se encuentra a mayor altitud. En consecuencia, los vientos analizados pueden ser de mayor intensidad que los que se dan en realidad en la finca.

Tabla 18. Dirección, frecuencia y velocidad del viento

MESES	VIENTO		
	DIRECCIÓN	FRECUENCIA (%)	VELOCIDAD (km/h)
Enero	SW	14,2	5-12
Febrero	SW	14,4	5-12
Marzo	NE	18,0	5-12
Abril	SW	13,4	5-12
Mayo	NE	15,4	5-12
Junio	NE	21,3	5-12
Julio	NE	23,5	5-12
Agosto	NE	24,1	5-12
Septiembre	NE	17,5	5-12
Octubre	SW	14,8	5-12
Noviembre	SW	17,2	5-12
Diciembre	SW	15,1	5-12
Anual	SW	15,3	5-12

En la tabla adjunta se puede observar que en esta zona son predominantes los vientos de dirección SW y NE. La velocidad del viento es, a lo largo de todo el año, de entre 5 y 12 km/h, intensidad que no produce daños en los cultivos frutales. El período en el que hay más viento son los meses de junio, julio y agosto, siendo en los meses de marzo, abril y mayo considerablemente menor, por lo que no se espera que se produzcan problemas en la polinización.

1.5.2. Granizo

En la Tabla 19 se presentan los datos relativos a la frecuencia de tormentas, de granizo y de nieve que se producen en la zona. Los datos proceden del observatorio de Magas de Pisuerga (Palencia).

Tabla 19. Elementos climáticos secundarios

MESES	TORMENTA (Nº DÍAS)	GRANIZO (Nº DÍAS)	NIEVE (Nº DÍAS)
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	1,6	0,3	0,0
Junio	2,4	0,1	0,0
Julio	2,2	0,1	0,0
Agosto	1,0	0,0	0,2
Septiembre	0,6	0,0	0,3
Octubre	0,2	0,1	0,8
Noviembre	0,0	0,0	1,1
Diciembre	0,0	0,0	1,2
Anual	11,1	1,3	5,1

Se observa que el riesgo de daños por granizo es bajo, puesto que el número medio de días de granizo al año es de 1,3. Este fenómeno se produce fundamentalmente en los meses de enero a mayo (donde se encuentra una mayor frecuencia). En este período los daños que puede producir son, sobre todo, en la floración. Por el contrario en el período que comprende de junio a diciembre los días de granizo son muy escasos ó incluso inexistentes en muchos meses, por lo que no se espera que se produzcan daños sobre los frutos en sus etapas intermedias de desarrollo y en la maduración.

En conclusión, no es necesaria la instalación de un sistema de defensa contra el granizo, debido al bajo riesgo que presenta.

1.5.3. Tormentas

A lo largo del año se producen de media unas 11 tormentas, estando localizadas especialmente en el período de abril a julio. Dichas tormentas no son de excesiva intensidad, como se puede ver en los datos de precipitación máxima en 24 horas en la Tabla 17. La precipitación caída en estas tormentas no es excesivamente superior a la que se produce en otras épocas del año en las que no se producen tormentas, por lo que este factor no es de esperar que presente problemas.

1.5.4. Nieve

La nieve tampoco es un factor que cause problemas en la zona, con sólo 5,1 días de nieve al año de media. Además estas nevadas son de escasa intensidad, por lo que no va a plantear problemas en los cultivos frutales.

1.6. Representaciones mixtas

Las representaciones mixtas, también denominadas climodiagramas, representan el clima de una región, y permiten observar de forma clara las diferencias y similitudes climáticas. Los climodiagramas más frecuentes son el ombrotérmico de Gausson y el de termohietas.

En la Tabla 20 se presentan los datos necesarios para dibujar las gráficas, que son la precipitación media mensual en mm y la temperatura media en °C.

Tabla 20. Precipitación y temperaturas medias mensuales

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
P media (mm)	35,5	24,5	19,8	45,2	54,0	29,2	17,2	19,5	29,6	51,1	47,5	47,9
tm (° C)	3,0	4,4	7,3	9,1	12,9	17,9	19,7	19,9	16,7	11,9	6,2	3,3

1.6.1. Climodiagrama ombrotérmico de Gausson

El diagrama ombrotérmico de Gausson permite identificar el período seco en el cual la precipitación es inferior a dos veces la temperatura media (como aproximación a la sequedad estacional, considerando $2 \cdot tm$ una estimación de la evapotranspiración). La escala de precipitaciones es el doble que la de temperaturas. El área comprendida entre las dos curvas indica la duración e intensidad del período de sequía. En este caso el periodo de sequía comienza a principios de junio y termina a finales de septiembre.

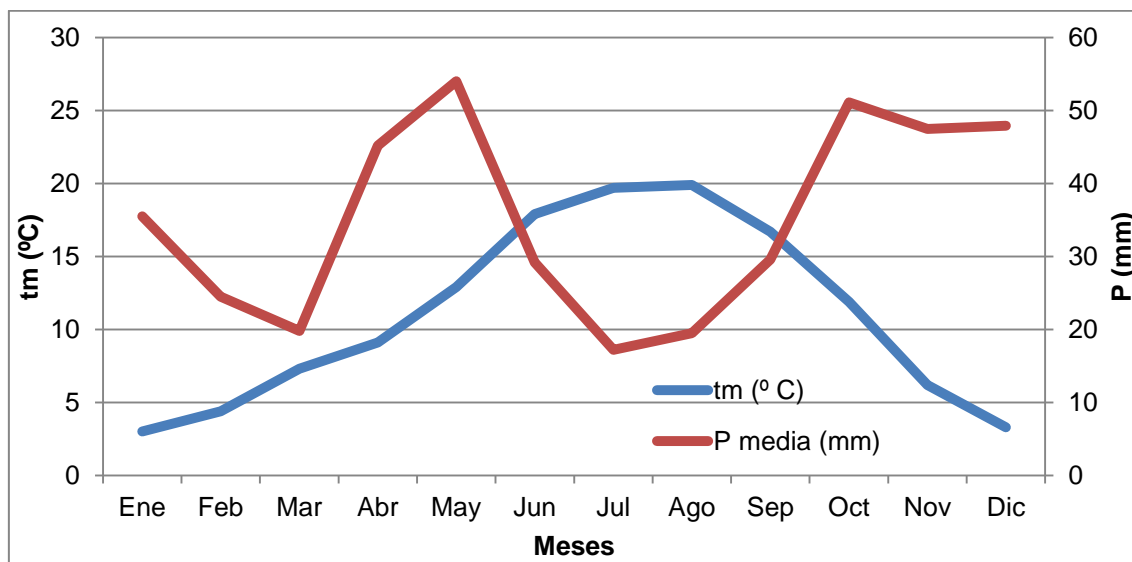


Gráfico 5. Climodiagrama ombrotérmico de Gausson

1.6.2. Climodiagrama de termohietas

El climodiagrama de termohietas representa en el eje de las abscisas las temperaturas medias mensuales en °C, y en el eje de las ordenadas las precipitaciones medias mensuales en mm. Combinando ambos datos para cada mes se obtienen doce puntos que, unidos mediante líneas dan una curva. A partir de los datos mostrados en la Tabla 20, se obtiene el climodiagrama de termohietas que se observa en el Gráfico 6.

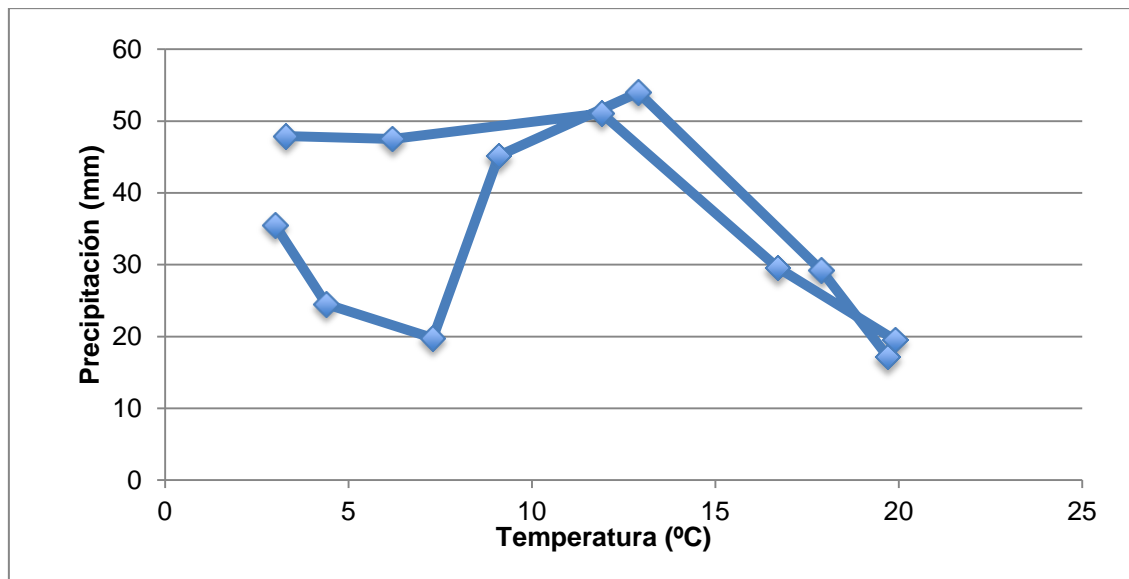


Gráfico 6. Climodiagrama de termohietas

1.7. Cálculo de horas-frío

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

Método de Weimberger

Weimberger establece una correlación entre horas-frío y la temperatura media de las medias de los meses de diciembre y enero. La correlación que se establece se puede observar en la Tabla 21.

Tabla 21. Correlación entre temperatura media de las medias de los meses de diciembre y enero y horas-frío, según Weimberger

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

La temperatura media de las medias de diciembre y enero, para la zona, es 3,15 °C. En consecuencia, la zona presenta, según el método de Weimberger, más de 1350 horas-frío.

Método de Mota

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

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

Donde:

- **Y**: número de horas-frío mensual.
- **X**: temperatura media mensual.

En la Tabla 22 se observa un resumen de los datos empleados en el cálculo, así como el número de horas-frío anuales obtenidas mediante el método de Mota.

Tabla 22. Determinación de las horas-frío según el método de Mota

	Temperatura media mensual	Horas-frío mes
Noviembre	6,2	308,3
Diciembre	3,3	391,0
Enero	3,0	399,5
Febrero	4,4	359,6
TOTAL		1458,4

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

1.8. Cálculo de la evapotranspiración

1.8.1. Introducción

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

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

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

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

1.8.2. ET_o según Penman-Monteith

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

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

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

Donde:

- **ET_o**: evapotranspiración de referencia (mm/día).
- **R_n**: radiación neta de la superficie de cultivo (MJ/m²·día).
- **R_a**: radiación extraterrestre (mm/día).
- **G**: flujo de calor del suelo (MJ/m²·día).
- **T**: temperatura media del aire a 2 m de altura (°C).
- **u₂**: velocidad del viento a 2 m de altura (m/s).
- **e_s**: presión de vapor de saturación (kPa).
- **e_a**: presión real de vapor (kPa).
- **Δ**: pendiente de la curva de presión de vapor (kPa/°C).
- **γ**: constante psicrométrica del instrumento(kPa/°C).

Los datos necesarios para el cálculo se muestran en la Tabla 23.

Tabla 23. Datos necesarios para el cálculo de la ETo mensual

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
R_n	2,19	3,34	4,75	6,27	7,33	7,82	7,60	6,78	5,46	3,95	2,58	1,92
R_a	14,40	20,04	27,04	34,42	39,53	41,84	40,88	36,80	30,29	22,90	16,24	13,05
G	0,06	0,32	0,31	0,35	0,58	0,55	0,20	-0,24	-0,58	-0,71	-0,57	-0,27
T	3,30	4,90	7,80	9,30	12,80	17,60	20,60	20,50	17,20	12,20	7,10	4,10
u₂	1,95	2,03	7,60	7,32	5,76	4,26	4,26	4,34	3,84	4,69	6,04	1,94
e_s	0,80	0,92	1,14	1,26	1,60	2,22	2,72	2,68	2,15	1,51	1,05	0,85
e_a	0,69	0,70	0,75	0,83	1,02	1,24	1,31	1,37	1,29	1,12	0,87	0,74

Con los datos anteriores y la ecuación FAO Penman-Monteith se procede a realizar el cálculo de ETo, cuyos resultados se presentan en la Tabla 24.

Tabla 24. Evapotranspiración de referencia (ETo) diaria y mensual, según Penman-Monteith

ETo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
mm/día	0,57	0,99	2,43	2,74	3,26	4,24	5,35	5,03	3,53	2,11	1,17	0,58
mm/mes	18,0	28,0	75,0	82,0	101,0	127,0	166,0	156,0	106,0	65,0	35,0	18,0

1.9. Continentalidad

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

1.9.1. Índice de continentalidad de Gorczyński

Establece una relación entre la continentalidad y la amplitud térmica anual, basándose en que la inercia térmica del océano (masa de agua) modera las temperaturas extremas. Dicha relación está matizada por la latitud para compensar la tendencia de la oscilación térmica a incrementarse a medida que aumenta la latitud. Según el valor del índice se establecen distintos tipos climáticos (ver Tabla 25).

Tabla 25. Tipos de clima según el valor del índice de continentalidad de Gorczynski

I_G	Tipo de clima
<10	Marítimo
10-20	Semimarítimo
20-30	Continental
>30	Muy continental

La ecuación que permite calcular este índice es la siguiente:

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

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.

Resolviendo la ecuación se obtiene:

$$I_G = 1,7 \cdot \frac{(19,9 - 3)}{\sin 41,93} - 20,4 = 22,59$$

En consecuencia, el clima de la zona es continental, puesto 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 la amplitud térmica anual. En la Tabla 26 se muestran los tipos de climas, definidos por Kerner, en función del resultado de la siguiente ecuación.

Tabla 26. 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

Este índice se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$I_K = 100 \cdot \frac{tm_X - tm_{IV}}{tm_{12} - tm_1}$$

Donde:

- tm_X : temperatura media del mes de octubre.

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

Resolviendo la ecuación se obtiene:

$$I_K = 100 \cdot \frac{11,9 - 9,1}{19,9 - 3} = 16,56$$

El clima de la zona es continental, puesto que el valor se encuentra entre 10 y 18.

1.10. Índices climáticos

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

1.10.1. Índice de pluviosidad de Lang

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

$$I_L = \frac{P}{tm} = \frac{420,9}{11,0} = 38,26$$

En la Tabla 27 se presentan las zonas de influencia climática según Lang.

Tabla 27. Zonas de influencia climática según Lang

Valores de I_L	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

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

1.10.2. Índice de aridez de DeMartonne

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

$$I_M = \frac{P}{tm + 10} = \frac{420,9}{11 + 10} = 20,04$$

La Tabla 28 muestra las zonas climáticas según De Martonne y los valores umbral que debe tomar el índice para ser una u otra.

Tabla 28. Zonas de influencia climática según Martonne

Valores de I_M	Zonas de influencia climática según Lang
<5	Desiertos
5-10	Semidesierto
10-20	Semiárido tipo mediterráneo
20-30	Subhúmeda
30-60	Húmeda
>60	Perhúmeda

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

De Martonne considera también la posibilidad de calcular la aridez mensual de forma similar al anterior pero con los valores medios mensuales y multiplicando por 12. La ecuación para calcularlo es la que se presenta a continuación. El término i se corresponde con cada uno de los meses del año.

$$I_{M_i} = 12 \cdot \frac{P_i}{tm_i + 10}$$

Según este autor se consideran meses de actividad vegetativa aquellos en los que la tm es superior a 3 °C y el índice de aridez mensual es superior a 20.

Los datos que permiten realizar el cálculo y los resultados se muestran en la Tabla 29. Así mismo, se incluye una fila que muestra si hay o no actividad vegetativa en cada mes. En un mes hay actividad vegetativa si el índice de De Martonne para dicho mes adquiere un valor superior a 14.

Tabla 29. Índice de Martonne para los meses del año

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
tm(°C)	3,0	4,4	7,3	9,1	12,9	17,9	19,7	19,9	16,7	11,9	6,2	3,3
Pmedia(mm)	35,5	24,5	19,8	45,2	54,0	29,2	17,2	19,5	29,6	51,1	47,5	47,9
Índice Martonne	32,8	20,4	13,7	28,4	28,3	12,5	6,9	7,8	13,3	28	35,2	43,2
Actividad vegetativa	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	No	No	No	Sí	Sí	Sí

1.10.3. Índice de Emberger

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

$$Q = K \cdot \frac{P}{T_{12}^2 - t_1^2} = 2000 \cdot \frac{420,9}{300,6^2 - 272,6^2} = 52,44$$

Siendo:

- **P**: precipitación anual.
- **t₁**: temperatura media mínima más baja en K.
- **T₁₂**: temperatura media máxima más alta en K.

Donde *K* tiene dos valores posibles. Si $t_1 > 0 \text{ } ^\circ\text{C} \geq T_{12}$, estando t_1 en $^\circ\text{C}$, *K* es 100. Si $t_1 > 0 \text{ } ^\circ\text{C} \geq T_{12}$, estando t_1 en Kelvin, *K* es 2000.

Una vez calculado *Q*(52,44), y conociendo $t_1(-0,6 \text{ } ^\circ\text{C})$ se llevan ambos valores al Gráfico 7, que proporciona la componente subregión climática o género. La intersección de las dos líneas rojas en el gráfico anterior determina el tipo de clima, que en este caso es mediterráneo templado.

La Tabla 30 muestra las posibilidades para el género, el tipo de invierno, la variedad y la forma del clima.

Tabla 30. Género, tipo de invierno, variedad y forma de los climas mediterráneos según Emberger

1. Subregión climática o género		
Género		Vegetación
Mediterráneo árido		Matorrales
Mediterráneo semiárido		<i>Pinushalepensis</i>
Mediterráneo subhúmedo		Olivo, alcornoque
Mediterráneo húmedo		Castaño, abeto mediterráneo
Mediterráneo de alta montaña		Cedro, abeto, pinu, juniperus
2. Tipo de invierno		
Tipo de invierno	t ₁ (°C)	Heladas
Muy frío	t ₁ < -3	Muy frecuentes e intensas
Frío	-3 ≤ t ₁ < 0	Muy frecuentes
Fresco	0 ≤ t ₁ < 3	Frecuentes
Templado	3 ≤ t ₁ < 7	Débiles
Cálido	t ₁ ≥ 7	Libre de heladas
3. Variedad		
Superior	Media	Inferior
4. Forma		
Otoño	Invierno	Primavera

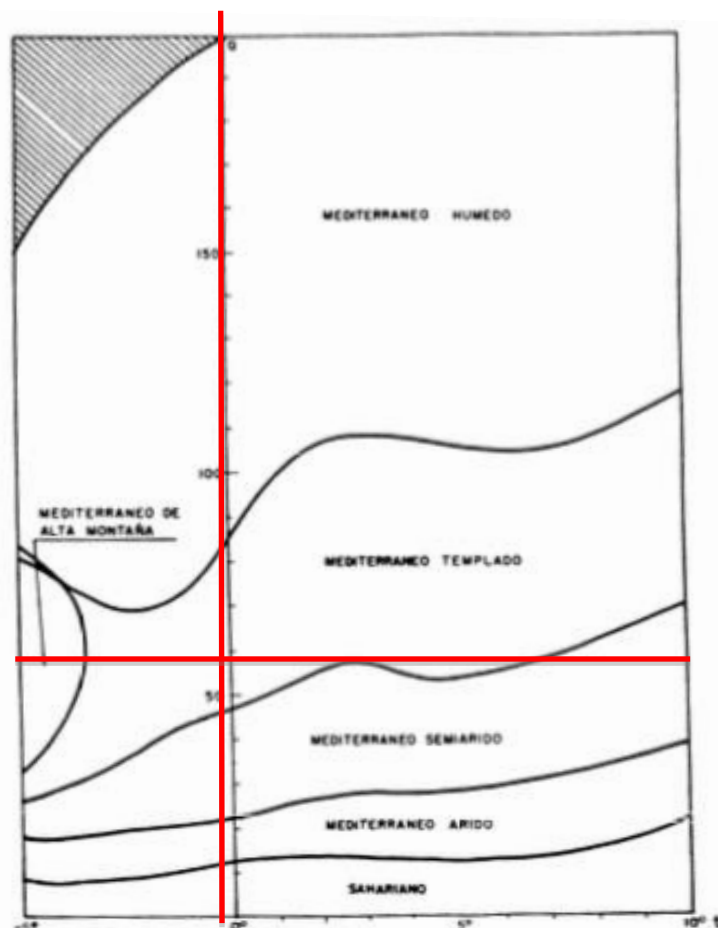


Gráfico 7. Determinación del género del clima mediterráneo según Emberger

Según Emberger, la zona se corresponde con un clima mediterráneo templado de otoño, de variedad inferior con un invierno frío (temperatura media de las mínimas de enero está entre 0 y 3 °C), y heladas muy frecuentes.

1.10.4. Índice de Vernet

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

$$I_v = \pm \frac{100 \cdot (H - h) \cdot T'_v}{P \cdot P_v} = - \frac{100 \cdot (128,1 - 65,8) \cdot 33,9}{420,9 \cdot 65,8} = -7,62$$

Donde:

- **H:** precipitación de la estación más lluviosa en mm.
- **h:** precipitación de la estación más seca en mm.
- **P:** precipitación anual en mm.
- **P_v:** precipitación estival en mm, que se calcula como la suma de las precipitaciones mensuales de junio, julio y agosto.
- **T'_v:** media de las temperaturas máximas estivales.

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

En la Tabla 31 se presenta la relación entre el resultado de la ecuación anterior y el tipo de clima según Vernet.

Tabla 31. Zonas de influencia climática según Vernet

I_v	Tipo de clima
> +2	Continental
0 a +2	Oceánico-Continental
-1 a 0	Pseudooceánico
-2 a -1	Oceánico-Mediterráneo
-3 a -2	Submediterráneo
< -3	Mediterráneo

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

1.11. Clasificación climática de Köppen

El sistema de Köppen se basa en que la vegetación natural tiene una clara relación con el clima, por lo que los límites entre un clima y otro se establecen teniendo en cuenta la distribución de la vegetación. Los parámetros para determinar el clima de una zona son las temperaturas y precipitaciones medias anuales y mensuales, y la estacionalidad de la precipitación.

Divide los climas del mundo en grupos, identificados por la primera letra en mayúscula. Cada grupo se divide en subgrupos, y cada subgrupo en tipos de clima. Los tipos de clima se identifican con un símbolo de 2 o 3 letras. Los datos de partida para su determinación se observan en la Tabla 32.

Tabla 32. Datos de partida para determinar la clasificación climática de Köppen

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
tm (°C)	3,0	4,4	7,3	9,1	12,9	17,9	19,7	19,9	16,7	11,9	6,2	3,3
P (cm)	3,55	2,45	1,98	4,52	5,4	2,92	1,72	1,95	2,96	5,11	4,75	4,79

En primer lugar se determina el grupo de clima. La Tabla 33 muestra los principales tipos de clima definidos por Köppen, y el criterio de discriminación entre ellos.

Tabla 33. Grupo de clima según Köppen

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

La temperatura media del mes más cálido, agosto, es de $19,9\text{ °C}$, y la temperatura media del mes más frío es de 3 °C . Esto sitúa el clima de la zona en el grupo C. “Climas templado cálidos”.

Una vez obtenido el grupo climático, se determina el subgrupo climático en base a las precipitaciones. La Tabla 34 presenta los criterios para determinar el subgrupo climático.

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 el verano”, como se puede deducir de los datos de precipitación de la Tabla 32.

Por último, es necesario determinar el tipo climático, para lo cual se emplea la Tabla 35.

Tabla 35. Tipos climáticos según Köppen

Grupo de clima	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 clima de la zona es de tipo b. “Con verano cálido”. En la Tabla 32 se observa que a lo largo de año hay 6 meses con temperatura media superior a 10 °C, y que la temperatura del mes más cálido, agosto, es inferior a 22 °C.

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

1.12. Regímenes de humedad y temperatura del suelo (Soil Taxonomy)

El régimen de temperatura hace referencia a la temperatura media anual del suelo medida a una profundidad arbitraria de 50 cm. La temperatura del suelo puede

deducirse a partir de los datos de temperatura del aire, sumándole a esta un grado. En la Tabla 36 se muestran los valores de estos dos parámetros para la zona de estudio.

Tabla 36. Temperaturas medias del aire y del suelo para las distintas estaciones y anuales

	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Anual
tm(°C)	9,8	19,2	11,6	3,6	11
tms(°C)	10,8	20,2	12,6	4,6	12

Con los datos de la tabla se puede concluir que el régimen de temperatura es “Mésico”. Esto se explica porque la temperatura media anual del suelo está entre 8°C y 15°C y la diferencia entre la temperatura media del suelo en verano y la temperatura media del suelo en invierno es mayor de cinco.

El régimen de humedad es el “Xérico” (ver Tabla 37), típico en suelos de clima mediterráneo, caracterizado por inviernos fríos y húmedos y veranos cálidos y con sequía prolongada. Las lluvias se producen en otoño, y, debido a que la evapotranspiración es baja, el agua permanece en el suelo durante el invierno. En primavera las lluvias también suelen ser bastante abundantes pero la reserva de agua se agota pronto por la elevada evapotranspiración. Las lluvias durante el verano son poco frecuentes, y muy poco eficientes por la elevada evapotranspiración y debido a que la mayor parte del agua de estas lluvias se pierde por escorrentía superficial.

Tabla 37. Regímenes de humedad y de temperatura del suelo según la Soil Taxonomy

tm suelo (°C)	Régimen de temperatura	Régimen de humedad
12	Mésico	Xérico

1.13. Descripción resumida del clima de la zona

El carácter interior de la zona de estudio, apartada de casi toda influencia marítima, determina que el clima sea de tipo mediterráneo templado continentalizado con inviernos fríos. La zona pertenece, en la clasificación de Köppen, al clima “Csb” (templado con verano seco y caluroso).

La zona tiene una amplia oscilación térmica. Las temperaturas son particularmente frescas, siendo bastante abundantes los días donde las mínimas no superan los 0 °C. La temperatura media de enero es de unos 3 °C y la de julio de 20°C, pero se llega a mínimas absolutas de hasta 12°C bajo cero. En verano rara vez se alcanzan los 40°C de temperatura.

En cuanto a las precipitaciones, estas rondan los 420 mm anuales de media, concentradas en primavera y otoño. siendo ésta la estación más lluviosa. Los meses más lluviosos son mayo y octubre. En cuanto a la intensidad de las precipitaciones, se puede concluir que la máxima cantidad de precipitación acumulada en 24 horas se ha dado en el mes de julio. Estas cantidades son altas en los meses estivales y otoñales, debido a las tormentas.

1.14. Conclusiones

Las temperaturas invernales no deberían presentar problemas para el cultivo de especies frutales de clima templado, entre las que se encuentra el almendro. El almendro tolera heladas durante el reposo invernal de hasta -15 °C, por lo que no se deberían producir daños sobre el cultivo a causa de las heladas invernales.

El número de horas-frío existentes en la zona (1458,4 según Mota y más de 1350 según Weimberger) satisface las necesidades de todas las especies frutales de clima templado, incluido el almendro, que tiene unos requerimientos de entre 100 y 500 horas-frío, según variedades. La zona presenta un número suficiente de horas-frío para el cultivo de cualquier variedad de almendro.

El factor potencialmente más limitante para el cultivo del almendro en la zona objeto del proyecto son las heladas primaverales. En la zona son frecuentes las heladas hasta finales del mes de marzo, por lo que no se consideran apropiadas aquellas variedades cuya floración sea anterior a dicha época. La floración de las variedades extratardías de almendro se da a mediados del mes de abril. En esta época sólo se registran 5 días de helada en la serie de datos, con una intensidad que no produce daños en la floración del almendro. En el mes de mayo solamente existe un registro de helada, el día 6, con una intensidad de $-2,7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Esta temperatura no es suficiente como para producir daños en el estado fenológico de fruto en desarrollo, que es en el que se encuentra el almendro en ese momento. En conclusión, no se espera que las heladas primaverales produzcan daños en las variedades de floración extratardía de almendro.

La precipitación media anual de la zona es de 420,9 mm, con una distribución irregular, por lo que es necesaria la instalación de un sistema de riego.

Los vientos registrados en la zona no suponen un problema para ningún cultivo frutal, debido a su baja intensidad.

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

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

2. Estudio edafológico

2.1. Toma de muestras

Se pretende obtener una muestra representativa del terreno, para poder determinar a través de un análisis edafológico las características físico-químicas del suelo de la parcela.

Previamente a la recogida de la muestra, se ha procedido a observar la finca objeto del proyecto, comprobándose que el terreno es bastante homogéneo, por lo que únicamente se ha tomado una sola muestra.

La recogida de la muestra se efectuó tomando submuestras a una profundidad de 35-45 cm, con una pala en diferentes puntos de la finca. Estas muestras se mezclaron constituyendo una muestra global de 1 kg. Se dejó secar a temperatura ambiente y se embolsó, entregándolo al Laboratorio Tecnológico Agrario ITAGRA (Palencia), para su análisis.

Las medidas solicitadas al laboratorio fueron:

- **Textura.** Se determina mediante el método adoptado por la ISSS (siglas en inglés de Sociedad Internacional de las Ciencias del Suelo). Utilizando un densímetro Bouyoucos se toman lecturas a los 40 segundos y a las 2 horas en una probeta de un litro de la suspensión de agua, tierra fina seca al aire y solución dispersante, previa agitación.
- **pH.** Se lleva a cabo mediante lectura directa con pHmetro autocompensante de temperatura en una suspensión de suelo en agua en proporción 1:2,5.
- **Conductividad eléctrica (CE).** Se basa en medir la facilidad de paso de la corriente eléctrica a través de una suspensión de suelo en agua en relación 1:5 mediante un conductímetro previamente calibrado con una solución patrón 0,01 N de cloruro potásico (KCl). Una vez obtenida la conductividad eléctrica a temperatura ambiente "t", se calcula la CE_{25} (referida a 25 °C) y expresada en unidades estándar mmhos/cm a 25 °C.
- **Materia orgánica (MO).** Se determina mediante el método Walkley-Black, que se basa en la oxidación del C orgánico con $K_2Cr_2O_7$ y posterior valoración del exceso de oxidante con sal de Mohr. Se expresa en tanto por ciento.
- **Carbonatos y caliza activa.** Se realiza por un método gasométrico, de medida de volumen de CO_2 desprendido de la reacción de HCl con la suspensión del suelo. El dispositivo empleado es el calcímetro Bernard. El resultado se expresa en tanto por ciento.
- **Fósforo.** El análisis de fósforo que se realiza es el de fósforo asimilable, entendiendo por éste el disponible para las plantas. El método más ampliamente extendido es el método Olsen, basado en la espectroscopia de emisión atómica, midiendo el resultado en ppm.
- **Potasio.** Se determina el potasio disponible en el suelo mediante espectroscopia de emisión atómica, dando el resultado en ppm.
- **Calcio y magnesio.** Mediante el método de espectroscopia de absorción atómica se determina la concentración de ambos cationes en la solución del suelo, expresando el resultado en meq/100 g.
- **Sodio.** Se calcula la concentración de cationes de sodio empleando la técnica de la espectroscopia de emisión atómica, expresando el resultado, al igual que en el caso anterior, en meq/100 g.

2.2. Resultados de los análisis

El análisis de la muestra se ha llevado a cabo en los laboratorios del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (Itagra.ct). En la Tabla 38 se exponen los resultados de los análisis físico-químicos realizados.

Tabla 38. Características físico-químicas del suelo

Parámetro	Cantidad	Método	Valoración
Arena	72,60 %	ISSS	Alto
Limo	12,92 %	ISSS	Bajo
Arcilla	14,48 %	ISSS	Bajo
Textura	-	ISSS	Franco-arenoso
pH	8,61	1:2,5	Alcalino
Conductividad eléctrica	0,17 mmhos/cm	1:2,5	No salino
Materia orgánica	1,30 %	Walkey-Black	Baja
Carbonatos	15,05 %	Calcímetro	Normal
Caliza activa	4,96 %	Calcímetro	Bajo
Fósforo	16,20 ppm	Olsen	Normal
Potasio	119,11 ppm	Emisión atómica	Bajo
Calcio	14,70 meq/100 g	Absorción atómica	Alto
Magnesio	1,63 meq/100 g	Absorción atómica	Normal
Sodio	0,07 meq/100 g	Emisión atómica	Muy bajo

2.3. Interpretación de los resultados

2.3.1. Características físicas

2.3.1.1. Profundidad

La determinación de la profundidad del suelo de la parcela objeto del proyecto se realiza mediante una calicata. La profundidad del suelo es un elemento que incide sobre el potencial de desarrollo del almendro, al condicionar el volumen de tierra que puede ser colonizado por las raíces y, por tanto, la disponibilidad de agua y nutrientes. Los cultivos frutales requieren profundidades libres de al menos 1 ó 1,5 metros. Sin embargo, el almendro es capaz de desarrollarse correctamente con profundidades libres menores. Dado que la profundidad libre del suelo en la finca es mayor de 2 m, no se espera que aparezcan problemas en este sentido.

2.2.1.2. Textura

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

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

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

2.2.1.3. Estructura

La agregación de las partículas del suelo de una forma concreta determina la estructura del suelo. La estructura implica unas condiciones determinadas de infiltración del agua y porosidad. Las estructuras más adecuadas para el cultivo frutal son la estructura granular y la migajosa. El suelo presenta una estructura migajosa, por lo que no va a presentar problema alguno. Este tipo de estructura favorece la infiltración del agua y asegura unas condiciones adecuadas de aireación.

2.2.1.4. Permeabilidad

La permeabilidad mide la velocidad de penetración del agua en el suelo, y depende de factores como la textura, estructura y porosidad. Aunque no se dispone de datos concretos de permeabilidad, se puede determinar en base a los parámetros anteriormente analizados. En este caso la permeabilidad del suelo es adecuada, pues la textura es franco-arenosa, una textura ligera que permite una buena infiltración del agua, y la estructura es migajosa, que también favorece esta infiltración. La velocidad de infiltración para esta clase textural oscila entre los valores de 8 y 13 cm por hora.

2.3.2. Características químicas

2.3.2.1. Alcalinidad

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

El contenido en carbonatos del suelo refleja un valor de 15,05 %, que se considera normal en un suelo. El contenido de caliza activa es de 4,96 %, que se asocia a un nivel bajo. Por su parte en pH del suelo se sitúa en 8,61, lo que confiere a este suelo un carácter alcalino.

El almendro es muy resistente a la clorosis férrica. Tolerancia adecuadamente niveles elevados de carbonatos y caliza activa. El suelo de la finca presenta un nivel normal de carbonatos totales, y bajo de caliza activa, que permite perfectamente el cultivo del almendro. El pH del suelo es de 8,61, un nivel levemente superior al rango de pH óptimo para el cultivo del almendro (7-8,5). Este hecho no va a presentar problema alguno, dado el leve incremento que supone respecto de los valores recomendados.

2.2.2.2. Salinidad

La salinidad hace referencia al contenido total en sales solubles del suelo. Se determina midiendo la conductividad eléctrica del extracto del suelo en proporción 1 : 2,5 a 25 °C. La conductividad eléctrica del extracto del suelo es de 0,17mmhos/cm, que corresponde a un suelo no salino. Así mismo, el contenido en sodio del suelo es muy bajo, 0,07 meq/100 g. En definitiva, este suelo no va a plantear problemas de salinidad para ningún cultivo frutal.

2.2.2.3. Fertilidad

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

En cuanto al contenido en materia orgánica del suelo, este presenta un valor de 1,30 %. Esta es una cantidad baja, por lo que se recomienda realizar una enmienda orgánica previa a la plantación para elevar este contenido a valores más adecuados para el cultivo frutal.

En relación con el contenido en nutrientes, se puede observar que el contenido en fósforo y magnesio es normal, por lo que, a priori, no cabe esperar problemas carenciales de estos dos elementos. Sin embargo, el contenido en potasio es bajo, por lo que es conveniente un abonado de fondo de al menos este elemento, antes del establecimiento de la plantación

2.3.3. Relaciones suelo-agua

2.3.3.1. Capacidad de campo

La capacidad de campo es el contenido en agua que es capaz de retener el suelo después de estar en estado de saturación y haber dejado drenar libremente, evitando pérdidas por evapotranspiración, hasta que el potencial hídrico se estabilice.

Una estimación bastante aproximada de la capacidad de campo se puede obtener a partir de la textura del suelo, mediante la siguiente fórmula:

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

Donde se tiene que:

- **Cc**: humedad a la capacidad de campo, expresada en porcentaje de suelo seco.
- **Ac**: contenido en arcilla, expresada en porcentaje de suelo seco.
- **L**: contenido en limo, expresado en porcentaje de suelo seco.
- **Ar**: contenido en arena, expresado en porcentaje de suelo seco.

Sustituyendo los datos procedentes de la Tabla 40 (arcilla 14,48 %, limo 12,92 % y arena 72,60 %) se tiene que:

$$Cc = 0,484 \cdot 14,48 + 0,162 \cdot 12,92 + 0,023 \cdot 72,60 + 2,62 = 13,39 \%$$

La capacidad de campo del suelo es del 13,39 %.

2.3.3.2. Punto de marchitez

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

El punto de marchitez se puede calcular de forma similar a la capacidad de campo, mediante la siguiente fórmula:

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

Donde:

- **Pm**: humedad en punto de marchitamiento, expresada en porcentaje de suelo seco.
- **Ac**: contenido en arcilla, expresada en porcentaje de suelo seco.
- **L**: contenido en limo, expresado en porcentaje de suelo seco.
- **Ar**: contenido en arena, expresado en porcentaje de suelo seco.

Sustituyendo los datos procedentes de la Tabla 40 (arcilla 14,48 %, limo 12,92 % y arena 72,60 %) se tiene que:

$$Pm = 0,302 \cdot 14,48 + 0,102 \cdot 12,92 + 0,0147 \cdot 72,60 = 6,76 \%$$

El punto de marchitamiento del suelo es del 6,76 %.

2.3.3.3. Agua disponible

El agua disponible es la diferencia entre la capacidad de campo y el punto de marchitamiento. También se denomina agua útil *AU*, y depende de la textura, del espesor de la capa del suelo explorado por las raíces, la estructura y el contenido en materia orgánica. Se puede calcular a través de la fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Agua disponible (AU)} &= \text{Capacidad de campo} - \text{Punto de marchitamiento} \\ &= 13,39 - 6,76 = 6,63 \% \end{aligned}$$

El agua disponible en el suelo es del 6,63 %, expresado en porcentaje de suelo seco.

2.4. Conclusiones

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

En cuanto a las características químicas, no presenta problemas en cuanto a la salinidad y la alcalinidad. Respecto a este último parámetro, cabe destacar que el suelo de la parcela objeto del proyecto posee un pH de 8,61, que lo hace alcalino. Sin embargo, debido a su bajo contenido en caliza activa y a la elevada tolerancia del almendro a los suelos alcalinos, no se esperan problemas de clorosis férrica.

Se trata de un suelo pobre en materia orgánica, con un 1,30 %. Es necesario realizar una enmienda orgánica con estiércol antes de la plantación, para elevar el contenido de materia orgánica a niveles más adecuados.

El contenido en potasio del suelo es bajo, por lo que es recomendable realizar un abonado de fondo previo a la plantación con este elemento. El resto de nutrientes se encuentran en cantidad suficiente en el suelo.

En conclusión, el suelo de la parcela objeto del proyecto presenta unas características físicas y químicas adecuadas para el cultivo del almendro. Sin embargo, es necesario, como labores previas a la plantación, realizar una enmienda orgánica para elevar el contenido en materia orgánica del suelo y realizar un abonado de fondo con potasio.

3. Análisis de agua de riego

3.1. Toma de muestras

El agua de riego que se va a emplear en la plantación procede, a través de una red de acequias secundarias y terciarias, del Canal de la Nava Sur. Este canal toma sus aguas del Ramal Sur del Canal de Castilla, mediante un vaso situado entre las esclusas 28-29 y 30, en Palencia. Se trata de un canal de hormigón de sección trapezoidal, con un caudal en cabecera de 3,3 m³/s.

La muestra se ha tomado en una zona cercana a la derivación de la acequia secundaria que abastece a la finca. Para la recogida de la muestra se ha dispuesto de un recipiente de material plástico de 1,5 L de capacidad, limpio, que después se ha cerrado herméticamente, para que no se altere la muestra.

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

3.2. Resultados de los análisis

El análisis de la muestra se ha llevado a cabo en los laboratorios del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (Itagra.ct). A continuación, en la Tabla 39 se presentan los resultados del análisis efectuado.

Tabla 39. Resultados del análisis de agua de riego

Parámetro	Resultado
CE	0,63 mmhos/cm
pH	8,20
Bicarbonatos	5,91 meq/L
Carbonatos	1,82 meq/L
Cloruros	0,82 meq/L
Sulfatos	0,02 meq/L
Nitratos	0,15 meq/L
Nitritos	0,001 meq/L
Magnesio	4,68 meq/L
Calcio	3,74 meq/L
Sodio	0,10 meq/L
Potasio	0,13 meq/L
RAS	0,048
Clasificación	C ₂ S ₁

3.3. Interpretación de los resultados

3.3.1. Salinidad

La concentración de sales del agua se valora midiendo su conductividad eléctrica. Las sales modifican la extracción de agua del terreno, variando la presión osmótica de la disolución. El agua penetra en las raíces por efecto osmótico, al ser la presión osmótica en el interior de las mismas superior a la exterior. Las aguas salinas

tienen una mayor presión osmótica que las aguas no salinas, lo que puede producir, en especies sensibles, la no absorción del agua por parte de la planta. Además, determinadas sales, en concentraciones inadecuadas, producen toxicidad.

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

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

Donde:

- **SD**: concentración de sales disueltas.
- **CE**: conductividad eléctrica en mmhos/cm.

La conductividad eléctrica del agua analizada es 0,63 mmhos/cm, con lo que se tiene:

$$SD = 0,64 \cdot 0,63 = 0,40 \text{ g/L}$$

Dado que la concentración de sales disueltas del agua analizada es de 0,40 g/L, que es inferior a 1 g/L, se puede concluir que el agua es apta para el riego.

3.3.2. pH

El intervalo normal de pH del agua de riego está entre 6 y 8,5. Los valores altos o bajos indican la presencia de productos contaminantes. El agua analizada no presenta problemas, pues su pH (8,2) se encuentra dentro del rango normal.

3.3.3. Sodicidad

La sodicidad se expresa como la proporción de cationes sodio que tienen el agua respecto a la suma de cationes de calcio y magnesio. Niveles de sodio fuera de lo normal pueden producir toxicidad. Para medir la sodicidad del agua, tradicionalmente se ha empleado el índice Relación de Absorción de Sodio RAS , pero actualmente la FAO recomienda usar el índice Relación de Absorción de Sodio Ajustado ($RASaj$). A continuación se exponen ambos métodos.

RAS

Para el cálculo de la RAS se emplea la siguiente fórmula:

$$RAS = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} = \frac{0,10}{\sqrt{\frac{3,74 + 4,68}{2}}} = 0,048$$

Los cationes se expresan en meq/L. A medida que aumenta la RAS aumenta el poder sodificante del agua. Los efectos de los distintos niveles de alcalinidad de las aguas sobre el suelo se pueden observar en la Tabla 40.

Tabla 40. Efectos del nivel de sodicidad del agua de riego expresado en RAS sobre el suelo

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

El agua es apta para el riego cuando la relación de absorción de sodio es menor de 15. Dado que la muestra analizada presenta un RAS de 0,048, el agua utilizada para el riego tiene una baja alcalinidad y es apta para el riego en todo tipo de suelos.

RAS_{aj}

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

$$RAS_{aj} = RAS \cdot (1 + 8,4 \cdot pHc)$$

Donde:

- **8,4:** pH del agua destilada en equilibrio con el CaCO₃.
- **pHc:** pH teórico del agua de riego en contacto con la calcita y en equilibrio con el CO₂. El pHc se determina mediante la siguiente fórmula:

$$pHc = (pK_2 - pK_c) + p(Ca + Mg) + p(AlK)$$

Los valores de la expresión anterior se hallan tabulados. En primer lugar es necesario calcular la suma de cationes Ca²⁺, Mg²⁺ y Na⁺ en meq/L. A partir de ese valor se determina la (pK₂-pK_c), que en este caso es 2,3. En segundo lugar se calcula la suma de cationes Ca²⁺ y Mg²⁺, con lo que, volviendo a la tabla se obtiene el valor de p(Ca+Mg). En este caso es 2,4. Por último se calcula la suma de aniones CO₃²⁻ y CO₃H⁻. El resultado se lleva a la tabla, con lo que se obtiene el valor de p(AlK), que es 2,1. La tabla en cuestión se encuentra disponible en las publicaciones de la FAO (1976).

El resultado de aplicar el procedimiento es el siguiente:

$$RAS_{aj} = 0,048 \cdot (1 + 8,4 \cdot 6,8) = 2,78$$

Con valores del índice por debajo de 6 no se presentan problemas en el suelo. Valores entre 6,0 y 9 producen problemas de gravedad media, mientras que valores superiores a 9 producen problemas graves. El índice toma en el caso del agua analizada un valor de 2,78, que es inferior a 6, por lo que no se presentarán problemas de sodicidad.

3.2.4. Carbonato sódico residual (Eaton)

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

$$CSR = (1,82 + 5,91) - (3,74 + 4,68) = -0,69 \text{ meq/L}$$

Con valores de CSR inferiores a 1,25 meq/L el agua es recomendable para el riego. Puesto que el valor de CSR es de -0,69 meq/L, se puede concluir que el agua es apta para el riego, pues no tiene una capacidad degradante elevada.

3.2.5. Dureza

El grado de dureza del agua es debido a su contenido en calcio y magnesio. Este parámetro se expresa en grados hidrotimétricos franceses °HF (o mg/L). Se determina mediante la siguiente fórmula:

$$Dureza_{\text{°HF}} = \frac{2,5 \cdot [Ca^{2+}] + 4,12 \cdot [Mg^{2+}]}{10} = 42,28 \text{ °HF}$$

Tabla 41. Interpretación de la dureza del agua en grados franceses

Tipo de agua	Grados hidrotimétricos franceses
Muy dulce	< 7
Dulce	7-14
Medianamente dulce	14-22
Medianamente dura	22-32
Dura	32-54
Muy dura	>54

El resultado es 42,28 °HF, que se considera como agua dura. Este tipo de agua puede ocasionar problemas de obturación de los goteros de riego, por lo que puede ser necesario realizar una limpieza periódica del sistema de riego inyectando ácido nítrico.

3.2.6. Norma Riverside de clasificación del agua de riego

Esta norma combina la conductividad eléctrica y la relación de absorción de sodio, presentando el agua dentro de dos categorías: C (salina) y S (sódica). Para la clasificación del agua de riego se utiliza el siguiente gráfico (ver Gráfico 8), donde se sitúan, en el eje de las abscisas la conductividad eléctrica en micromhos/cm y en eje de las ordenadas la relación de absorción de sodio.

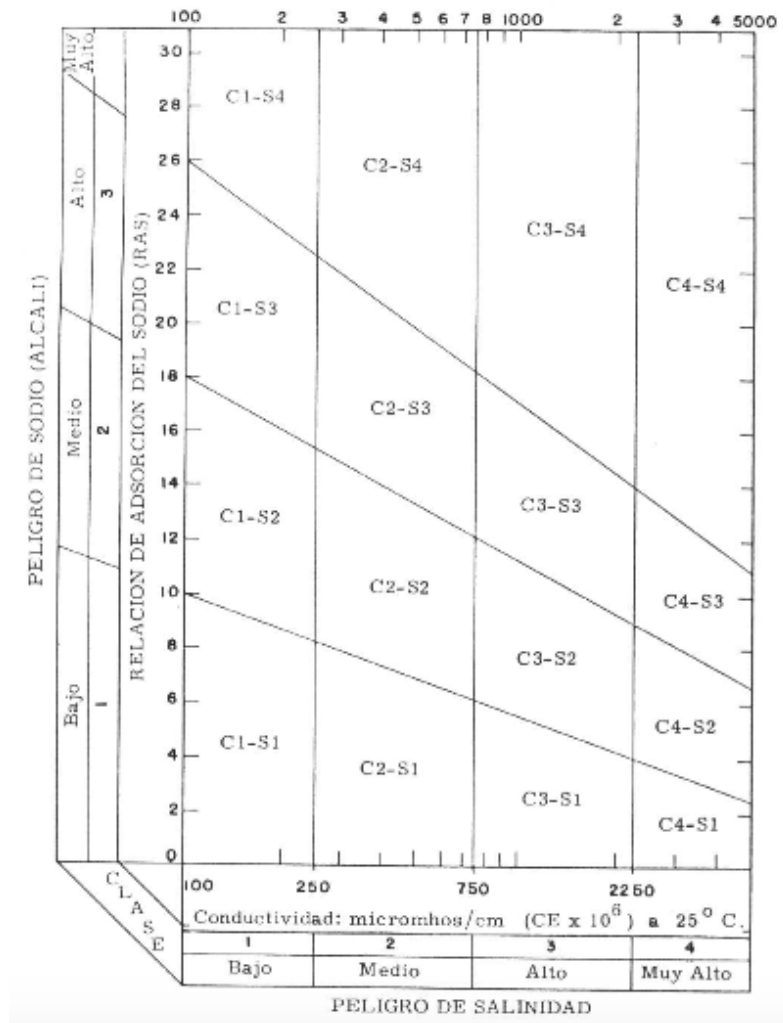


Gráfico 8. Determinación de la clasificación del agua de riego según la Norma Riverside

Según el diagrama de clasificación se trata de un agua C₂S₁. Es un agua de salinidad media, que puede usarse siempre y cuando haya un intervalo moderado de lavado. Así mismo es un agua baja en sodio, que puede usarse para el riego en la mayoría de los suelos, con muy poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio.

3.4. Conclusiones

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

En la finca se dispone de agua apta para el riego y de buena calidad. No obstante, se debe tener en cuenta que la elevada dureza del agua puede formar precipitados, obturando los goteros a la hora de realizar el riego. En este sentido, se recomienda realizar una revisión y limpieza periódica de los emisores.

4. Estudio de comercialización

4.1. Introducción

El almendro, *Prunusdulcis* f. *communis* (Mill.) D. S. Webb, es un árbol caducifolio de la familia de las rosáceas, cuyas semillas son comestibles y se denominan almendras.

Es un cultivo con un gran arraigo en España, pues se encuentra muy bien adaptado a las condiciones climatológicas del levante peninsular. En España, de forma tradicional, el cultivo del almendro se ha dado en secanos estrictos y en suelos de bajo valor, dedicando muy pocos cuidados a las plantaciones. En la mayoría de los casos, éstas suponen un complemento para agricultores dedicados a otras tareas más rentables, como el olivar o los cultivos herbáceos extensivos. Las producciones, frecuentemente, no superan en estos casos los 150 kg/ha de almendra en grano.

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

Las nuevas plantaciones de almendros, con Estados Unidos a la vanguardia de la modernización, distan mucho de las plantaciones tradicionales mediterráneas. El uso de bajas densidades de plantación (frecuentemente por debajo de los 100 árboles/ha) han dado paso a la intensificación, siendo actualmente frecuentes plantaciones con densidades superiores a 330 árboles/ha. Se han implantado sistemas de riego por goteo, habitualmente con equipos de fertirrigación, que reducen los costes de las labores de fertilización. Con la adopción de estas medidas las producciones han aumentado notablemente, superando los 1500 kg/ha de almendra en grano que se obtienen en muchas plantaciones estadounidenses.

España es el país con mayor superficie de almendros del mundo, con 527058 ha dedicadas a su cultivo, seguido de Estados Unidos. Sin embargo, a la cabeza de la producción mundial se encuentra Estados Unidos, que produce el 79 % de la almendra mundial, seguido por Australia (7 %) y por España (6 %). Así pues, queda patente en la producción la situación de las plantaciones de almendros españolas: suelos malos, secanos estrictos y pocos cuidados.

Recientemente, la almendra se ha convertido en un alimento de moda, debido a sus cualidades nutricionales y organolépticas. En la actualidad, en países desarrollados, la almendra se ha convertido en el sustituto de numerosos aperitivos industriales, con lo que la demanda ha crecido sustancialmente, en mayor proporción que la oferta. Esto ha dado una situación de precios al alza, habiendo pasado de 3 €/kg de almendra en grano a, en ciertos momentos, 9 o 10 €/kg. El resultado es un creciente interés por el cultivo del almendro, debido a la elevada rentabilidad de las nuevas explotaciones y su facilidad de cultivo. Además, con la aparición de nuevas variedades se ha posibilitado su cultivo en zonas en las que antes no era posible, sobre todo por el riesgo de heladas, como la Meseta Norte, donde se ubica la parcela objeto del presente proyecto.

4.2. Objetivos

Los condicionantes comerciales en el diseño de la plantación son los siguientes:

- **Garantizar la uniformidad.** Es frecuente en muchas plantaciones tradicionales españolas el cultivo de varias variedades en una misma parcela, lo que conlleva a menudo que se mezclen las almendras procedentes de variedades distintas. La industria busca uniformidad en los lotes, especialmente cuando el destino de la almendra es el tostado y consumo entero, la fabricación de pastelería fina o procesos industriales como el laminado.

El problema de la falta de uniformidad no se da en las explotaciones estadounidenses, pues se hallan altamente tecnificadas y, en caso de existir varias variedades en una misma plantación, se hallan dispuestas de tal forma que no se mezclen sus producciones durante la cosecha. Esto supone una gran desventaja para los productores españoles, pues en la mayoría de los procesos industriales se emplea almendra importada y no local.

- **Calidad.** La almendra producida en la explotación debe ser de la máxima calidad, para obtener el mayor beneficio posible por su venta. En el mercado cotizan a mayor precio las almendras procedentes de las variedades Marcona y Desmayo Largueta. Por tanto, es fundamental elegir correctamente las variedades que se van a implantar, para que la almendra producida tenga unas características que interesen al mercado.
- **Previsión.** Se deben establecer contratos de compra de la cosecha por parte de alguna cooperativa o empresa de comercialización de frutos secos antes de iniciar la cosecha. Este aspecto es clave para garantizar la venta de la producción a un precio justo.

4.3. Descripción del canal de comercialización

4.3.1. Funciones de la comercialización

En la comercialización de la almendra intervienen tres funciones básicas: el acopio, la preparación y la distribución. A continuación se detalla en qué consiste cada una de ellas.

Acopio

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

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

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

Preparación

La preparación del producto está compuesta por tres fases: la selección, la clasificación y la limpieza. Estas labores las puede realizar en parte el productor, pero

lo más frecuente es que las realicen las empresas comercializadoras o las cooperativas.

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

Distribución

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

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

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

4.3.2. Intermediarios

El número de intermediarios que intervienen en el proceso de comercialización de la almendra es variable. El canal de comercialización se puede observar en el Gráfico 9.



Gráfico 9. Canal de comercialización de la almendra

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

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

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

4.3.3. Acondicionamiento del producto

El acondicionamiento del producto comienza con la selección de la almendra, separando aquellas que se encuentren en mal estado. Después de la selección se clasifican por categorías comerciales y, en algunos casos, por tamaños y aspecto. A continuación se limpian, eliminando el exocarpo y el mesocarpo, trozos de ramas, hojas y suciedad. Estas tres primeras fases suelen realizarlas las empresas o cooperativas que realizan el acopio del producto, o bien el propio agricultor. Esto último es relativamente frecuente en la zona del levante peninsular.

La almendra pelada tiene dos destinos: la fabricación de dulces tradicionales y el tostado. La fabricación de dulces tradicionales se distribuye por todo el territorio nacional, pero especialmente en Sonseca (Toledo), Estepa (Sevilla), Rute (Córdoba),

Jijona (Alicante) y Agramunt (Lérida), donde se producen dulces de navidad como el mazapán, el turrón, los polvorones y los mantecados. Muchas de las empresas dedicadas a estas actividades se encuentran amparadas por marcas de calidad como la Indicación Geográfica Protegida Jijona y Turrón de Alicante, que tienen su normativa particular en cuanto a la calidad de la almendra dedicada a la fabricación de sus productos.

Otro destino principal de la almendra es el tostado, para lo cual existen actualmente en España 161 empresas distribuidas por toda la península, pero localizadas especialmente en la zona del levante. La almendra tostada con destino al consumidor final se suele envasar en bolsas de 150-250 g o a granel. La almendra con destino a pastelerías u otros procesos se envasa en bolsas más grandes, con pesos a partir de 500 g.

El acondicionamiento de la almendra lo realizará la empresa o cooperativa con quien se formalice un contrato de compra-venta de la cosecha.

4.3.4. Categorías comerciales

El sector español de la almendra ha establecido unas normas de calidad para la recepción de las partidas de almendra y estimar su valor. Se valoran por separado las almendras en cáscara y peladas. A continuación se muestran las características que se evalúan en cada una de ellas.

Almendra en cáscara

Para poder valorar la partida, se recoge el número de muestras que determinen ambas partes (productor y cooperativa). Tras el análisis se podrá penalizar y realizar exclusiones debido al nivel de porcentaje de mezcla en variedades, cantidad de podridas, almendras partidas, nivel de humedad y tamaño. Las características que deben reunir las partidas son las siguientes:

- La partida debe estar limpia, seca y sana.
- Debe ir sin mezclas entre variedades, aunque se permite un margen de tolerancia.
- La humedad de la almendra nueva debe ser del 6,75 %, y de la vieja del 6 %.

Almendra en grano

Al igual que en las partidas de almendra con cáscara, se toman muestras para analizar la partida y se penaliza en función del cumplimiento de cada aspecto valorado. Además, se establecen unos gastos por secado y triado.

- Se analiza el nivel de humedad, pues influye en el coste del secado y en la conservación.
- No debe haber materias extrañas, como piezas metálicas de la maquinaria o restos vegetales.
- Se penaliza la presencia de almendras partidas y la mezcla de variedades.

Categorías comerciales

Las categorías comerciales empleadas en España son las siguientes:

- Almendra en cáscara (Inshell).
- Almendra en grano o natural (Shelled o Whole).

- Almendra repelada o blanca (Blanched).
- Almendra en mitades (Split).

Además de esta distinción comercial, en España existe otra diferenciación entre almendras comunes y las variedades Desmayo Largueta y Marcona. Ambas cotizan a un precio superior que la común (que engloba a las demás variedades), aunque esta diferencia cada vez es menor.

El objetivo del presente proyecto es producir almendra en cáscara (Inshell), con una prima sobre el precio de la almendra común por poseer características similares a Marcona.

4.3.5. Márgenes comerciales

En el Gráfico 10 se muestra la evolución del precio medio de venta al público del producto final de los últimos 10 años, obtenido de la página web de la Secretaría de Estado de Comercio.

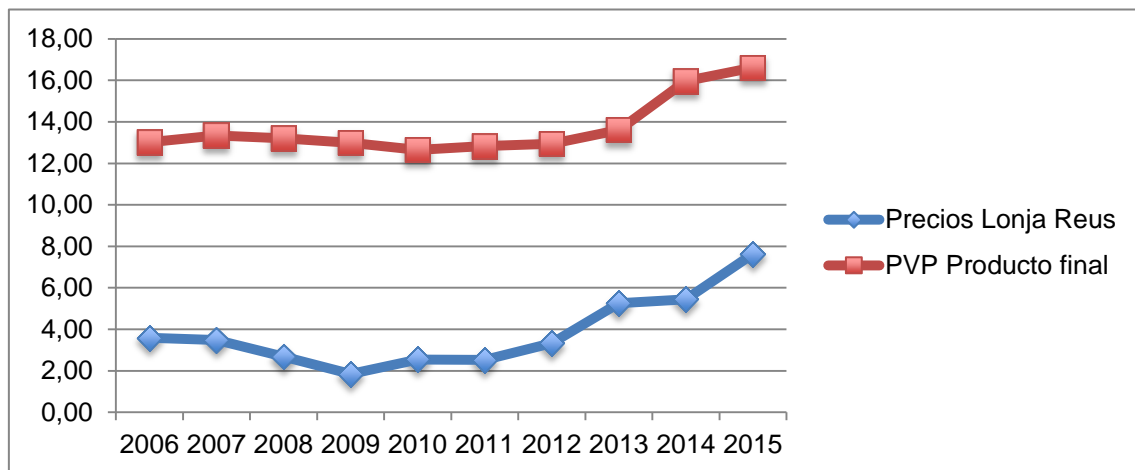


Gráfico 10. Comparación de precios de la almendra en grano en la Lonja de Reus y el producto final (€/kg)

En el Gráfico 11 se presenta la evolución de los márgenes comerciales en €/kg de los últimos diez años.

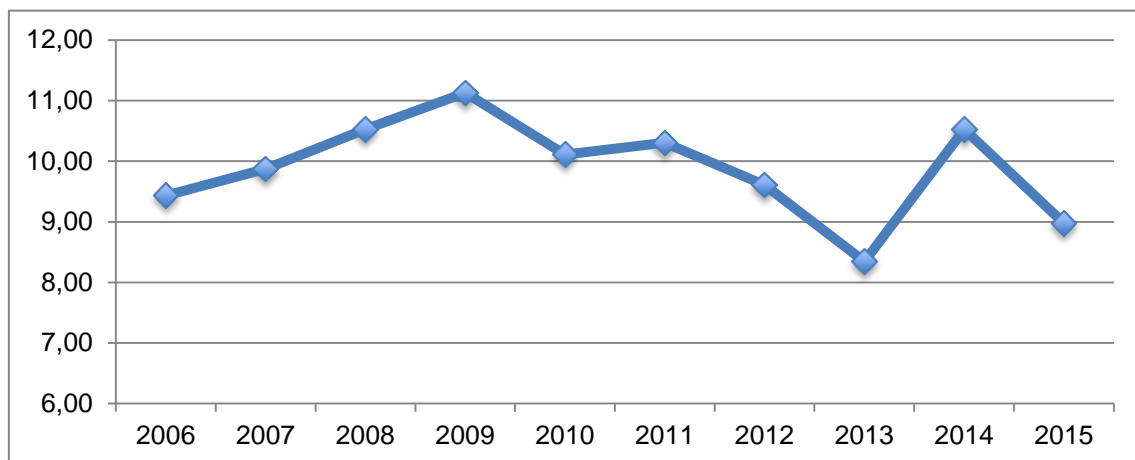


Gráfico 11. Márgenes comerciales de la almendra, en €/kg

Como se observa en los gráficos anteriores, se ha producido una reducción de los márgenes, aunque ha aumentado sustancialmente el precio de la almendra tanto al

consumidor como al productor. El margen comercial medio del año 2006 al 2015 es de 9,88 €/kg, muy elevado en comparación con otros productos.

Los márgenes comerciales se distribuyen de forma irregular. Frecuentemente el 1 % del margen tiene como destino a los agentes comerciales, siendo el resto para las OPFS y la industria transformadora.

4.3.6. Canales de comercialización

El 40 % de la almendra producida en España se comercializa a través de tiendas tradicionales y canales alternativos. El 60 % restante se distribuye a través de supermercados, hipermercados y Cash & Carry. En este tipo de superficies son frecuentes las marcas blancas, tanto en almendra tostada para su consumo entero o laminado, como en productos procesados como turrone, mazapanes y pastas tradicionales.

4.4. Análisis de la situación

4.4.1. Oferta/Producción

El Gráfico 12 muestra la evolución de la producción mundial de almendra con cáscara a nivel mundial, en Estados Unidos, en España y en Australia entre los años 2004 y 2013, en toneladas.

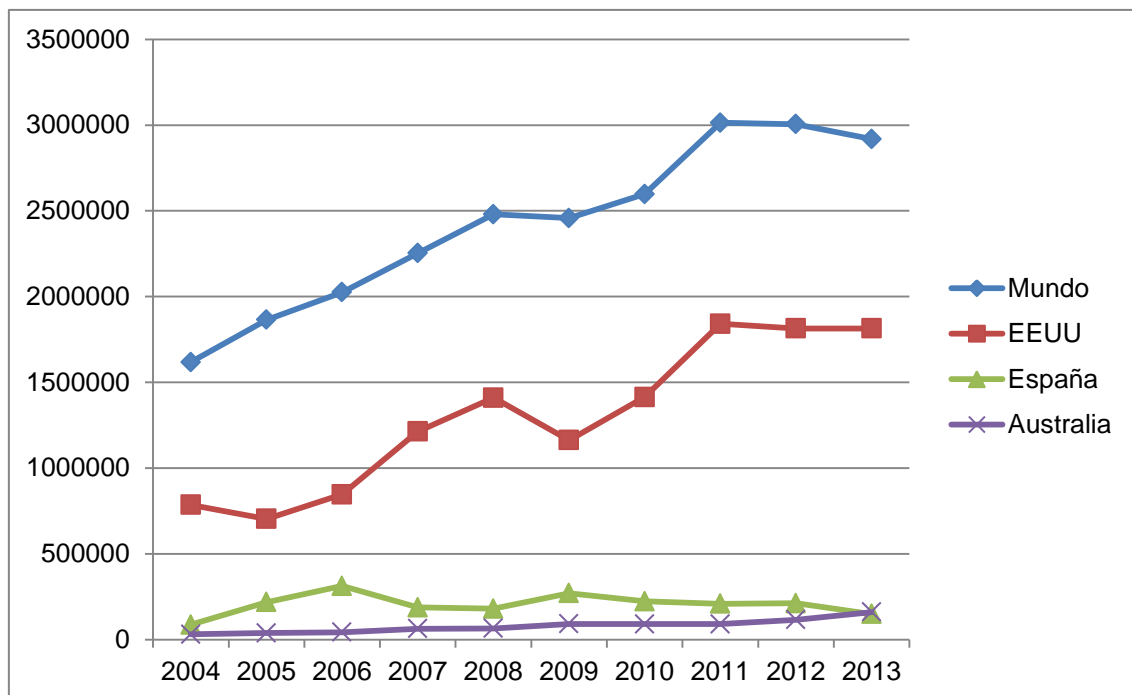


Gráfico 12. Evolución de la producción mundial, en EE.UU., en España y en Australia (2004-2013) (T)

En el Gráfico 13 se muestra la evolución de la superficie dedicada al cultivo del almendro a nivel mundial, de Estados Unidos, España y Australia, en hectáreas.

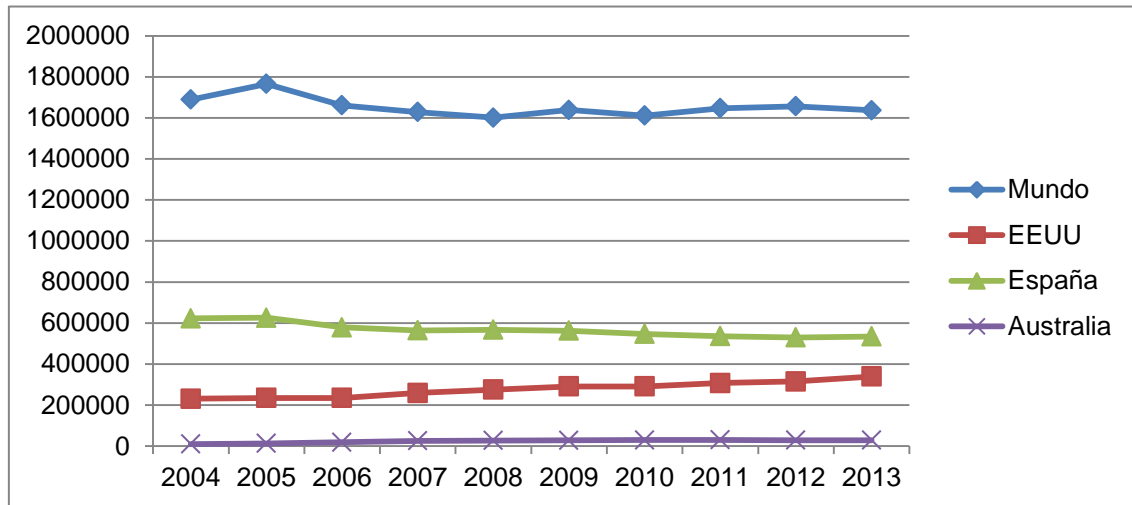


Gráfico 13. Evolución de la producción mundial, en EE.UU., en España y en Australia (2004-2013) (Ha)

En los gráficos anteriores se observa como la producción en España se mantiene estable y muy por debajo de la producción de Estados Unidos, a pesar que la superficie cultivada de almendros de éste es inferior a la española. Además, se puede ver que la producción durante los últimos 10 años se ha mantenido en aumento.

En el Gráfico 14 se presenta la distribución de la producción mundial por países en el año 2013. Es destacable que Estados Unidos produce el 79 % del total de almendra mundial, mientras que España, a pesar de tener más superficie dedicada a este cultivo que Estados Unidos, produce tan solo el 6 %.

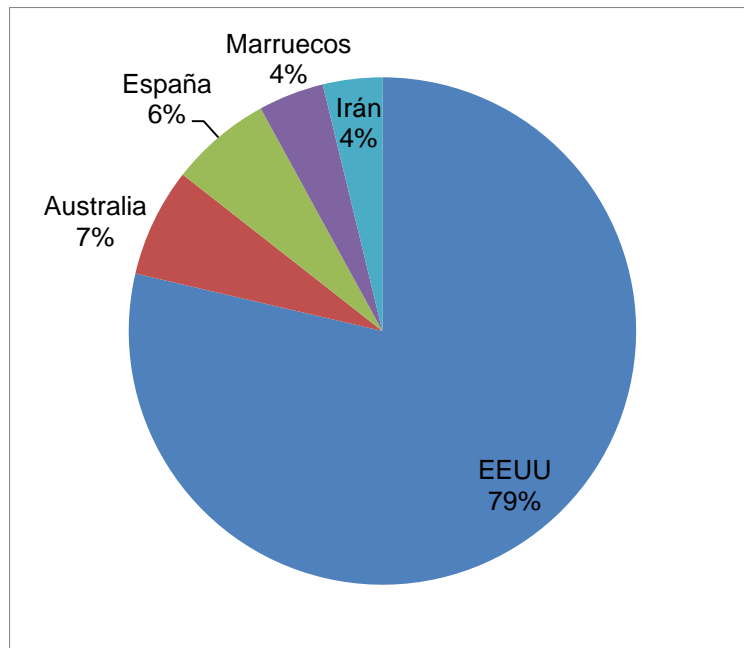


Gráfico 14. Distribución de la producción mundial de almendra en el año 2013

En el año 2014 España contaba con 527058 Ha de almendro, que produjeron 195704 T de almendra en cáscara. De las mismas, tan solo 1346 Ha se encontraban en Castilla y León, que produjeron 340 T de almendra en cáscara. En la Tabla 42 se puede observar la producción de almendra en cáscara en las seis principales regiones productoras españolas durante el año 2013.

Tabla 42. Producción de almendra en cáscara en las seis principales regiones productoras españolas durante el año 2013 (T)

Comunidad autónoma	Producción (T)
Comunidad Valenciana	28177
Región de Murcia	25519
Andalucía	25208
Aragón	23525
Castilla-La Mancha	15030
Cataluña	12294

4.4.2. Demanda/Consumo

En el Gráfico 15 se presenta el consumo y el gasto per cápita de almendras en España entre los años 2005 y 2014. Cabe destacar que desde el año 2012 se ha producido un aumento constante en el consumo y en el gasto per cápita.

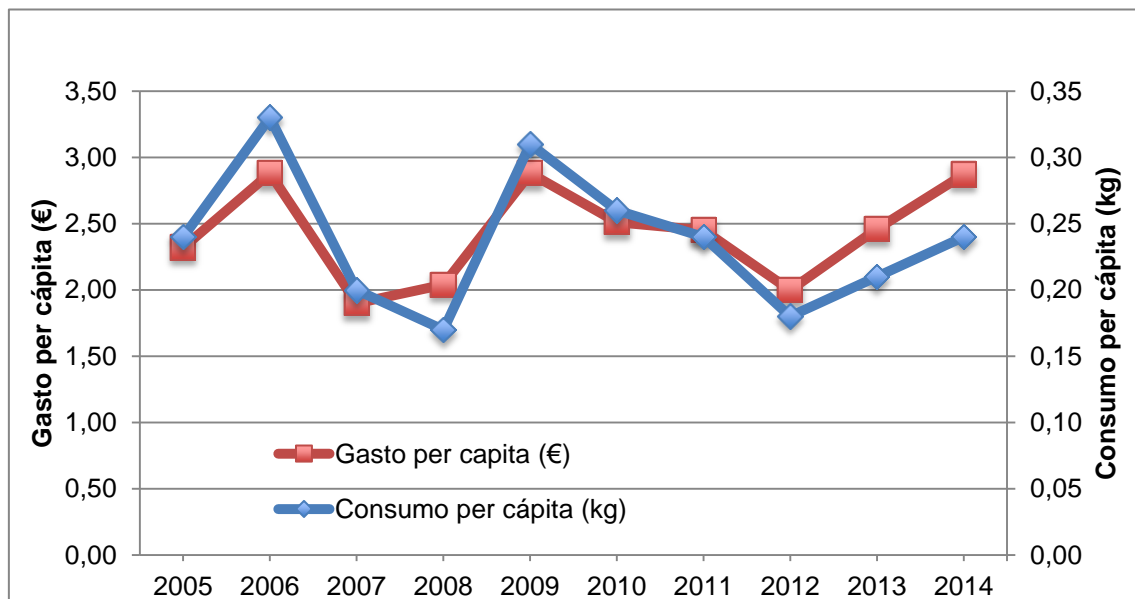


Gráfico 15. Consumo y gasto per cápita de almendras en España (2005-2014)

4.4.3. Mercado exterior y otros mercados

Uno de los principales destinos de la almendra española es la exportación, especialmente a países como Alemania, Italia y Francia. En el Gráfico 16 se observa la producción, la importación y la exportación de almendra en España entre los años 2006 y 2014.

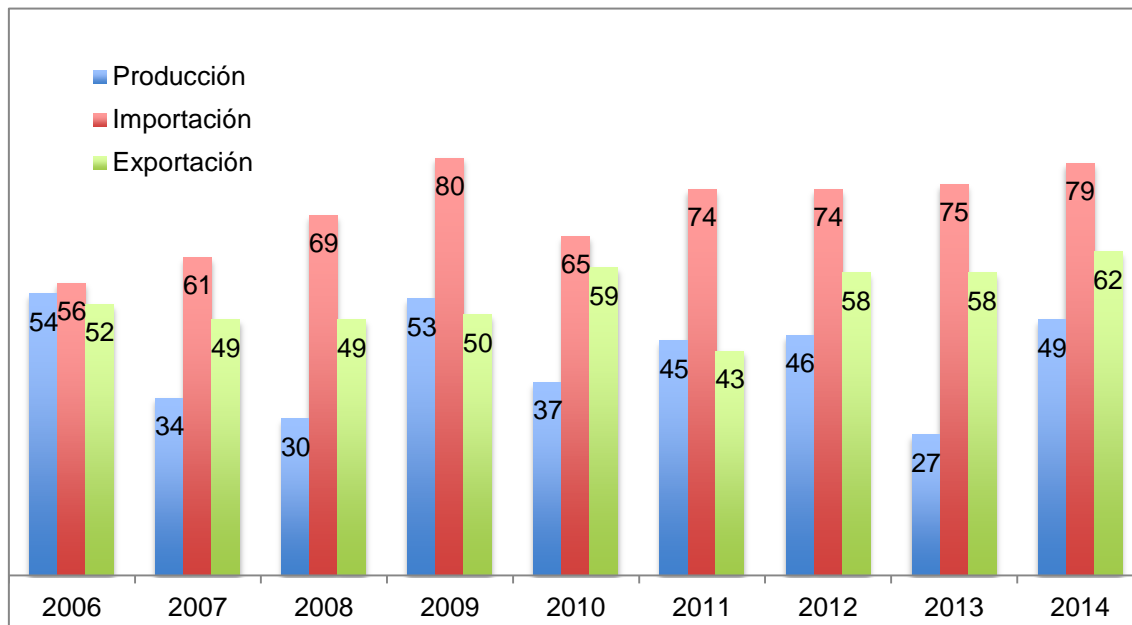


Gráfico 16. Producción, importación y exportación de almendra en España (2006-2014)

Es importante destacar que España es un importador neto de almendra, debido al elevado consumo en dulces tradicionales y la baja producción. Sin embargo, un análisis del mercado denota que la mayor parte de la almendra que se consume en España es importada, procedente sobre todo de California, pues tiene garantía de uniformidad, a diferencia de la Española. La uniformidad de los lotes de almendra es una cuestión fundamental para la industria, pues es un requisito para el funcionamiento de la maquinaria.

Como ya se ha comentado, la almendra española encuentra su destino en la exportación. En países como Alemania, Italia y Francia, además de la industria, es frecuente el consumo de la almendra en fresco o tostada, para lo que no es requisito imprescindible la uniformidad del tamaño. En consecuencia, la almendra española es muy apreciada en estos sitios, pues aunque no es uniforme tiene unas cualidades organolépticas excelentes. En el Gráfico 17 se muestran los principales importadores de almendra española y la cantidad de almendra importada, en miles de toneladas.

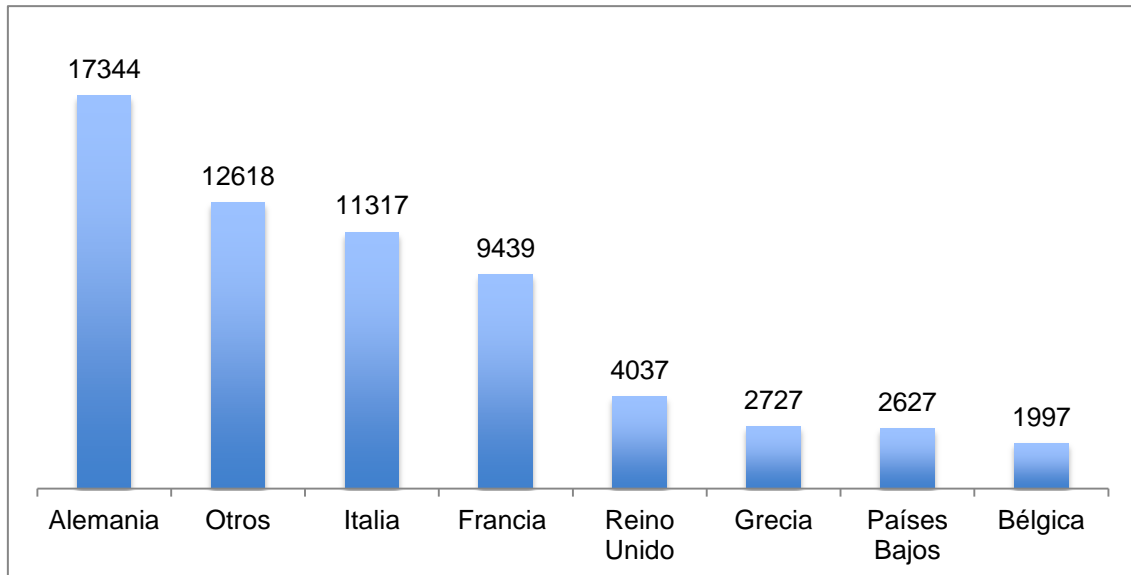


Gráfico 17. Destino de las exportaciones de almendra española y cantidades, en miles de toneladas

4.5. Conclusiones

Se puede concluir que la situación actual del mercado es óptima para la creación de nuevas plantaciones de almendro, debido al elevado precio de la almendra y al aumento del consumo. Esta tendencia, si bien durante el año 2016 se ha ralentizado, se muestra favorable para los próximos años, pues aunque disminuya el precio, la rentabilidad seguirá siendo elevada.

La almendra producida en la explotación objeto del proyecto será comercializada a través de una empresa o cooperativa dedicada al campo de los frutos secos. La almendra será transportada por la empresa con la que se realice el contrato de compra-venta de la producción, quien además se encargará de su acondicionamiento, selección, limpieza y comercialización.

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 es propiedad del promotor, que la tiene arrendada para su explotación a un agricultor de la zona. El precio acordado entre ambas partes es de 314 €/ha y año. El cobro de los derechos de pago básico de la PAC que corresponden a la finca lo realiza el agricultor.

El arrendatario dedica la finca al cultivo de cereales de invierno, leguminosas y oleaginosas, en régimen de regadío. La rotación que sigue actualmente incluye trigo blando, cebada cervecera, guisante de pienso y girasol, si bien no sigue ningún criterio técnico en cuanto a su orden.

El contrato de arrendamiento concluye al fin de agosto del 2016, y a partir de este momento el propietario decide establecer una plantación de almendro, con el fin de incrementar la rentabilidad producida por la finca.

2. Evaluación financiera de la situación actual

Para realizar la evaluación financiera de la situación actual han de considerarse los ingresos y los gastos a los que se halla sometida la finca. El único ingreso que existe en la actualidad es el cobro del arrendamiento, que asciende a 314 €/ha y año.

La finca presenta dos costes anuales. Por una parte el pago del Impuesto de Bienes Inmuebles Rústico al ayuntamiento de Villaumbrales, que asciende a 40 €/ha y año, y por otra parte el pago del canon de uso del agua de riego a la Comunidad de Regantes del Canal de la Nava Sur, que asciende a 100 €/ha y año. Estos gastos corren a cuenta del propietario.

Con ello se determina el beneficio anual que obtiene el agricultor en la situación actual, como se puede observar a continuación:

$$\begin{aligned} \text{Beneficio} &= \text{Ingresos} - \text{Gastos} = 314 \text{ €/ha} \cdot \text{año} - (40 \text{ €/ha} \cdot \text{año} + 100 \text{ €/ha} \cdot \text{año}) \\ &= 174 \text{ €/ha} \cdot \text{año} \end{aligned}$$

$$\text{Beneficio total} = 174 \text{ €/ha} \cdot \text{año} \cdot 38,9 \text{ ha} = 6768,60 \text{ €/año}$$

El promotor obtiene en la actualidad un beneficio de 6768,60 € al año por el arrendamiento de la finca. La justificación del cambio con respecto a la situación actual puede verse reflejada en la variación de los flujos de caja generados por ambas formas de explotación, pre y post-proyecto, calculando el incremento del mismo respecto de la situación actual.

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

ANEJO III: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

ÍNDICE ANEJO III

1. Identificación de alternativas	1
2. Restricciones impuestas por los condicionantes	1
3. Evaluación de alternativas	2
3.1. Alternativas en la elección de la especie	2
3.1.1. Identificación de las alternativas	2
3.1.2. Criterios de valor	2
3.1.3. Evaluación de las alternativas	2
3.1.4. Análisis multicriterio de las alternativas	3
3.1.5. Alternativa elegida	3
3.2. Alternativas en la elección de la variedad	3
3.2.1. Identificación de las alternativas	3
3.2.2. Criterios de valor	4
3.2.3. Evaluación de las alternativas	5
3.2.4. Análisis multicriterio de las alternativas	7
3.2.5. Alternativa elegida	7
3.3. Alternativas en la elección del patrón	8
3.3.1. Identificación de las alternativas	8
3.3.2. Criterios de valor	8
3.3.3. Evaluación de las alternativas	10
3.3.4. Análisis multicriterio de las alternativas	12
3.3.5. Alternativa elegida	13
3.4. Alternativas en la elección del diseño de plantación	13
3.4.1. Alternativas en la elección de la disposición de plantación	13
3.4.1.1. Identificación de las alternativas	13
3.4.1.2. Criterios de valor	14
3.4.1.3. Evaluación de las alternativas	14
3.4.1.4. Análisis multicriterio de las alternativas	14
3.4.1.5. Alternativa elegida	15
3.4.2. Alternativas en la elección de la densidad y marco de plantación	15
3.4.2.1. Identificación de las alternativas	15
3.4.2.2. Criterios de valor	15
3.4.2.3. Evaluación de las alternativas	16
3.4.2.4. Análisis multicriterio de las alternativas	16
3.4.2.5. Alternativa elegida	17
3.4.3. Alternativas en la elección de la orientación de las filas	17
3.4.3.1. Identificación de las alternativas	17
3.4.3.2. Criterios de valor	17
3.4.3.3. Evaluación de las alternativas	18
3.4.3.4. Análisis multicriterio de las alternativas	18
3.4.3.5. Alternativa elegida	19
3.5. Alternativas en la elección del sistema de poda de formación	19
3.5.1. Identificación de las alternativas	19
3.5.2. Criterios de valor	19
3.5.3. Evaluación de las alternativas	19

3.5.4. Análisis multicriterio de las alternativas _____	20
3.5.5. Alternativa elegida _____	21
3.6. Alternativas en la elección del sistema de riego _____	21
3.6.1. Identificación de las alternativas _____	21
3.6.2. Criterios de valor _____	22
3.6.3. Evaluación de las alternativas _____	22
3.6.4. Análisis multicriterio de las alternativas _____	24
3.6.5. Alternativa elegida _____	25
3.7. Alternativas en la elección del sistema de mantenimiento del suelo _____	25
3.7.1. Identificación de las alternativas _____	25
3.7.2. Criterios de valor _____	26
3.7.3. Evaluación de las alternativas _____	27
3.7.4. Análisis multicriterio de las alternativas _____	29
3.7.5. Alternativa elegida _____	29
3.8. Alternativas en la elección del sistema de recolección _____	29
3.8.1. Identificación de las alternativas _____	29
3.8.2. Criterios de valor _____	30
3.8.3. Evaluación de las alternativas _____	30
3.8.4. Análisis multicriterio de las alternativas _____	31
3.8.5. Alternativa elegida _____	31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de efectos para la elección de la especie _____	3
Tabla 2. Matriz de efectos para la elección de la variedad o variedades. _____	7
Tabla 3. Matriz de efectos para la elección del patrón _____	12
Tabla 4. Matriz de efectos para la elección de la disposición de plantación _____	15
Tabla 5. Matriz de efectos para la elección de la densidad de plantación _____	17
Tabla 6. Matriz de efectos para la elección de la orientación de las filas _____	18
Tabla 7. Matriz de efectos para la elección del sistema de poda formación _____	21
Tabla 8. Matriz de efectos para la elección del sistema de riego _____	25
Tabla 9. Matriz de efectos para la elección del sistema de mantenimiento del suelo _____	29
Tabla 10. Matriz de efectos para la elección del sistema de recolección _____	31

1. Identificación de alternativas

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

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

- **Especie.** El promotor desea establecer una plantación de almendros. Se va a estudiar la viabilidad de esta especie respecto a las condiciones climatológicas de la parcela y a la rentabilidad económica. En caso de que el resultado de la evaluación de las alternativas para la especie no fuese favorable para el almendro, se estudiará la posibilidad de implantar una especie distinta.
- **Variedad.** Se determinará la variedad o variedades a implantar en la explotación en base a la época de floración, capacidad productiva, vigor, porte, intensidad de ramificación, autofertilidad, resistencia o tolerancia a plagas y enfermedades, calidad, rendimiento al descascarado, etc.
- **Patrón.** Una vez elegida la variedad o variedades a implantar, se debe determinar el patrón sobre el que se va injertar cada una. Se considerarán su adaptación al suelo, resistencia o tolerancia a los parásitos y enfermedades del suelo, vigor, afinidad con la variedad, etc.
- **Diseño de plantación.** Se van a estudiar las alternativas de disposición de los árboles, marco de plantación, orientación de las líneas, etc.
- **Técnicas de cultivo.** Se considerarán la poda de formación, sistema de riego, sistema de mantenimiento del suelo, etc.

2. Restricciones impuestas por los condicionantes

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

La finca no presenta problemas respecto a los demás condicionantes del medio físico, como el suelo o el agua de riego. El suelo es apto, con una debida preparación, para el cultivo de cualquier especie frutal. La finca se encuentra en una zona de regadío, con disponibilidad de agua de buena calidad.

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

3. Evaluación de alternativas

3.1. Alternativas en la elección de la especie

3.1.1. Identificación de las alternativas

Las alternativas en la elección de la especie que se van a considerar son las siguientes:

- Manzano.
- Peral.
- Ciruelo europeo.
- Cerezo.
- Almendro.

3.1.2. Criterios de valor

Los criterios que se deben tener en cuenta en la elección de la especie frutal son los siguientes:

- Adaptación a las condiciones climáticas.
- Adaptación a las condiciones edáficas.
- Rentabilidad del cultivo.

3.1.3. Evaluación de las alternativas

Las especies frutales de clima templado-frío (manzano, peral, ciruelo europeo y cerezo) tienen unas elevadas exigencias en reposo invernal y una importante resistencia al frío durante el reposo invernal, tolerando sin problemas -15 °C. Sin embargo, son sensibles a los calores estivales fuertes (más de 30 °C).

El almendro presenta unos requerimientos menores de reposo invernal y mayores en calor durante el período de actividad vegetativa.

Las heladas primaverales tardías, que son frecuentes en la zona, pueden ocasionar problemas en la floración y en los frutos recién cuajados. Por ello, es conveniente la elección de especies de floración tardía, como el manzano, el peral, el cerezo y el ciruelo europeo. Las variedades tradicionales de almendro presentan una floración temprana. Sin embargo, las nuevas variedades de almendro de floración extratardía permiten salvar en buena medida este inconveniente.

El suelo de la parcela objeto del proyecto presenta una textura franca, que resulta perfecta para el cultivo frutal. El pH es elevado, pero no se muestran evidencias de problemas de alcalinidad ni salinidad, como se concluye en el Anejo I. Condicionantes. Además, el almendro es un cultivo con una elevada tolerancia a la alcalinidad, por lo que no se esperan problemas al respecto.

En los últimos años se ha producido un incremento notable en el precio de la almendra, tanto en grano como en cáscara. Esto hace que su cultivo sea interesante pues, aún con producciones bajas, se obtiene una rentabilidad elevada.

3.1.4. Análisis multicriterio de las alternativas

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

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

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

Factor	Coeficiente	Manzano	Peral	Ciruelo europeo	Cerezo	Almendro
Clima	2,0	4	3	3	3	3
Suelo	1,5	3	3	3	4	4
Rentabilidad	1,0	2	2	3	3	4
Total		14,5	12,5	13,5	15	16

3.1.5. Alternativa elegida

Una vez comparadas las alternativas y en función del resultado obtenido en el análisis multicriterio, se elige como especie el almendro para la realización de la plantación frutal.

3.2. Alternativas en la elección de la variedad

3.2.1. Identificación de las alternativas

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

A lo largo de la década de los 90 se produjo un notable cambio en el panorama de las variedades cultivadas en España. En Francia el desarrollo de nuevas variedades se llevó a cabo en la Estación Grande Ferrade, del Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), obteniendo las variedades Ferragnès, Ferraduel y Lauranne, entre otras. En España cabe señalar tres núcleos de desarrollo: el CEBAS-CSIC de Murcia, el CITA de Aragón y el IRTA de Cataluña, obteniendo variedades como Guara (una de las más difundidas en España), Antoñeta, Marta, Francolí, Glorieta, Masbovera, Blanquerna y Felisia. Estas variedades han supuesto avances muy importantes en el cultivo, al reducir o eliminar la incidencia de problemas importantes como daños por heladas, baja productividad o sensibilidad a enfermedades.

Recientemente han aparecido nuevas variedades españolas con características muy interesantes, que han empezado a difundirse con rapidez en las plantaciones españolas. Entre ellas cabe destacar Constantí, Marinada, Tarraco y Vairo (IRTA), Belona, Soleta y muy recientemente Mardía (CITA) y Penta y Tardona (CEBAS-CSIC).

Estas nuevas variedades, la mayoría autofértiles y todas de floración tardía o muy tardía, pueden repercutir favorablemente en el incremento del potencial productivo de las nuevas plantaciones de almendro.

Las variedades que se cultivan actualmente en España se dividen en cuatro grupos, que son los siguientes:

- **Variedades españolas clásicas.** Marcona y Desmayo Langueta.
- **Variedades españolas nuevas.** Guara, Glorieta, Masbovera, Francolí, Blanquerna, Felisia, Antoñeta y Marta.
- **Variedades españolas de reciente obtención.** Vairo, Constantí, Marinada, Tarraco, Soleta, Belona, Mardía, Penta y Tardona.
- **Variedades francesas.** Ferragnès, Ferraduel y Lauranne.

3.2.2. Criterios de valor

Los criterios que se van a tener en cuenta para decidir la variedad o variedades a implantar son los siguientes:

- **Época y duración del período de floración.** La época de floración es una de las características más importantes a tener en cuenta. La zona donde se va a ejecutar el proyecto presenta una elevada incidencia de heladas primaverales. Cuanto más tardía sea la floración, mejor se adaptará la variedad a las condiciones climáticas de la zona. La duración del período de floración es importante desde el punto de vista de la polinización. Un período amplio de floración puede suponer mayor probabilidad de que parte de las flores se encuentren en condiciones apropiadas para la polinización y la fecundación, lo que conlleva que el proceso pueda desarrollarse con normalidad. No obstante, una floración excesivamente larga o amplia implica un mayor riesgo de sufrir daños por helada.
- **Capacidad productiva y tendencia a la vecería.** 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 adecuada para equilibrar y mantener estable la carga de frutos.
- **Vigor, porte e intensidad de ramificación.** El porte y el vigor del árbol influyen en muchos aspectos del manejo de la plantación. El vigor de la variedad puede condicionar, en cierta medida, la elección del patrón, en lo que al vigor se refiere, así como el marco de plantación a establecer. Los árboles con un vigor excesivo son difíciles de manejar y requieren un marco de plantación más amplio, lo que puede suponer una menor producción por ha. Variedades de porte excesivamente abierto dificultan las podas de formación y fructificación y pueden llegar a impedir una correcta mecanización del cultivo. En cambio aquellas variedades de porte más erguido facilitan la mecanización, pero pueden ser más exigentes en poda para permitir una correcta aireación e iluminación del árbol.
- **Autofertilidad.** En el caso del almendro existen variedades autofértiles y autoestériles. En el primer caso no es necesaria la implantación de una variedad polinizadora, pues las flores son capaces de fecundarse con su propio polen. Si la variedad es autoestéril es necesario implantar una variedad polinizadora, en menor proporción que la principal.

- **Resistencia o tolerancia a plagas y enfermedades.** Es interesante elegir variedades que presenten una cierta resistencia o tolerancia a las plagas y enfermedades más frecuentes del almendro. Ésta es una característica muy variable entre las distintas variedades de almendro.
- **Calidad.** El destino de la producción es fundamentalmente la industria. El mercado de la almendra se fundamenta en dos destinos: el consumo de la almendra tostada y la producción de dulces tradicionales (turrón, mazapán y polvorones). En función del destino se requieren unas características concretas de la almendra. Así, la almendra más apreciada y que mayor valor alcanza es la variedad Marcona, cuyo destino es la fabricación de dulces, fundamentalmente turrón. Variedades similares a Marcona en cuanto a su forma, tamaño, contenido en grasa y características organolépticas pueden alcanzar un precio de venta mayor.
- **Rendimiento al descascarado.** El rendimiento al descascarado es la relación en tanto por ciento entre el peso de la almendra en grano y la almendra con cáscara. En consecuencia, interesan variedades con un elevado rendimiento al descascarado.

3.2.3. Evaluación de las alternativas

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

Variedades españolas clásicas

- **Marcona.** Variedad originaria de Alicante. Es un árbol de vigor y porte medio, con abundante ramificación. Autoestéril, de floración temprana y sensible a las heladas. Variedad productiva pero exigente en abonado, labores y poda. Madurez media, muy prolongada. El fruto es casi redondo, de cáscara muy dura. Grano redondo, de tamaño medio a grande, muy dulce y muy apreciado por el consumidor. Su cultivo se encuentra en regresión.
- **Desmayo Largueta.** Variedad originaria de Huesca, Lérida o Tarragona. Árbol de vigor medio y porte llorón, lo que dificulta la poda. Autoestéril, de floración muy temprana y prolongada. Productividad alta y madurez tardía. Fruto alargado con la cáscara dura. Semilla también alargada, de tamaño medio a grande, con un excelente sabor. Al igual que Marcona, se encuentra en regresión.

Variedades españolas nuevas

- **Guara.** Variedad obtenida en lo que es actualmente el CITA de Aragón, como selección clonal de Tuono. Es un árbol de vigor y porte medio, poco ramificado, fácil de formar y de podar. Se trata de una variedad autofértil, de floración tardía, con una productividad elevada y muy regular, con una madurez temprana. Da frutos de cáscara dura y semilla de tamaño medio a grande, con un elevado rendimiento al descascarado. Elevado porcentaje de almendras dobles bajo determinadas condiciones de cultivo. Variedad muy difundida en España.
- **Glorieta, Masbovera y Francolí.** Las tres variedades provienen del IRTA de Cataluña, obtenidas a partir de la variedad italiana Cristomorto. Glorieta y Masbovera son autoestériles, mientras que Francolí es autofértil. Se trata de variedades de floración tardía, con una buena productividad, buen rendimiento al descascarado y escaso porcentaje de almendras dobles. La variedad Francolí es una de las más interesantes debido a su buena productividad. Ninguna ha tenido una difusión importante.

- **Blanquerna y Felisia.** Ambas son variedades autofértiles, obtenidas en lo que actualmente es el CITA de Aragón. Blanquerna destaca por su productividad y buena calidad de semilla, siendo de floración media y madurez muy temprana. Felisia, por su parte, es de floración muy tardía, aunque de tamaño de pepita pequeño.
- **Antoñeta y Marta.** Se trata de dos variedades obtenidas en el CEBAS-CSIC de Murcia. Ambas son fruto del cruce entre Ferragnès y Tuono. Son variedades autofértiles, de floración tardía, elevada productividad y ausencia de semillas dobles. Las semillas son de buen tamaño y de alta calidad, con un buen rendimiento al descascarado. Son adecuadas, tanto para secano como para regadío.

Variedades españolas de reciente obtención

- **Vairo, Constantí, Marinada y Tarraco.** Todas son variedades obtenidas en el IRTA de Cataluña, registradas en el año 2005. Vairo es una variedad muy vigorosa, con una elevada capacidad productiva, autofértil y de buen fruto. Parece tener una buena tolerancia a la sequía y a *Fusicoccum*. Constantí es vigorosa, con una buena capacidad productiva, autofértil, de floración tardía y madurez media. Marinada es una variedad de vigor medio, con una excelente capacidad productiva, autofértil y de floración muy tardía. Por último, Tarraco presenta un vigor medio, es autoestéril, con una floración muy tardía. Los frutos son grandes y de buena calidad. Se considera tolerante a enfermedades criptogámicas.
- **Soleta y Belona.** Se trata de variedades obtenidas en el CITA de Aragón, procedentes del cruce entre Blanquerna y Belle D'Aurons. Presentan unas características de la semilla similares a Desmayo Larguetay Marcona, respectivamente, lo que las hace ser una buena alternativa a las mismas. La floración es tardía, tienen una buena tolerancia a las heladas y son autocompatibles.
- **Mardía.** Es una de las variedades de más reciente obtención en el CITA de Aragón. Procede de un cruce entre Felisia y Bertina. Es un árbol de porte semierecto, de vigor medio. Es la variedad de almendro de floración más tardía, unos 20 días después de Guara (en la Meseta Norte a mediados del mes de abril). Flores pequeñas, localizadas sobre ramos de mayo y ramos mixtos, siendo autocompatible. Presenta una buena productividad. El fruto es de cáscara dura, de forma acorazonada, con un rendimiento al descascarado del 24%. La semilla también es acorazonada, de sabor muy agradable y de fácil pelado.
- **Penta y Tardona.** Son variedades obtenidas en el CEBAS-CSIC de Murcia. Presentan una floración extratardía, que unida a su autofertilidad y buena productividad las permiten implantarse en zonas frías. Penta tiene una madurez temprana y Tardona es de madurez media.

Variedades francesas

- **Ferragnès.** Variedad obtenida por el INRA francés, cruce de Cristomorto y Ai. Es un árbol de vigor medio a alto, de porte vertical, ligeramente abierto, fácil de formar y podar. Es una variedad autoestéril, de floración tardía, con una elevada productividad. El grano es de buena calidad, grande y alargado, pero responde mal al descascarado y es difícil de pelar. Muy difundida por la zona del Mediterráneo en regadío.
- **Ferraduel.** Se trata, al igual que Ferragnès, de un cruce entre Cristomorto y Ai, obtenido en el INRA de Francia. Es un árbol de vigor medio, de porte abierto y algo difícil de podar. Es autoestéril, de floración tardía, entrada en producción muy

rápida y elevada productividad, especialmente en regadío. Grano de tamaño medio-grande, cubierto por una cáscara dura. Variedad difundida entre los países mediterráneos, en regadío y en suelos fértiles.

3.2.4. Análisis multicriterio de las alternativas

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

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

Tabla 2. Matriz de efectos para la elección de la variedad o variedades.

Factor	Coficiente	Guara	Francolí	Antoñeta	Tarraco	Soleta	Belona	Penta	Mardía	Ferragès	Ferraduel
Época y duración de la floración	2,0	3	3	3	4	3	3	5	5	4	3
Producción	1,5	4	4	4	5	4	3	5	5	4	4
Vigor, porte y ramificación	1,0	3	4	3	4	3	3	4	4	4	4
Autofertilidad	0,5	4	4	4	2	3	4	4	4	2	2
Resistencia a plagas y enfermedades	0,5	3	3	4	4	3	4	3	4	3	3
Calidad del fruto	1,0	4	3	4	4	4	4	3	5	4	4
Rendimiento al descascarado	1,0	3	3	4	4	4	4	3	2	4	3
Total		25,5	25,5	27	30,5	26	25,5	31	32,5	28,5	25,5

3.2.5. Alternativa elegida

Se van a implantar dos variedades en la explotación, que son aquellas que han obtenido una mayor puntuación: Mardía, con 32,5 puntos, seguida de Penta, con 31 puntos.

La floración de Mardía es extratardía. En la zona de la Meseta Norte se produce aproximadamente en la segunda quincena de abril. Esta característica puede permitir evitar en muchos casos la incidencia de heladas primaverales tardías que pongan en riesgo la floración y el cuajado de los frutos. Su capacidad productiva es elevada y constante, cualidades fundamentales en una plantación comercial. Es una variedad autofértil, por lo que no es necesario instalar una variedad polinizadora para garantizar la polinización, asegurando una mayor uniformidad en la cosecha.

Los árboles son de porte semierecto y vigor medio, lo que puede permitir aumentar la densidad de árboles si se injerta sobre un patrón que no sea muy

vigoroso. La resistencia o tolerancia a plagas y enfermedades es ligeramente superior a otras variedades también interesantes, como Penta.

Una característica muy interesante de la variedad *Mardía* es la elevada calidad de la semilla. Presenta semillas de peso medio, forma acorazonada y sabor muy agradable, con características similares a *Marcona*. La cáscara es dura y no presenta almendras dobles. Sin embargo el rendimiento al descascarado es ligeramente bajo, en torno a un 24 %.

Penta, por su parte, presenta unas características agronómicas similares a *Mardía*. Se trata de una variedad de vigor medio, porte intermedio y ramificación equilibrada. Es autofértil, con una elevada intensidad de floración. La floración se da 3 días antes que *Mardía*, siendo, por tanto, de floración extratardía, lo que permite evitar en buena medida las heladas primaverales. Los frutos son de buena calidad, similares a los de *Mardía*, pero con un rendimiento al descascarado mayor, en torno al 27 %. La fecha de madurez se da una semana antes que *Mardía* (en la Meseta Norte, en torno a la última semana de septiembre), cuestión interesante pues permite escalonar la recolección.

3.3. Alternativas en la elección del patrón

3.3.1. Identificación de las alternativas

De forma tradicional el almendro se ha cultivado sobre sus propias raíces o sobre patrones francos de almendro, obtenidos de semilla. Esta práctica estaba justificada por las condiciones de cultivo presentes en la mayoría de las plantaciones: suelos áridos, pobres y fuertemente básicos, para los que el almendro presenta una buena aptitud. Sin embargo, en la actualidad existen otros patrones que se adaptan mejor a suelos más fértiles y húmedos: francos de melocotonero, híbridos de almendro x melocotonero y ciruelos de crecimiento lento. Estos patrones permiten obtener cosechas más abundantes, además de mejorar la adaptación del almendro a suelos fértiles y en condiciones de regadío.

El almendro es una especie que dispone de un cierto abanico de patrones. Entre ellos cabe citar los siguientes:

- Patrones francos de almendro.
- Patrones francos de melocotonero.
- Patrones híbridos almendro x melocotonero.
- Patrones de ciruelos de crecimiento lento.

3.3.2. Criterios de valor

La elección del patrón es una cuestión fundamental en la planificación del cualquier cultivo frutal. El patrón ejerce de intermediario entre el suelo y la variedad. Es conveniente un buen conocimiento de los distintos tipos de patrones disponibles para determinar cuál es el que presenta unas características más favorables de adaptación al medio de cultivo y a la variedad elegida (*Mardía*).

Adaptación al suelo

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

- **Resistencia a la clorosis.** Los patrones empleados en el cultivo del almendro son variables en cuanto a su resistencia a la clorosis. Los patrones francos de almendro, al igual que los híbridos almendro x melocotonero, presentan una resistencia elevada a la caliza activa del suelo. Sin embargo, los patrones francos de melocotonero son muy sensibles a la clorosis. El suelo de la parcela objeto del proyecto no presenta unos niveles importantes de caliza activa, aunque el pH es marcadamente básico. Conviene, por tanto, seleccionar un patrón que sea, al menos, tolerante a la caliza activa, y que vegete bien en suelos básicos.
- **Resistencia o tolerancia a la asfixia radicular.** El suelo de la finca donde se va a establecer el proyecto no presenta problemas de encharcamiento. Es un suelo de textura franco-arenosa, con buena permeabilidad, por lo que no se deben producir problemas de asfixia radicular. Sin embargo, parcelas cercanas a la finca sí presentan algún problema de encharcamiento.
- **Resistencia a la sequía.** La plantación va a contar con un sistema de riego que permita suplir el déficit hídrico producido durante la actividad del árbol. La resistencia o tolerancia a la sequía no es un factor fundamental en la elección del patrón, aunque puede ser una característica interesante cuando se aplican programas de riego deficitario.
- **Anclaje al suelo.** Una de las funciones básicas del sistema radicular es garantizar el anclaje del árbol al suelo. Para poder mecanizar correctamente el cultivo es necesario que los árboles presenten un sistema radicular fuerte que impida su descuaje cuando se realizan algunas labores de cultivo como la recolección.
- **Resistencia o tolerancia a los parásitos y enfermedades del suelo.** Inicialmente en la plantación no se deberían producir problemas por ataque de parásitos del suelo, pues los cultivos precedentes no están relacionados con el almendro. 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.

Factores agronómicos

Se deben tener en cuenta una serie de características del patrón que van a influir de forma decisiva sobre el comportamiento y el manejo del árbol. Las más importantes son las siguientes:

- **Vigor.** El vigor del patrón debe estar en consonancia con el vigor de la variedad. 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 escaso vigor puede originar problemas en la formación y en la poda de los árboles y ocasionar bajas producciones. Se debe seleccionar un patrón en consonancia con el vigor de la variedad, que proporcione al árbol un desarrollo adecuado para obtener producciones elevadas, facilidad de poda y buena mecanización de las operaciones de cultivo.
- **Afinidad con la variedad.** En algunas especies frutales son frecuentes los problemas de compatibilidad entre variedad y patrón. Este tipo de problemas no son evidentes hasta pasado un tiempo desde el establecimiento de la plantación, por lo que son muy difíciles de solucionar. Frecuentemente la única solución es arrancar los árboles afectados y sustituirlos por otros. Por ello, es vital seleccionar un patrón que presenten una buena afinidad con las variedades elegidas, en este caso Mardía y Penta.

- **Influencia en el comportamiento del árbol.** En función del vigor y de las características intrínsecas del patrón, éste puede acelerar o retrasar la entrada en producción del árbol, puede mejorar la calidad y el tamaño de los frutos e inducir o no precocidad en la madurez.

Otros factores

Otros factores a tener en cuenta en la elección del patrón pueden ser los siguientes:

- **Facilidad de propagación.** La facilidad de propagación del patrón puede influir en el número de marras y en el precio del plantón. Los patrones con dificultades de propagación son más caros y pueden originar problemas en el desarrollo inicial de los árboles.
- **Homogeneidad.** Los patrones obtenidos mediante multiplicación vegetativa, es decir, que son genéticamente idénticos, presentan el mismo vigor y desarrollo. Las plantaciones homogéneas son más fáciles de mecanizar que aquéllas en las que los árboles presentan un desarrollo irregular.

3.3.3. Evaluación de las alternativas

En el cultivo del almendro se pueden utilizar cuatro tipos de patrones: almendro franco, melocotonero franco, híbridos almendro x melocotonero y ciruelos de crecimiento lento. Esta variedad de patrones permite adaptar el almendro a distintas condiciones de cultivo. A continuación se presenta un análisis de cada uno de los tipos de patrones del almendro.

Patrones francos de almendro

Los patrones francos de almendro se obtienen a partir de semilla, por lo que presentan un sistema radicular profundo y pivotante. Tradicionalmente se han obtenido de semillas de almendra amarga, pero en la actualidad en España la variedad más usada con este fin es Garrigues. Otorgan al árbol una gran resistencia a la sequía y a la clorosis, siendo patrones muy rústicos y vigorosos. Son patrones adecuados para terrenos secos y clorosantes, en condiciones de secano. Confieren una gran longevidad a la plantación y presentan buena compatibilidad con todas las variedades de almendro.

Los patrones francos de almendro, sin embargo, presentan una serie de problemas que los hacen poco recomendables en determinadas condiciones de cultivo. Estos patrones inducen una lenta entrada en producción y pueden ocasionar ciertas dificultades para el trasplante. Son muy sensibles a la asfixia radicular y del cuello y exigen suelos sueltos, profundos y bien drenados. No son patrones adecuados para el cultivo del almendro en regadío. Presentan una elevada heterogeneidad, como consecuencia de obtenerse a partir de semilla.

Patrones francos de melocotonero y selecciones clonales

Los patrones francos de melocotonero se obtienen, al igual que los anteriores, de semilla. Inducen un vigor elevado, una buena longevidad a los árboles y producciones elevadas y constantes. Como consecuencia de haber sido obtenidos de semilla presentan un sistema radicular muy desarrollado, de forma pivotante, que confiere un buen anclaje a los árboles. Presentan una buena compatibilidad con todas las variedades de almendro. Son patrones adecuados para terrenos fértiles, sueltos, frescos, profundos y no calizos.

Como inconvenientes pueden presentar cierta heterogeneidad, que se ha solucionado con las selecciones del patrón franco. Tienen una elevada sensibilidad a la asfixia radicular y a la clorosis férrica. Además, son sensibles a *Agrobacterium*, *Armillaria*, fatiga del suelo (problemas de replantación) y a la presencia de nematodos en el terreno.

Para paliar algunos de estos inconvenientes, en los últimos años se han realizado selecciones de los patrones francos de melocotonero. Al ser selecciones clonales presentan una completa homogeneidad. Se ha conseguido obtener selecciones con vigores diversos (pero elevados), un mejor comportamiento frente a la asfixia y la clorosis y resistencia a ciertos parásitos del suelo (nematodos y *Agrobacterium*). Las selecciones más importantes son INRA GF-305, Montclar, Nemaguard y Nemared, siendo estos dos últimos resistentes a ciertas especies de nematodos.

Patrones híbridos almendro x melocotonero

Los híbridos de almendro x melocotonero se obtienen del cruzamiento de distintas variedades de almendros y melocotoneros, con la finalidad de obtener patrones con características intermedias.

Los patrones híbridos de almendro x melocotonero presentan un elevado vigor y rusticidad. Son muy resistentes a la sequía y a la clorosis, tolerando en torno a un 12-14 % de caliza activa en el suelo. Tienen un buen comportamiento en terrenos secos y con escasa fertilidad y confieren uniformidad y regularidad en las plantaciones. Presentan una buena compatibilidad con todas las variedades de almendro.

En la mayoría de los casos el vigor que inducen a los árboles puede ser excesivo, produciendo árboles demasiado grandes. El vigor de estos patrones es mayor que el de los francos de almendro y de melocotonero. Son sensibles a la asfixia radicular, aunque algo menos que los patrones francos de almendro. Son muy sensibles a *Agrobacterium tumefaciens* y, algunas selecciones, al ataque de nematodos. Algunos son difíciles de propagar mediante estaquillado.

En la actualidad el clon INRA GF-677, de origen francés, es el patrón más empleado en las plantaciones de almendro españolas.

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

Rootpac-40 es más tolerante a la asfixia radicular que la mayoría de melocotoneros e híbridos almendro x melocotonero y presenta una tolerancia moderada a la clorosis y a la salinidad. Es moderadamente tolerante al ataque de nematodos agalladores, aunque es susceptible al ataque de nematodos lesionadores. Es sensible a *Agrobacterium tumefaciens*, al igual que GF-677.

Patrones de ciruelos de crecimiento lento

Los patrones de ciruelos de crecimiento lento presentan características que los hacen interesantes para su uso en suelos compactos y asfixiantes, siendo el único tipo de patrones del almendro que se adapta bien a estas condiciones. Son patrones no demasiado vigorosos, que adelantan la madurez. Presentan una resistencia aceptable (pero no buena) a la clorosis, y algunos pueden presentar una cierta tolerancia a la salinidad.

Sin embargo, son sensibles a la sequía, y requieren una mayor fertilidad del suelo. Son propensos a emitir rebrotes de raíz. Presentan una compatibilidad irregular con las variedades de almendro, siendo incompatibles con algunas de ellas. En caso de su uso, es necesario conocer la compatibilidad entre patrón y variedad.

Las selecciones más empleadas en el cultivo del almendro son los Pollizos de Murcia (*Prunus insititia*). Los más destacados son Monpol, Montizo y Adesoto-101.

3.3.4. Análisis multicriterio de las alternativas

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

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

Tabla 3. Matriz de efectos para la elección del patrón

Factor	Coeficiente	Francos de almendro	Selecciones de francos de melocotonero	Híbridos almendro x melocotonero		Ciruelos de crecimiento lento	
				INRA GF-677	Rootpac-40		
Adaptación al suelo	Clorosis	1,0	4	2	4	4	3
	Asfixia radicular	1,0	1	3	2	3	4
	Sequía	1,0	5	3	4	4	2
	Anclaje	0,5	5	4	5	5	3
	Parásitos y enfermedades	1,0	3	1	2	3	3
Factores agronómicos	Vigor	1,5	3	3	2	3	3
	Afinidad	1,0	5	5	5	5	3
	Influencia en el árbol	1,5	3	4	4	4	4
Otros factores	Facilidad de propagación	0,5	4	4	2	4	2
	Homogeneidad	0,5	2	4	4	4	4
Total			32,5	30,5	31,5	36	30

3.3.5. Alternativa elegida

El patrón con mayor puntuación es Rootpac-40. Se trata de un patrón de reciente obtención, adecuado para plantaciones en regadío.

Este patrón presenta una cierta tolerancia a la asfixia radicular, no buena pero sí mayor que GF-677. Además, presenta una tolerancia intermedia a la sequía entre los patrones francos de almendro y los francos de melocotonero. En cuanto a la tolerancia a la clorosis y a la salinidad, se caracteriza por ser media, en ambos casos.

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

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

En conclusión, Rootpac-40 es el patrón más adecuado para su uso en la explotación. Las características más importantes son su reducido vigor, respecto a GF-677, su buena adaptación al regadío y su perfecta compatibilidad con las variedades de almendro *Mardía* y *Penta*.

3.4. Alternativas en la elección del diseño de plantación

El diseño de la plantación engloba la disposición, la densidad y 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.

3.4.1. Alternativas en la elección de la disposición de plantación

El diseño y la realización de una plantación frutal moderna exigen distribuir los árboles en la parcela de forma regular. La disposición uniforme de los árboles busca conseguir un aprovechamiento racional de la superficie de la parcela, una estética en la plantación y una mayor facilidad y economía en la realización de las diversas labores de cultivo.

3.4.1.1. Identificación de las alternativas

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

- **Marco real.** Los árboles se disponen en los vértices de cuadrados. El marco de plantación es el lado del cuadrado.
- **Disposición rectangular o en líneas.** Los árboles van dispuestos en los vértices de rectángulos. El marco de plantación está definido por las dimensiones de los lados del rectángulo.
- **Disposición al tresbolillo.** Los árboles van colocados en los vértices de triángulos equiláteros. En esta disposición el marco de plantación es el lado del triángulo.

3.4.1.2. 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 busca obtener una densidad alta en la plantación para aprovechar al máximo la superficie del terreno disponible.
- **Vigor de los árboles.** Se ha de elegir la disposición a la que mejor se adapte el vigor de la combinación patrón-variedad seleccionada.
- **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.
- **Exposición a la luz solar.** En las plantaciones en secano el factor que limita en mayor medida la producción es la disponibilidad de agua. Sin embargo, en plantaciones de regadío, el factor más limitante es la exposición a la luz solar, por lo que la disposición de plantación debe garantizar una buena iluminación de la masa foliar y evitar, en la medida de lo posible, el sombreado entre los árboles.
- **Sistema de poda de formación.** Se analizará la influencia de la disposición de los árboles en la elección del sistema de poda de formación.

3.4.1.3. Evaluación de las alternativas

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

- **Marco real.** Es la disposición de plantación más empleada en las plantaciones de almendro de secano. Esta disposición posibilita un aprovechamiento racional del terreno, permitiendo realizar labores cruzadas. Es una disposición adecuada para terrenos llanos, plantaciones poco densas, árboles formados en vaso y condiciones de secano.
- **Disposición rectangular o en líneas.** El sistema rectangular o en líneas es la disposición más empleada en la actualidad en plantaciones de almendro en regadío y de densidad media o elevada. Esta disposición permite dejar una calle suficientemente amplia para el paso del tractor con distintos aperos.
- **Disposición al tresbolillo.** Con esta disposición se consigue un aprovechamiento muy bueno del terreno. A igual marco de plantación que en el marco real se consigue una mayor densidad de árboles, pero con una más difícil mecanización. En el caso del almendro, esta disposición se ha empleado muy poco.

3.4.1.4. 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 plantación

Factor	Coficiente	M. Real	D. Rectangular	D. Tresbolillo
Densidad	2,0	2	4	4
Vigor	1,5	4	3	3
Mecanización	1,5	4	4	3
Exposición a la luz	1,0	5	4	3
Sistema de poda	1,0	5	4	3
Total		26	26,5	23

3.4.1.5. Alternativa elegida

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

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

3.4.2.1. Identificación de las alternativas

La densidad de plantación es el número de árboles que entran en una hectárea de terreno. Se trata de uno de los parámetros que más ha evolucionado desde las plantaciones de almendro tradicionales hasta las actuales.

En función de la densidad de plantación que se elija se debe determinar el marco de plantación más adecuado. Las opciones en la elección de la densidad de plantación son la siguientes:

- **Plantaciones tradicionales o de baja densidad.** Es la opción desarrollada en las plantaciones tradicionales de almendro. Su densidad no supera en muchos casos los 150-160 árboles/ha.
- **Plantaciones semiintensivas.** Esta alternativa se emplea en la mayoría de las nuevas plantaciones españolas. La densidad de plantación suele oscilar entre 250 y 400 árboles/ha.
- **Plantaciones de alta densidad.** En este tipo de plantaciones, poco frecuentes en España, las densidades son aún más elevadas, siendo superiores a los 1500 árboles/ha.

3.4.2.2. 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. Conviene, por tanto, establecer plantaciones de la mayor densidad posible para maximizar la rentabilidad de la explotación.
- **Vigor de los árboles.** El vigor resultante de la combinación del patrón y la variedad determina el tamaño del árbol. La densidad de plantación debe ser tal que permita un buen aprovechamiento del terreno, al tiempo que una separación

suficiente entre los árboles para poder realizar adecuadamente, de forma mecánica, las labores del cultivo y evitar sombreamientos entre los árboles.

Mardía y Penta, las variedades que se van a establecer en la plantación, son de vigor medio. Por su parte, el patrón Rootpac-40 posee un vigor medio-elevado, entre un 25 y un 30 % inferior a GF-677. En consecuencia, es de esperar que los árboles resultantes sean de vigor medio-elevado. Esta combinación permite establecer plantaciones semiintensivas.

- **Sistema de poda de formación.** Se debe considerar el volumen que ocupa cada árbol en función de su sistema de poda de formación. La formación en vaso, que es la más empleada en las plantaciones de almendro, requiere una separación entre árboles mayor que otros sistemas de poda de formación como el eje central.
- **Sistema de recolección.** La recolección es la operación de cultivo en la que se emplea maquinaria de mayor tamaño. En la plantación se va a emplear una cosechadora integral. La anchura de las calles debe ser tal que permita la circulación de la maquinaria. La separación entre árboles no es un problema, pues funcionan en continuo.

3.4.2.3. Evaluación de las alternativas

- **Plantaciones tradicionales o de baja densidad.** En este tipo de plantaciones, con un número de pies reducido, se pueden emplear árboles de vigor elevado, dado que la distancia entre estos permite su crecimiento, así como una adecuada mecanización de las operaciones de cultivo. El sistema de formación más adecuado en estas plantaciones es el vaso. Sin embargo, el potencial productivo de estas plantaciones tradicionales, poco densas, es relativamente bajo.
- **Plantaciones semiintensivas.** 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 sombreos y facilitar la mecanización del cultivo. Al igual que en el caso de las plantaciones tradicionales, el sistema de poda de formación más adecuado es el vaso. El potencial productivo de estas plantaciones semiintensivas es más elevado, aunque la inversión inicial es mayor. A pesar de ello, la rentabilidad es mayor.
- **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 eje central. El potencial productivo es muy elevado, al igual que la mecanización del cultivo. Sin embargo, la inversión inicial es muy elevada, lo que puede suponer un descenso de la rentabilidad si no se realiza un manejo adecuado del cultivo. Este tipo de plantaciones aún se encuentran en fase experimental.

3.4.2.4. Análisis multicriterio de las alternativas

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

La Tabla 5 muestra la matriz de efectos para las densidades de plantación consideradas. Cada característica se puntúa en una escala de 1 (muy desfavorable) a 5 (muy favorable). Los coeficientes de ponderación pueden ser 0,5, 1,0, 1,5 y 2,0, en función de la importancia relativa del factor en cuestión. 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	Coefficiente	P. Tradicional	P. Semiintensiva	P. Alta densidad
Productividad	2,0	2	4	5
Vigor	1,5	4	4	2
Sistema de poda	1,0	4	4	3
Sistema de recolección	0,5	3	4	4
Total		15,5	20	18

3.4.2.5. Alternativa elegida

Una vez comparadas las alternativas y en función del resultado obtenido en el análisis multicriterio, se opta por elegir para la plantación en proyecto un marco de plantación de 6 x 5 m, que permite obtener una densidad de plantación de 333 árboles/ha.

Este marco de plantación permite formar los árboles en vaso y el uso de cosechadoras integrales para realizar la recolección sin problemas. La producción es mayor que en las plantaciones tradicionales, aunque no tan elevada como en las plantaciones de alta densidad. Sin embargo, la inversión inicial es menor que en estas últimas, lo que repercute en una mayor rentabilidad y más corto plazo de retorno de la inversión.

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

3.4.3.1. Identificación de las alternativas

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

- **N-S.** Es la orientación de uno de los lados menores de la parcela, y perpendicular a otro. El aprovechamiento de la parcela es bueno, permitiendo optimizar las operaciones de cultivo.
- **E-O.** Es la orientación de uno de los lados menores de la parcela, y perpendicular a otro. Permite aprovechar adecuadamente el terreno, permitiendo así mismo realizar las operaciones de cultivo en un tiempo razonable.
- **NNE-SSO.** Es la orientación del lado mayor de la parcela. Permite un mejor aprovechamiento del tiempo a la hora de realizar las operaciones de cultivo.

3.4.3.2. Criterios de valor

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

- **Iluminación.** Es interesante que la iluminación sea lo más uniforme posible en todo el contorno de los árboles.
- **Dirección de los vientos dominantes.** Las líneas de los árboles se han de colocar perpendiculares a la dirección del viento dominante en la zona, en la medida de lo posible, siempre que éstos tengan una cierta intensidad.

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

3.4.3.3. Evaluación de las alternativas

La iluminación debe ser lo más uniforme posible alrededor de los árboles para mantener y conseguir un buen equilibrio de la vegetación y maximizar la producción. Debido al empleo de un marco amplio (6 x 5 m) y el sistema de poda de formación en vaso, la iluminación es bastante uniforme en cualquiera de las orientaciones.

Los vientos dominantes tienen dirección Nornordeste-Sudsudoeste, que coincide con la orientación del lado mayor de la parcela. Sin embargo, la intensidad de los vientos dominantes es baja, por lo que no es imprescindible orientar las filas de árboles de forma perpendicular para evitar los problemas que pueden generar los vientos de elevada intensidad.

La orientación Norte-Sur aprovecha de forma óptima el terreno, pues es la orientación de un lado de la parcela, y otro lado es perpendicular a ésta. Si bien la longitud máxima de las filas se consigue con la orientación Nornordeste-Sudsudoeste, con la orientación Norte-Sur se consigue mayor uniformidad en la distribución de las filas, que repercute en menos tiempos muertos a la hora de realizar las labores.

En relación a la orientación Este-Oeste, presenta las mismas ventajas que la orientación Norte-Sur. Además, esta orientación permite distribuir las dos variedades (Mardía y Penta) de forma más adecuada en el terreno, pues es más fácil establecer los distintos sectores de riego, independientes para cada variedad.

3.4.3.4. 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	Coeficiente	Norte-Sur	Este-Oeste	Nornordeste-Sudsudoeste
Iluminación	0,5	4	4	4
Vientos dominantes	0,5	3	4	4
Aprovechamiento terreno	1,5	4	3	3
Total		9,5	8,5	8,5

3.4.3.5. Alternativa elegida

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

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

3.5.1. Identificación de las alternativas

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

- Vaso de pisos.
- Vaso arbustivo.
- Eje central.

3.5.2. Criterios de valor

Los criterios a tener en cuenta en la elección del sistema de poda de formación son los siguientes:

- **Material vegetal elegido.** El sistema de poda de formación está condicionado por la tendencia natural de crecimiento del árbol y por el vigor de la combinación variedad-patrón.
- **Densidad de plantación.** El sistema de poda de formación condiciona en gran medida el tamaño final del árbol y, por tanto, el número de árboles que entran en una hectárea de plantación. El tamaño de los árboles, influido por el sistema de poda de formación, debe estar en consonancia con la densidad de plantación elegida.
- **Facilidad para realizar las operaciones de cultivo.** La forma y tamaño de los árboles debe permitir una adecuada mecanización del cultivo.
- **Características propias del sistema de formación.** Se deben tener en cuenta las características intrínsecas de cada sistema de formación, como el tamaño final de los árboles, la facilidad de poda o la rapidez de formación y de entrada en producción.

3.5.3. Evaluación de las alternativas

- **Vaso de pisos.** Los árboles constan de un tronco más o menos corto (en el caso del almendro unos 90-100 cm) y vertical, del que parten tres brazos o ramas principales, uniformemente repartidas alrededor del tronco, y dispuestas en el mismo de forma escalonada (10-20 cm entre sus puntos de inserción). Sobre cada una de estas ramas principales se insertan, de forma escalonada, tres o cuatro ramas secundarias, formando los correspondientes pisos. Es el sistema más habitual en las plantaciones de almendro.

Las ventajas de este sistema son las siguientes:

- Grandes posibilidades de adaptación a una amplia gama de vigores.
- Buen equilibrio estructural.

- No necesita el empleo de elementos de apoyo auxiliares para la formación y mantenimiento del árbol.
- Presenta facilidades para la recolección mecanizada con cosechadora integral.

Como inconvenientes, este sistema tiene una lenta entrada en producción y una difícil formación de los árboles. Además, si no se realiza adecuadamente, puede conllevar una deficiente iluminación de la parte interior de los árboles.

- **Vaso arbustivo.** Se trata de una variante del vaso de pisos, en el que no se busca una perfecta orientación de las ramas ni la formación de unos pisos bien definidos, sino una formación más libre del árbol. Se realiza una poda ligera durante la formación para crear las ramas principales del árbol, pero dando libertad en el resto de la formación. Las principales ventajas son la disminución de los costes de la poda y la entrada en producción más rápida. Por contra, puede ocasionar desequilibrios en la vegetación del árbol, y una cierta dificultad en la poda de fructificación.
- **Eje central.** 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 o 4 ramas fuertes escalonadas cada 25-30 cm, abiertas hacia el exterior con ángulos de inserción 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 y sombreado (100-130 cm), se sitúan sobre el eje algunas ramas secundarias más, de menor desarrollo que las del piso inferior, 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.

Las ventajas de este sistema son las siguientes:

- Permite un desarrollo natural del árbol.
- Es fácil y rápido de llevar a cabo.
- Tiene muy pocas necesidades de mano de obra.
- El interior de la copa del árbol presenta buena aireación e iluminación.
- Induce una rápida entrada en producción.
- Presenta una gran facilidad para la renovación de las ramas laterales y de fructificación.

El inconveniente más destacable de este sistema es que puede resultar complicado mantener el equilibrio del árbol a lo largo de los años. Además, este sistema de formación sólo es aplicable a árboles de reducido vigor.

En este sistema de formación es aconsejable, aunque no imprescindible, la instalación de una estructura de apoyo que permita cierta sujeción de la guía del árbol y al mismo tiempo reduzca el riesgo de desplome del mismo.

3.5.4. Análisis multicriterio de las alternativas

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

La Tabla 7 muestra la matriz de efectos para los sistemas de poda de formación considerados. Cada característica se puntúa en una escala de 1 (muy desfavorable) a 5 (muy favorable). Los coeficientes de ponderación pueden ser 0,5, 1,0, 1,5 y 2,0, en función de la importancia relativa del factor en cuestión. El resultado final para cada

sistema de poda de formación se obtiene de realizar el sumatorio del producto de cada parámetro por su coeficiente de ponderación. Se considera que el sistema de poda de formación más interesante para su aplicación en la explotación es aquél que obtiene una mayor puntuación.

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

Factor	Coeficiente	Vaso de pisos	Vaso arbustivo	Eje central
Material vegetal	1,0	4	4	2
Densidad de plantación	1,0	4	4	4
Operaciones de cultivo	1,0	3	3	4
Características del sistema de formación	1,0	4	3	4
Total		15	14	14

3.5.5. Alternativa elegida

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

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

3.6. Alternativas en la elección del sistema de riego

3.6.1. Identificación de las alternativas

Las especies frutales necesitan una determinada cantidad de agua para mantener su desarrollo vegetativo normal y una óptima producción de frutos. El almendro adulto necesita 6000 m³ de agua por hectárea y año para conseguir producciones abundantes. El agua disponible para el árbol suele proceder de la lluvia pero, en ocasiones, ésta es insuficiente o se reparte de forma irregular, originando períodos de sequía. En estos casos es necesario un sistema de riego para cubrir las necesidades hídricas de los árboles.

El almendro es una especie resistente a la sequía. El cultivo tradicional del almendro se realiza en secano, donde las producciones son bastante limitadas, en torno a 150 kg/ha de almendra en grano. Sin embargo, cuando el almendro se cultiva en regadío, las producciones pueden llegar a 1500 kg/ha de grano o más, lo que incrementa notablemente la rentabilidad del cultivo.

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

- **Riego por gravedad.** Riego por inundación y riego por surcos.
- **Riego a presión.** Riego por aspersión, riego por goteo y riego por microaspersión.

3.6.2. 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.** Los vientos fuertes provocan pérdidas de agua por evaporación, así como una menor uniformidad en la distribución del agua de riego. Por otro lado, una elevada evaporación en el momento de la aplicación del riego puede originar importantes pérdidas de agua en los sistemas en los que ésta se aplica en forma de gotas finas.
- **Técnicas de cultivo.** Si se emplea un sistema de riego por gravedad, se debe tener en cuenta el trazado de los surcos, regueras o tablas de riego al elegir la disposición, densidad y marco de plantación de los árboles y la distribución general de la plantación.

El sistema de mantenimiento del suelo también afecta al sistema de riego. El laboreo o el no laboreo con uso de herbicidas admite todo tipo de riegos pero hay que tener en cuenta los surcos y regueras en riego por gravedad. Las cubiertas vegetales totales son compatibles con el riego por goteo o por gravedad. El sistema de mantenimiento del suelo mixto, con cubierta vegetal en el centro de las calles y libre de cubierta en la línea de los árboles es compatible con el riego localizado.

El tipo de productos fitosanitarios utilizados en el control de plagas y enfermedades también se ha de tener en cuenta, ya que si se emplean productos de contacto, el riego por aspersión puede producir un lavado de los mismos cuando se ponga en funcionamiento.

El sistema de aplicación de fertilizantes también puede verse condicionado por el sistema de riego, ya que esta operación se puede realizar mediante fertirrigación en los métodos de riego localizado.

- **Calidad del agua de riego.** En riego por aspersión, un alto contenido de sales puede provocar una salinización del suelo regado y una precipitación de las mismas sobre las copas de los árboles.

Una elevada concentración de partículas en suspensión en el agua de riego, si no se realiza un filtrado adecuado, puede provocar la obstrucción de los emisores en riego localizado, al igual que el empleo de aguas con una dureza importante.

- **Economía del sistema.** Es conveniente adoptar sistemas de riego con unos gastos de instalación, energía y mantenimiento lo más reducidos posibles, para optimizar la rentabilidad de la plantación.
- **Aspectos agronómicos.** El sistema de riego debe presentar una buena eficiencia y uniformidad en la distribución del agua, y no debe dificultar la mecanización de otras labores de cultivo. Además, es interesante que el riego se pueda automatizar.

3.6.3. Evaluación de las alternativas

Se pueden diferenciar dos tipos de riego superficial, según la necesidad o no de suministrar presión al agua: riego por gravedad y riego a presión.

Riego por gravedad

El riego por gravedad aplica el agua a la plantación dejando fluir ésta sobre la superficie del suelo. Por lo general, el agua se vierte desde un punto con una cota más elevada que el cultivo, lo que elimina la necesidad de impulsarlo mediante algún sistema de bombeo.

La principal ventaja de este sistema de riego es que los costes de instalación y mantenimiento del sistema son bajos.

Sin embargo, los sistemas de riego por gravedad presentan los siguientes inconvenientes:

- La eficiencia de aplicación es relativamente baja, perdiéndose una parte del agua utilizada.
- Para su empleo se requiere de un terreno perfectamente nivelado, con una pendiente inferior al 1 %, y una buena disponibilidad de agua, pues los caudales empleados son elevados.
- La aplicación del agua con tan elevados caudales y en superficies amplias puede conllevar problemas de erosión y aumenta la propensión a la aparición de malas hierbas.
- Las redes de canales por toda la superficie de la parcela pueden dificultar la mecanización del cultivo.
- Son sistemas de riego difíciles de automatizar.

Los principales sistemas de riego por gravedad son los siguientes:

- **Riego por inundación.** La superficie a regar se divide en fajas o tablas de riego. El agua se vierte al inicio de la faja de riego y se deja fluir hasta que el agua inunda toda la tabla y se aporta la cantidad de agua necesaria. Este sistema se aplica en suelos con baja permeabilidad y en cultivos que pueden soportar un sumergimiento temporal del sistema radicular.
- **Riego por surcos.** En el riego por surcos el agua no se aplica a toda la superficie de la parcela, sino que penetra en el suelo mediante infiltración vertical y horizontal desde unos surcos por los que circula el agua, sin que llegue a desbordarse. Este sistema permite mayor pendiente del terreno que el riego por inundación y reduce el riesgo de erosión superficial.

Riego a presión

En el riego a presión el agua se conduce a través de tuberías, impulsado por una bomba, distribuyéndose posteriormente mediante distintos emisores. Dentro de los sistemas de riego a presión, cabe diferenciar distintas variantes:

- **Riego por aspersión.** En el riego por aspersión la distribución del agua se realiza en forma de lluvia artificial continua. Este sistema consta de una estación de bombeo y de una red de tuberías superficiales o enterradas, así como un sistema de aspersores colocados a ras del suelo y adecuadamente distribuidos dentro de la plantación. Se utilizan aspersores de ángulo bajo, para mojar la menor proporción posible de la copa de los árboles, evitando el desarrollo de enfermedades criptogámicas, así como el arrastre de los tratamientos aplicados en la parte aérea de los árboles. También se pueden disponer los aspersores por encima de la vegetación.

Las principales ventajas de este sistema son las siguientes:

- Se puede emplear en parcelas de topografía irregular, sin necesidad de nivelación previa.
- Permite su empleo en suelos poco uniformes o demasiado porosos.
- Tiene un mayor aprovechamiento del agua que los riegos por gravedad y una buena uniformidad en el reparto del agua.

- Presenta una buena capacidad de automatización y no necesita caballos que impidan el paso de la maquinaria.
- Se puede emplear como sistema de defensa antiheladas.

Como inconvenientes, cabe destacar los siguientes:

- Tiene un elevado coste de instalación y de energía.
- La presencia de sales en el agua puede causar problemas de salinidad en el suelo y al precipitarse sobre las hojas.
- Puede provocar problemas de enfermedades, debido al aumento de la humedad en la vegetación, y de plagas, debido al lavado de productos fitosanitarios.

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

- **Riego por goteo.** Los emisores empleados son goteros.
- **Riego por microaspersión.** Los emisores son microdifusores.

El sistema de riego localizado exige riegos casi diarios, por lo que se hace prácticamente imprescindible automatizar íntegramente el sistema y tener un suministro de agua constante. Debe ponerse especial atención en la colocación de los emisores con el fin de conseguir un mínimo del 35 % del suelo mojado.

Las principales ventajas de los sistemas de riego localizado son las siguientes

- Presenta una elevada eficiencia en el uso del agua, superior a los demás métodos de riego.
- Se pueden emplear en terrenos con topografía irregular.
- El crecimiento de malas hierbas se limita prácticamente a la zona de los emisores, haciendo más sencillo su control.
- No impide el paso de la maquinaria.
- El riego mejora la disponibilidad de agua en el suelo y la absorción de nutrientes aplicados.
- Se puede utilizar en terrenos con salinidad y/o con aguas salinas, ya que diluye la concentración de sales, debido a los riegos frecuentes.
- Permite la aplicación de fertilizantes junto con el agua de riego.

Los inconvenientes más destacables pueden ser los siguientes:

- La posible obstrucción de los emisores provoca una disminución en la uniformidad del riego.
- Los costes de instalación y energía son elevados, pero no tanto como en el riego por aspersión.
- La concentración de la mayor parte de las raíces en la zona mojada hace que se desaprovechen los nutrientes presentes en el resto del suelo. También puede ocasionar la aparición de carencias de oligoelementos en los árboles.

3.6.4. Análisis multicriterio de las alternativas

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	Coeficiente	Inundación	Surcos	Aspersión	Goteo	Microaspersión
Factores climáticos	1	3	3	4	4	4
Técnicas de cultivo	1	2	2	3	4	4
Agua de riego	0,5	4	4	4	3	3
Economía	1,5	4	4	2	3	3
Aspectos agronómicos	1,5	1	1	2	5	4
Total		14,5	14,5	15	21,5	20

3.6.5. Alternativa elegida

Una vez comparadas las alternativas y en función del resultado obtenido en el análisis multicriterio, se opta por elegir el sistema de riego por goteo.

El riego por goteo tiene una mayor eficiencia en el uso del agua que otros sistemas de riego, permite la fertirrigación y la automatización total del riego, mejora la disponibilidad de agua en el suelo y mejora la absorción de nutrientes aplicados mediante fertirrigación.

Como este sistema de riego moja muy poco volumen de suelo, el crecimiento de las malas hierbas se reduce en la plantación, pues éstas se concentran alrededor de los goteros y es más fácil controlarlas mediante el empleo de herbicidas.

La limitación más importante es la posible obstrucción de los goteros. Esto hace disminuir la uniformidad del riego y puede causar daños en los árboles. Este inconveniente puede salvarse empleando soluciones de fertirrigación ligeramente ácidas y realizando periódicamente limpiezas del sistema con ácido nítrico.

3.7. Alternativas en la elección del sistema de mantenimiento del suelo

3.7.1. Identificación de las alternativas

Las técnicas de mantenimiento del suelo son una serie de operaciones, que se realizan en el terreno a lo largo del año, con la finalidad de lograr los siguientes objetivos:

- Controlar la vegetación espontánea.
- Evitar la formación de costra superficial y el agrietado del terreno.
- Mejorar la capacidad de retención de agua del suelo.

- Facilitar la incorporación, movilidad y absorción de nutrientes, así como el desarrollo del sistema radicular.
- Posibilitar y facilitar el acceso y circulación de maquinaria y elementos mecánicos en la plantación.
- Evitar los problemas de escorrentía.

Las opciones para la elección del sistema de mantenimiento del suelo son las siguientes:

- **Suelo sin vegetación:**
 - Mantenimiento del suelo mediante labores de cultivo (laboreo).
 - Mantenimiento del suelo mediante la aplicación de herbicidas (no laboreo).
- **Suelo cubierto permanentemente de vegetación:**
 - Mantenimiento del suelo mediante cubiertas vegetales naturales.
 - Mantenimiento del suelo mediante cubiertas vegetales artificiales.
- **Técnicas mixtas.** Las técnicas de mantenimiento citadas anteriormente poseen individualmente algunas características positivas para el suelo, así como ciertos inconvenientes. Algunas de estas técnicas pueden conjugarse entre sí, obteniendo las denominadas técnicas mixtas.
 - Laboreo – Herbicidas.
 - Cubierta permanente – Herbicidas.
 - Cubierta permanente – Laboreo.

3.7.2. Criterios de valor

Los criterios que se van a tener en cuenta para determinar o elegir el sistema de mantenimiento del suelo en la plantación en proyecto son los siguientes:

- **Condicionantes ecológicos.** La pluviometría, tanto por su cantidad como por su distribución a lo largo del año, condiciona las posibilidades de implantación y desarrollo de las cubiertas vegetales, aunque el riego puede compensar en parte este condicionante. El riesgo de heladas primaverales por irradiación es menor en terrenos compactados y limpios de vegetación. La estructura del suelo, la permeabilidad del perfil, el nivel de nutrientes y de materia orgánica son factores edafológicos a valorar en la elección del sistema de mantenimiento del suelo.
- **Condicionantes técnicos.** La disposición de los árboles, el marco y la densidad de plantación, la distribución de las raíces, el porte, la edad de los árboles, el vigor y 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 a tener en cuenta en la elección del sistema de mantenimiento del suelo.

3.7.3. Evaluación de las alternativas

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

- **Laboreo.** El sistema consiste en la realización de una serie de labores sistemáticas a lo largo del año. La frecuencia de realización de las labores es variable según condiciones ambientales, ecológicas y agronómicas. El suelo se mantiene libre de vegetación, trabajándolo en superficie, lo que elimina la competencia y disminuye las pérdidas de agua por evapotranspiración.

Las principales ventajas del laboreo son las siguientes:

- Puede aplicarse en todo tipo de suelos y admite todo tipo de sistemas de riego.
- Mantiene el suelo limpio en primavera, lo que disminuye el riesgo de heladas primaverales y las pérdidas de agua por evapotranspiración.
- Facilita la incorporación de abonos, enmiendas y restos de poda al terreno.

Como inconvenientes más notables, cabe destacar los siguientes:

- Se ha de realizar un gran número de labores al año, lo que supone un elevado coste.
 - Se puede formar suela de labor, lo que restringe el movimiento del agua en el suelo.
 - Aumenta el riesgo de erosión, facilitando el desprendimiento y arrastre de las partículas superficiales del suelo por el agua de escorrentía.
 - Se puede producir la rotura de raíces de los árboles, sobre todo las instaladas en las capas superiores del suelo.
- **Aplicación de herbicidas o “no laboreo”.** El “no laboreo” consiste en mantener toda la superficie de la plantación libre de vegetación mediante la aplicación de productos herbicidas, en lugar de realizar labores. El suelo queda desnudo, pero no trabajado en superficie.

Las principales ventajas del “no laboreo” son las siguientes:

- Aunque el sistema es caro de establecer al principio, debido al elevado coste de los herbicidas y de su aplicación, una vez controladas las malas hierbas resulta muy económico, ya que las dosis y aplicaciones se reducen sustancialmente.
- Reduce, aún más que el laboreo, el riesgo de heladas, al no tener la capa superficial del suelo tan mullida.
- Las raíces de los árboles pueden colonizar los horizontes superficiales del terreno, sin competencias con las malas hierbas.
- No se forma suela de labor.

Como inconvenientes de este sistema, cabe destacar los siguientes:

- El uso de herbicidas puede producir contaminación en el agua y el suelo. Normalmente la degradación de los herbicidas suele ser lenta y difícil, originando problemas por acumulación y residuos.
- Se compacta la capa superficial del terreno, reduciendo la velocidad de infiltración del agua, lo que puede aumentar las pérdidas de agua por escorrentía y la erosión en terrenos con pendiente.
- Se pueden producir problemas de fitotoxicidad en el cultivo, especialmente en árboles jóvenes.

- Pueden aparecer malas hierbas tolerantes o resistentes a ciertas materias activas, lo que obliga a tener un conocimiento elevado de las malas hierbas y de cada materia activa por parte del agricultor.
- **Cubiertas vegetales.** El suelo con cubierta vegetal mantiene diferentes especies herbáceas en la superficie del suelo. La cubierta vegetal se controla mediante una serie de siegas para mantener una altura adecuada, según las necesidades del cultivo. Es inevitable que se produzcan competencias entre los árboles y las plantas de la cubierta. Estas competencias se suplen aportando el agua y los nutrientes necesarios para que ambas puedan vegetar sin problemas.

Según su duración, las cubiertas vegetales pueden ser temporales, cuando sólo duran unos meses, y permanentes. En ambos casos, las especies que forman la cubierta pueden proceder de la vegetación espontánea o ser el resultado de la siembra de alguna especie pratense o de una mezcla de ellas.

Las principales ventajas del uso de cubiertas vegetales son las siguientes:

- Las raíces de los árboles pueden colonizar los horizontes más superficiales del suelo.
- Mejora la estructura del suelo y al infiltración del agua en el mismo.
- Disminuye la erosión.
- Permite controlar muchas especies herbáceas que no soportan la siega reiterada.
- Permite la entrada en la plantación, incluso en los períodos en los que el suelo tiene demasiada humedad.

Los inconvenientes más destacables son los siguientes:

- La competencia entre los árboles y la cubierta vegetal limita su uso a lugares con una elevada disponibilidad de agua para el riego o suelos que puedan presentar exceso de agua en momentos determinados.
- Las cubiertas vegetales aumentan el riesgo de heladas primaverales por irradiación, si no se controla adecuadamente su altura.
- Este sistema es interesante para todo tipo de suelos, en especial para suelos encharcadizos, de mala estructura o sometidos a una fuerte erosión.
- **Técnicas mixtas.** Las técnicas mixtas de mantenimiento del suelo combinan diferentes métodos de los descritos anteriormente. El objetivo es resolver los problemas que pueden causar los distintos sistemas cuando se emplean individualmente, combinándolos con otros métodos. Estas técnicas pueden ser simultáneas, cuando se dan a la vez en distintas partes del terreno, o alternativas, cuando cada sistema se aplica en toda la superficie pero en distintas épocas del año.

Existen diversas opciones a la hora de aplicar técnicas mixtas de mantenimiento del suelo. Las más habituales en plantaciones frutales son las siguientes:

- **Laboreo-herbicidas.** Esta técnica combina el laboreo en el centro de las calles de la plantación y la aplicación de herbicidas bajo la línea de árboles. De este modo se elimina la dificultad técnica de realizar el control de la vegetación bajo los árboles mediante laboreo. Toda la superficie permanece libre de vegetación.
- **Cubierta permanente-herbicidas.** Se establece una cubierta vegetal en las calles de la plantación, mientras que en la línea de los árboles se aplica el laboreo para controlar las malas hierbas.

- **Cubierta permanente-laboreo.** Consiste en mantener una cubierta vegetal en las calles de la plantación, mientras que en la línea de los árboles se aplica el laboreo para controlar las malas hierbas.

3.7.4. Análisis multicriterio de las alternativas

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

La Tabla 9 muestra la matriz de efectos para los sistemas de mantenimiento del suelo. Cada característica se puntúa en una escala de 1 (muy desfavorable) a 5 (muy favorable). Los coeficientes de ponderación pueden ser 0,5, 1,0, 1,5 y 2,0, en función de la importancia relativa del factor en cuestión. El resultado final para cada sistema de mantenimiento del suelo se obtiene de realizar el sumatorio del producto de cada parámetro por su coeficiente de ponderación. Se considera que el sistema de mantenimiento del suelo más interesante para su uso en la explotación es aquél que obtiene una mayor puntuación.

Tabla 9. Matriz de efectos para la elección del sistema de mantenimiento del suelo

Factor	Coeficiente	Vegetación espontánea	Vegetación artificial	Laboreo	Herbicidas	Mixto (cubierta-herbicidas)
C. ecológicos	1,0	3	3	2	2	3
C. técnicos	1,0	2	2	3	3	3
C. económicos	1,5	2	2	2	2	2
Total		8	8	8	8	9

3.7.5. Alternativa elegida

Una vez comparadas las alternativas y en función del resultado obtenido en el análisis multicriterio, se opta por elegir el mantenimiento del suelo mediante un sistema mixto cubierta permanente-herbicidas.

El sistema mixto cubierta vegetal en las calles y herbicidas en las líneas es uno de los más empleados en plantaciones frutales. Protege el suelo de la compactación y de la erosión, permitiendo el paso de la maquinaria aún en época de lluvias. No obstante, el empleo de herbicidas puede entrañar riesgos en plantaciones jóvenes, por lo que es imprescindible la colocación de protectores de troncos durante la plantación.

3.8. Alternativas en la elección del sistema de recolección

3.8.1. Identificación de las alternativas

Los sistemas de recolección de la almendra se puede clasificar en dos categorías: recolección manual y sistemas de recolección mecanizada.

La recolección manual consiste en el derribo de los frutos del árbol vareando el árbol de forma exclusivamente manual. Es frecuente colocar una malla o lona debajo del árbol para facilitar la recogida de los frutos. Es un sistema apto para plantaciones muy pequeñas o árboles aislados. En la actualidad se encuentra prácticamente en desuso, por lo que no se va a considerar como alternativa factible en la plantación en proyecto.

Los sistemas de recolección mecanizada son aquellos en los que se emplean máquinas para desarrollar una o varias de las tareas de recolección. Sólo se van a considerar como alternativas los sistemas de recolección mecanizada, pues son los más frecuentes en la actualidad y los que suponen un coste menor. Los sistemas más habituales en plantaciones de almendro son las siguientes:

- Vibradores de troncos.
- Vibradores de troncos con paraguas invertido.
- Cosechadoras integrales.

3.8.2. Criterios de valor

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

- **Disposición, densidad y marco de plantación.** La distribución de los árboles en la parcela condiciona en buena medida el tipo de sistema de recolección más adecuado para la plantación.
- **Grado de mecanización de la explotación.** Uno de los objetivos del proyecto es conseguir un elevado grado de mecanización de la explotación, con el fin de optimizar los tiempos requeridos para la realización de las labores de cultivo, en especial la recolección, y disminuir los gastos, aumentando con ello la rentabilidad.
- **Economía del sistema.** Se debe tener en cuenta el coste de adquisición de la maquinaria necesaria en cada sistema de recolección, el coste horario de la labor, las necesidades de mano de obra y el tiempo requerido para realizar dicha labor.

3.8.3. Evaluación de las alternativas

Los sistemas de recolección más habituales en las plantaciones de almendro actuales son las siguientes:

- **Recolección con vibradores de troncos.** Consisten en una pinza vibradora accionada por la toma de fuerza del tractor que transmite una vibración al tronco del árbol, provocando la caída de los frutos. Las almendras deben ser recogidas del suelo mediante otros sistemas auxiliares.
- **Recolección con vibradores de troncos con paraguas invertido.** Constan de una pinza vibradora, que se acopla al tronco, y de una lona plegable en forma de paraguas invertido que se despliega rodeando el árbol. La pinza transmite una vibración al árbol, provocando la caída de los frutos, que caen al paraguas situado debajo del árbol. Los frutos son conducidos a un pelador, que elimina el exocarpio y el mesocarpio de los mismos. Posteriormente, se almacenan en una tolva hasta su transporte al remolque.

Para el acoplamiento de la pinza se requiere una altura mínima del tronco, que debe ser de entre 90 y 100 cm. Además, debe haber una separación suficiente entre los árboles como para permitir el despliegue del paraguas alrededor del árbol y poder realizar las maniobras oportunas.

Las ventajas de este sistema son su facilidad de uso, los bajos requerimientos de mano de obra y la relativa economía de la máquina en comparación con las cosechadoras integrales. Sin embargo, en explotaciones muy grandes puede ser un sistema algo lento (se estima una capacidad de trabajo de aproximadamente 8 horas/ha, en función del tipo de plantación y de la máquina), por lo que puede requerirse más de un equipo para realizar la cosecha. Además, los árboles deben estar formados adecuadamente, y se debe disponer de espacio suficiente para realizar las maniobras.

- **Recolección con cosechadoras integrales.** Las cosechadoras integrales, a diferencia de los sistemas anteriores, realizan la cosecha de forma continua, sin interrupciones. Constan de una pinza vibradora, que aprisiona el tronco del árbol y produce la caída de los frutos, que se precipitan sobre una plataforma que los transporta hasta el mecanismo pelador y posteriormente a la tolva.

Las principales ventajas de este sistema son su elevada capacidad de trabajo y bajo requerimiento de mano de obra. Son máquinas adecuadas para plantaciones grandes con elevadas densidades de plantación. Sin embargo, tienen un elevado coste de adquisición, por lo que en plantaciones más pequeñas puede ser conveniente alquilar la labor, lo que queda condicionado a la disponibilidad de la maquinaria en la zona donde se encuentre la explotación.

3.8.4. Análisis multicriterio de las alternativas

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

La Tabla 10 muestra la matriz de efectos para los sistemas de recolección. Cada característica se puntúa en una escala de 1 (muy desfavorable) a 5 (muy favorable). Los coeficientes de ponderación pueden ser 0,5, 1,0, 1,5 y 2,0, en función de la importancia relativa del factor en cuestión. El resultado final para cada sistema de recolección se obtiene de realizar el sumatorio del producto de cada parámetro por su coeficiente de ponderación. Se considera que el sistema de recolección más interesante para su uso en la explotación es aquél que obtiene una mayor puntuación.

Tabla 10. Matriz de efectos para la elección del sistema de recolección

Factor	Coeficiente	Vibradores de troncos	Vibradores de troncos con paraguas invertido	Cosechadoras integrales
Características plantación	0,5	3	3	4
Mecanización	1	2	4	5
Economía	1,5	2	3	3
Total		6,5	10	11,5

3.8.5. Alternativa elegida

Una vez comparadas las alternativas y en función del resultado obtenido en el análisis multicriterio, se opta por elegir el sistema de recolección mediante cosechadora integral.

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

ANEJO IV: INGENIERÍA DEL PROCESO

ÍNDICE ANEJO IV

1. Actividades	1
1.1. Plantación	1
1.1.1. Preparación del terreno	1
1.1.2. Establecimiento de la plantación	2
1.1.2.1. Replanteo y marcado de la plantación	2
1.1.2.2. Recepción y preparación de la planta	2
1.1.2.3. Plantación	3
1.1.2.4. Instalación del sistema de riego	3
1.1.3. Cuidados posteriores a la plantación	3
1.1.4. Resumen de las labores de plantación	4
1.2. Poda	6
1.2.1. Aspectos generales	6
1.2.2. Poda de formación	6
1.2.3. Poda de fructificación	8
1.2.4. Normas de la poda	9
1.2.5. Útiles y equipos de poda	9
1.2.5. Resumen de la poda	10
1.3. Diseño agronómico del riego	11
1.3.1. Cálculo de las necesidades de riego	11
1.3.1.1. Necesidades netas de riego	11
1.3.1.2. Necesidades totales de riego	13
1.3.2. Número de emisores por planta y caudal del emisor	15
1.3.3. Frecuencia y tiempo de riego	17
1.3.4. Resumen del diseño agronómico del riego	19
1.4. Fertilización	20
1.4.1. Introducción	20
1.4.2. Enmienda orgánica	20
1.4.3. Abonado mineral	21
1.4.3.1. Abonado de fondo	21
1.4.3.2. Abonado de mantenimiento	22
1.4.3.2.1. Macronutrientes	22
1.4.3.2.1.1. Nitrógeno	22
1.4.3.2.1.2. Fósforo	25
1.4.3.2.1.3. Potasio	26
1.4.3.2.2. Nutrientes secundarios	29
1.4.3.2.3. Micronutrientes	29
1.4.3.2.4. Programa de fertirrigación	31
1.4.4. Resumen de la fertilización	32
1.5. Mantenimiento del suelo	33
1.6. Polinización	34
1.6.1. Introducción	34
1.6.2. Factores que intervienen en la polinización	34
1.6.3. Adquisición, instalación y cuidado de las colmenas	35
1.7. Tratamientos fitosanitarios	36
1.7.1. Introducción	36

1.7.2. Principales plagas del almendro _____	37
1.7.2.1. Pulgones _____	37
1.7.2.2. Ácaros _____	37
1.7.2.3. Orugeta del almendro _____	38
1.7.2.4. Anarsia _____	39
1.7.2.5. Barrenillo _____	39
1.7.2.6. Tigre _____	40
1.7.2.7. Gusano cabezudo _____	40
1.7.3. Principales enfermedades del almendro _____	41
1.7.3.1. Moniliosis _____	41
1.7.3.2. Perdigonado o cribado _____	42
1.7.3.3. Lepra o abolladura _____	42
1.7.3.4. Mancha ocre _____	43
1.7.3.5. Brote seco _____	43
1.7.3.6. Podredumbre de la raíz _____	44
1.7.3.7. Mancha bacteriana _____	44
1.7.3.8. Tumores bacterianos del cuello y de las raíces _____	45
1.7.3.9. Virus _____	46
1.7.4. Cuadro resumen de tratamientos fitosanitarios _____	46
1.8. Recolección _____	48
1.8.1. Fecha de recolección estimada _____	48
1.8.2. Metodología de la recolección _____	48
1.9. Cuaderno de campo de la explotación _____	48
2. Implementación del proceso productivo _____	49
2.1. Maquinaria y equipos _____	49
2.1.1. Maquinaria necesaria en la explotación _____	49
2.1.1.1. Maquinaria alquilada _____	49
2.1.1.2. Maquinaria propia y adquirida _____	50
2.1.2. Capacidad y tiempos de trabajo _____	51
2.1.3. Consumo de carburante _____	51
2.1.4. Consumo de lubricantes _____	52
2.2. Coste horario de utilización de la maquinaria _____	52
2.2.1. Costes de las labores alquiladas _____	52
2.2.2. Costes de la maquinaria adquirida _____	53
2.3. Mano de obra _____	54
2.3.1. Introducción _____	54
2.3.2. Mano de obra fija-especialista _____	54
2.3.3. Mano de obra eventual _____	54
2.4. Cuadros del proceso productivo _____	55
2.4.1. Definición de las necesidades _____	55
2.4.2. Satisfacción de las necesidades _____	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de las labores de plantación	4
Tabla 2. Resumen de las labores de poda	10
Tabla 3. Valores de ETo, ETc, P, PE y déficit hídrico mensuales	12
Tabla 4. Relación entre K ₁ y FAS	13
Tabla 5. Cálculo de las necesidades netas de riego para el almendro	13
Tabla 6. Cálculo de las necesidades totales de riego para el almendro (Nt)	15
Tabla 7. Características de los emisores	16
Tabla 8. Tiempo de duración del riego para cada uno de los meses de actividad vegetativa	18
Tabla 9. Resumen del diseño agronómico del riego	19
Tabla 10. Datos de cálculo de la enmienda orgánica	21
Tabla 11. Acumulación anual de nitrógeno en las partes leñosas del árbol	23
Tabla 12. Producción de almendra con cáscara y exportación de nitrógeno por los frutos	23
Tabla 13. Aportación de nitrógeno por el agua de riego	24
Tabla 14. Balance de nitrógeno	24
Tabla 15. Producción de almendra con cáscara y exportación de fósforo por los frutos	25
Tabla 16. Balance de fósforo	26
Tabla 17. Producción de almendra con cáscara y exportación de potasio por los frutos	27
Tabla 18. Aportación de potasio por el agua de riego	28
Tabla 19. Balance de potasio	28
Tabla 20. Aporte de nutrientes mediante fertirrigación a lo largo del año	31
Tabla 21. Necesidades mensuales de nutrientes, expresadas en kg/ha	31
Tabla 22. Aportaciones mensuales de fertilizantes, expresadas en kg/ha	32
Tabla 23. Calendario de operaciones de mantenimiento del suelo	33
Tabla 24. Resumen de tratamientos fitosanitarios	47
Tabla 25. Consumo de carburante	52
Tabla 26. Consumo de lubricantes	52
Tabla 27. Costes de la maquinaria propia y adquirida	53
Tabla 28. Definición de las necesidades del año 1	56
Tabla 29. Definición de las necesidades del año 2	61
Tabla 30. Definición de las necesidades del año 3	64
Tabla 31. Definición de las necesidades del año 4	67
Tabla 32. Definición de las necesidades del año 5	71
Tabla 33. Definición de las necesidades del año 6	75
Tabla 34. Definición de las necesidades del año 7	79
Tabla 35. Definición de las necesidades del año 8	83
Tabla 36. Definición de las necesidades del año 9 y siguientes	87
Tabla 37. Satisfacción de las necesidades del año 1	91
Tabla 38. Satisfacción de las necesidades del año 2	95
Tabla 39. Satisfacción de las necesidades del año 3	98
Tabla 40. Satisfacción de las necesidades del año 4	101

Tabla 41. Satisfacción de las necesidades del año 5_____	104
Tabla 42. Satisfacción de las necesidades del año 6_____	107
Tabla 43. Satisfacción de las necesidades del año 7_____	110
Tabla 44. Satisfacción de las necesidades del año 8_____	113
Tabla 45. Satisfacción de las necesidades del año 9 y siguientes_____	116

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura del árbol después de la poda de invierno del segundo año7	
Figura 2. Estructura del árbol después de la poda de invierno del tercer año _	8
Figura 3. Estados fenológicos del almendro_____	36

1. Actividades

1.1. Plantación

1.1.1. Preparación del terreno

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

La metodología de la preparación del terreno varía en función de sus características. Se distinguen dos tipos de preparación mecánica integral: por desfonde o por subsolado.

La preparación por desfonde consiste en el pase de un arado de desfonde, que voltear el terreno a una profundidad de entre 40 y 80 cm. Este tipo de labor se debe realizar con el suelo en tempero, a finales de octubre o principios de noviembre. Sólo se puede realizar en suelos de perfil uniforme. Además, esta operación permite enterrar enmiendas y abonos aportados previamente.

La preparación por subsolado tiene por objeto resquebrajar el terreno en profundidad, destruyendo la suela de labor. Se realiza con un subsolador normal o vibratorio. La profundidad de esta labor puede ser superior a la del subsolado, entre 60 y 100 cm. Es conveniente dar dos pases cruzados, con el suelo muy seco, a finales de agosto o principios de septiembre. Se recomienda el uso del subsolado en suelos de perfil no uniforme y cuando existe algún horizonte compactado o con características poco deseables en profundidad.

La finca objeto del proyecto presenta un suelo profundo, de textura franco-arenosa y estructura migajosa, poco compactado y de perfil uniforme, como se observa en el Anejo I. Condicionantes. En consecuencia, el método de preparación del terreno más adecuado es el pase de un arado de desfonde.

Las labores que se van a realizar consisten, fundamentalmente, en una labor en profundidad y una serie de labores superficiales, que tienen como finalidad preparar completamente el suelo para establecer la plantación. Las operaciones que se van a realizar, en orden cronológico, son las siguientes:

- **Enmienda orgánica.** El contenido en materia orgánica del suelo en el que se va a establecer la plantación es bajo (1,30 %), como se observa en el Anejo I. Condicionantes. El contenido mínimo recomendable de materia orgánica de un suelo para el cultivo frutal es del 2 %, por lo que es recomendable realizar una enmienda orgánica.

En el apartado 1.4. Fertilización se observan los cálculos y cantidades de estiércol necesarias. La labor se va a contratar a una empresa de servicios. El estiércol se va a comprar puesto y distribuido en la explotación, para lo que el suministrador va a emplear un remolque repartidor de estiércol. La cantidad de estiércol a repartir es de 81 t/ha, debido a la disponibilidad limitada y a la cantidad total requerida. La labor se va a llevar a cabo durante la segunda quincena del mes de octubre.

- **Desfonde.** Se realiza a finales del mes de octubre. Consiste de un pase con arado de desfonde, de 80 cm de profundidad, con el suelo en tempero. Esta labor,

además, sirve para enterrar las enmiendas y abonados previos. La labor se va a realizar con maquinaria alquilada.

- **Abonado de fondo.** El objetivo del abonado de fondo es corregir las deficiencias nutricionales que presenta el suelo, detectadas en el análisis edafológico. Los cálculos, fertilizantes y cantidades necesarias para esta operación se detallan en el apartado 1.4. Fertilización. El suelo de la parcela objeto del proyecto tiene un bajo contenido en potasio, por lo que se van a aportar 543 kg/ha de sulfato potásico, con una riqueza del 50 % de K₂O. La operación se va a realizar después del desfonde, durante la primera semana de noviembre, mediante una abonadora suspendida centrífuga con una capacidad de tolva de 1000 L.
- **Pase de cultivador.** Se van a realizar, a mediados de noviembre y en enero, dos labores de cultivador, con el fin de dejar la tierra limpia, uniforme y mullida. La labor consiste en realizar dos pases cruzados con un cultivador suspendido ligero, de 15 brazos, a una profundidad de entre 12 y 15 cm.

1.1.2. Establecimiento de la plantación

1.1.2.1. Replanteo y marcado de la plantación

Después de la preparación del suelo, se procede a replantar la plantación. Esta operación consiste en marcar, mediante jalones o cañas, la posición que van a ocupar las filas de árboles.

En primer lugar se marcan, con la ayuda de una estación total y de los planos, las calles de servicio. A continuación se marcan las cabeceras de las filas de árboles a lo largo de las calles de servicio, como se puede ser en los planos correspondientes. Dentro de las filas de árboles, se establecen jalones cada 30 m. No es necesario marcar la ubicación exacta de cada árbol, pues el equipo plantador dispone de un sistema que posiciona correctamente cada árbol, de acuerdo con el marco de plantación previamente establecido.

1.1.2.2. Recepción y preparación de la planta

La petición de los plántones al vivero se ha de hacer con suficiente antelación, especificando la combinación variedad-patrón deseada, que es, en este caso, Mardía – Rootpac 40 y Penta – Rootpac 40. Los plántones, a raíz desnuda, deben estar certificados, ser de un año de injerto y presentar un buen desarrollo y un adecuado estado sanitario. La cantidad de plántones a pedir al vivero debe ser un 2 % superior al número total de árboles necesarios, para efectuar la reposición de marras durante la primavera. Estos plántones deben disponerse en pot a su llegada a la explotación, y conservarse en un lugar fresco y a la sombra, hasta su plantación.

Tras la recepción de los plántones, durante la última semana de enero, se comprueba su buen desarrollo y estado sanitario. La conservación de los plántones se realiza en zanjas de 50-60 cm de profundidad, localizadas en una zona sombreada, ventilada y con buena humedad, recubriendo sus raíces con tierra o arena húmeda, hasta el momento de la plantación.

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.

1.1.2.3. Plantación

La plantación se va a realizar durante el mes de febrero, mediante un arado plantador, que efectuará las operaciones de apertura de la zanja y plantación, de forma simultánea. El arado plantador consta de una reja asurcadora en forma de "V", que abre un surco en la tierra. Un operario coloca la planta a la distancia establecida, y otras dos rejas por detrás tapan y compactan la zanja. El equipo dispone de un sistema que indica en punto exacto donde se debe instalar cada árbol.

Además del tractor y el arado plantador, es necesario otro tractor con un remolque, que sirve para transportar los plantones y suministrarlos al arado plantador a medida que los vaya necesitando. Estas labores se realizan en paralelo.

El nudo de injerto debe quedar al descubierto, sin enterrar (unos 4 cm por encima del suelo).

Es de vital importancia que, durante la operación de plantación, se respeten las distancias entre árboles dentro de la línea y se sigan los jalones establecidos durante el replanteo.

La labor se va a alquilar a una empresa de servicios, que proporciona el tractor, el arado plantador y la mano de obra. El tractor auxiliar y el remolque son propiedad del promotor.

1.1.2.4. 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.

1.1.3. Cuidados posteriores a la plantación

- **Riego de plantación.** Resulta fundamental para garantizar el enraizamiento de las plantas dar un riego a los árboles recién plantados, aunque puede no ser necesario si se producen lluvias. El volumen de agua a aplicar debe ser el necesario para humedecer todo el volumen de tierra en el que se localizan las raíces de los plantones. El riego se realiza inmediatamente después de extender los ramales portagoteros, una vez finalizada la plantación.
- **Revisión de los árboles.** Después del riego, es preciso realizar una revisión general de los árboles, colocando adecuadamente los que se encuentren defectuosamente instalados.
- **Poda de plantación.** Una vez revisados los árboles se procede a realizar la poda de plantación, que consiste en recortar los plantones a una altura de 1,10 ó 1,20 m.
- **Colocación de protectores de troncos.** Posteriormente se van a instalar los protectores de troncos, que consisten en unos tubos de polietileno que se colocan alrededor del tronco del árbol. Su finalidad es proteger la planta de los tratamientos herbicidas durante su fase de desarrollo y proteger de posibles ataques de roedores..
- **Colocación de tutores.** Una vez colocados los protectores de troncos se procede a instalar los tutores. Los tutores son de bambú de un 1,5 m de altura y un calibre de 22/24 mm. Durante su colocación, se entierran 40 cm, quedando 1,1 m libre sobre el nivel de terreno.

- **Reposición de marras.** La reposición de marras debe realizarse lo antes posible, para evitar posibles diferencias de desarrollo entre árboles. Esta operación se va a realizar a finales de mayo o principios de junio. Se emplearán plántones con cepellón, preparados a su llegada a la explotación antes de la plantación.

1.1.4. Resumen de las labores de plantación

A continuación, en la Tabla 1, se presenta un resumen de las labores necesarias para establecer la plantación, 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

Orden	Época	Labor	Descripción	Maquinaria	Mano de obra
1	15-31 octubre	Enmienda orgánica	Reparto de 81 t/ha de estiércol bien hecho	Tractor 140 CV y remolque esparcidor de estiércol	1 tractorista
2	15-31 octubre	Desfonde	Un pase de arado de desfonde, profundidad mínima de 80 cm	Tractor 140 CV y arado de desfonde	1 tractorista
3	1-7 noviembre	Abonado de fondo	Abonado de fondo con 543 kg/ha de sulfato potásico (50 % K ₂ O)	Tractor 140 CV y abonadora suspendida centrífuga de 1000 L de tolva	1 tractorista
4	1-15 enero	Pases de cultivador	2 pases cruzados de cultivador	Tractor 140 CV y cultivador suspendido ligero de 15 brazos	1 tractorista
5	15-31 enero	Replanteo y marcado	Replanteo y marcado de las líneas de cultivo, jalonamiento cada 30 m dentro de las líneas	Jalones, cañas, cuerda, cinta métrica y estación total	3 peones
6	25-31 enero	Recepción y preparación de la planta	Revisión de plántones y almacenamiento	Tijeras de poda	3 peones
7	1-15 febrero	Plantación	Recorte de raíces y plantación mediante arado asurcador, distancia entre plantas de 5 m	2 tractores (140 CV y 110 CV), arado plantador y remolque	1 tractorista, 2 peones
8	1-15 febrero	Instalación del sistema de riego	Extensión de los ramales portagoteros, enrollados en las cabeceras de las líneas antes de la plantación	-	3 peones
9	15 febrero	Riego de plantación	Realización del riego de plantación	Sistema de riego por goteo	1 peón
10	15-21 febrero	Revisión general	Comprobar el estado de los plántones, colocar aquellos torcidos	-	2 peones
11	21-28 febrero	Poda de plantación	Rebajar los árboles a una altura de 1,10 m	Tijeras de podar	2 peones

Tabla 1 (Cont.). Resumen de las labores de plantación

Orden	Época	Labor	Descripción	Maquinaria	Mano de obra
12	1-7 marzo	Colocación de protectores de troncos	Colocación de los protectores de troncos de polietileno	Tractor 110 CV y remolque	1 tractorista, 2 peones
13	7-14 marzo	Entutorado	Colocación de los tutores y atado de los árboles	Tractor 110 CV y remolque	1 tractorista, 2 peones
14	15 mayo-7 junio	Reposición de marras	Sustitución de los árboles no prendidos	Tractor 110 CV, remolque y pala	1 tractorista, 2 peones

1.2. Poda

La poda es el conjunto de intervenciones tendentes a conformar el volumen productivo del árbol frutal y manejar eficazmente su vegetación y fructificación. Esta práctica supone eliminar una serie de elementos, posicionando adecuadamente las ramas y ramos de los árboles.

1.2.1. Aspectos generales

Si a un árbol se le deja crecer en absoluta libertad adopta una forma natural, característica de la especie y variedad. La vegetación se vuelve desordenada y espesa, la fructificación se reduce y cesa casi por completo al cabo de unos años. La calidad de los frutos se reduce y aumenta la predisposición a la vecería.

Los objetivos generales de la poda son los siguientes:

- Corregir los hábitos de crecimiento y fructificación de la planta, con el fin de obtener árboles con un porte adecuado y una estructura equilibrada.
- Equilibrar la actividad vegetativa y fructífera del árbol para conseguir producciones abundantes y de calidad, de forma precoz y con regularidad.
- Mejorar la aireación e insolación del conjunto del árbol y de cada uno de sus elementos.
- Eliminar toda la madera seca, enferma o improductiva del árbol, estimulando la renovación de los elementos de fructificación más interesantes.

1.2.2. Poda de formación

El sistema de poda de formación que se va a emplear es el vaso de pisos. La poda de formación trata de conseguir una serie de objetivos o criterios técnicos, que son los siguientes:

- **Árboles de tamaño y porte adecuado.** En la mayoría de las especies frutales se intenta formar árboles de tronco bajo y pequeño desarrollo. En el caso del almendro, debido al sistema de recolección, se requieren troncos ligeramente altos, en torno a 1 m.
- **Árboles con una estructura sólida y robusta.** Los ángulos de inserción de las ramas deben ser abiertos, de unos 45 o 50 °. Las ramas deben estar subordinadas entre sí. Debe haber diferencia de grosor entre las ramas principales, secundarias y terciarias. Es interesante que las ramas principales estén escalonadas en el tronco, con un mínimo de 10 o 20 cm de separación.
- **Árboles con una estructura equilibrada.** Las ramas deben estar uniformemente repartidas y jerarquizadas en el conjunto del árbol. Las ramas superiores deben tener un menor desarrollo que las inferiores.
- **Árboles con una buena aireación e insolación.** Las necesidades en luz y ventilación hacen que la formación más adecuada para el almendro sea el sistema de paso de pisos, como se concluye en el Anejo II. Estudio de alternativas.

A continuación se muestra un resumen de las actividades que se deben llevar a cabo cada año durante la poda de formación:

1º Año

- **Poda de plantación.** Eliminar todos los ramos laterales del plantón y despuntar el eje principal a 1,10 m de altura.

- **Poda en verde.** Entre mediados y finales de mayo del primer año se deben elegir las tres ramas a conservar, en función de su posición en el árbol. El resto de los brotes se debe pinzar a 2 o 4 yemas. Si el crecimiento del árbol fuera muy débil, se suprimiría esta operación en verde.
- **Poda de invierno.** En el invierno siguiente se realiza el rebaje definitivo de todas las ramas, que se enrasarán a nivel de la superficie del tronco, a excepción de las tres ramas elegidas para formar la estructura del árbol. De esta forma finalizan las operaciones en el primer año de intervención, con la formación del primer piso del vaso.

2º Año

- **Poda en verde.** Durante el mes de mayo la poda debe limitarse a eliminar aquellos brotes interiores que sombreen y todos aquellos susceptibles de eliminarse en invierno. Deben seguir destacándose las guías principales. En caso de que el desarrollo sea excesivo, se deben despuntar a 50 cm.
- **Poda de invierno.** Durante el segundo año se debe formar el segundo piso del árbol. De todos los brotes insertados sobre las ramas, se elegirán para la formación de este piso los mejor situados, a una altura de 60 a 80 cm respecto a la cruz del árbol. Sería deseable conservar dos ramas por cada brazo, eligiendo entre las que estén orientadas hacia arriba y hacia el exterior y preferiblemente formando una Y (una rama principal o primer piso y dos ramas secundarias o segundo piso. Una vez seleccionados los brotes, se corta la rama primaria a la altura del segundo piso y el resto de brotes del año.



Figura 1. Estructura del árbol después de la poda de invierno del segundo año

3º Año

- **Poda en verde.** La poda en verde es similar al año anterior, limitándose a eliminar aquellos brotes con una posición poco adecuada y a pinzar los brotes que presenten un desarrollo excesivo. En el tercer año puede producirse fructificación en algunas variedades precoces. Estos frutos serán poco significativos para la economía de la explotación, pero pueden afectar negativamente a la formación del árbol, por ejemplo, por arqueado de ramas con frutos. Otro efecto que pueden producir es un menor desarrollo de brotes, consecuencia de la competencia por los

elementos nutritivos. Por tanto, es aconsejable la eliminación de los frutos antes de su completo desarrollo.

- **Poda de invierno.** Se seguirán las labores realizadas en el año anterior, manteniendo las tres ramas principales y las secundarias que sean necesarias. Se eliminan los ramos que se encuentren en una situación inadecuada, así como los chupones. Este año se forma el tercer piso del árbol.

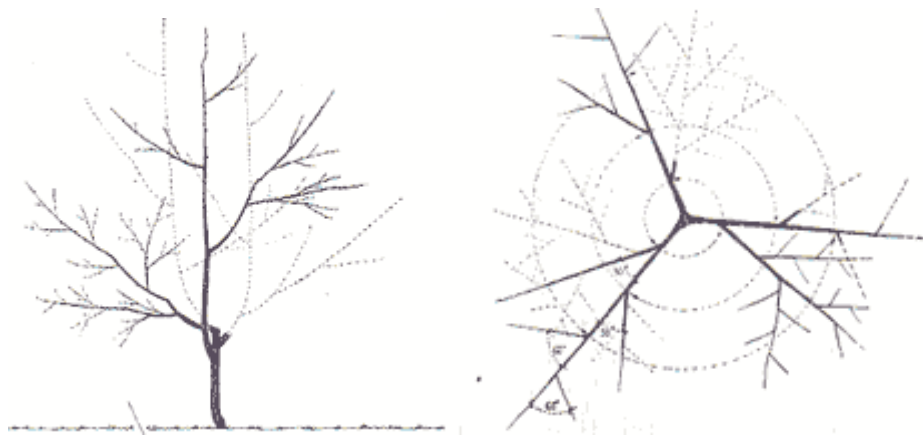


Figura 2. Estructura del árbol después de la poda de invierno del tercer año

4º Año

- **Poda en verde.** Se continua con las labores del año anterior. Durante el mes de mayo se eliminan los brotes mal posicionados y se despuntan aquellos que presenten un desarrollo excesivo.
- **Poda de invierno.** La poda se limita a mantener las ramas principales y eliminar los ramos mal posicionados. Durante este año finaliza la poda de formación.

1.2.3. Poda de fructificación

La poda de fructificación se realiza después de formado el árbol e incluso en la fase final de formación, y tiene los siguientes objetivos:

- Controlar el tamaño y la forma de los árboles. Si se deja un árbol sin podar, las partes bajas mal iluminadas se secan en beneficio de las partes altas, que se irán poblando en exceso. Una poda de aclareo permite el paso de la luz a las partes inferiores del árbol, corrigiendo esta tendencia a la brotación por arriba.
- Mantener un equilibrio entre el vigor y la productividad. Un excesivo desarrollo vegetativo va en detrimento de la producción y viceversa, por los fenómenos de competencia que existen entre los diversos órganos de la planta por los elementos nutritivos, principios activos y agua.
- Facilitar las labores de cultivo. Mediante la poda se controla el tamaño y la forma del árbol. Un tamaño adecuado puede facilitar los tratamientos fitosanitarios y la recolección.
- Estimular el crecimiento de nueva madera productiva. Las operaciones de despunte de grandes ramas favorecen el desarrollo de los brotes fructíferos, que tienen una vida limitada y por tanto requieren de una renovación regular.
- Eliminar ramas muertas, debilitadas o molestas. El material vegetal mal situado y, en general, todo aquél que no cumple ningún papel dentro de la estructura productiva del árbol debe ser eliminado, pues de otra forma consumiría una energía que puede requerirse para otros procesos de la planta.

La poda tiene dos efectos en la planta. Por un lado, la enaniza, es decir, disminuye su tamaño y, aunque se suprime madera, también se pueden perder hojas, si se realiza en verde, lo que puede suponer una pérdida de captación de energía para la planta. Por otro lado, la vigoriza, ya que existe una cantidad relativamente mayor de hidratos de carbono, hormonas, minerales y agua para los órganos en crecimiento. Cuanto más severa sea la poda, más vigor se proporciona al árbol.

Para proceder con la poda de fructificación del almendro, es necesario conocer sus hábitos de fructificación. En la mayoría de variedades, entre las que se encuentran *Mardía* y *Penta*, la floración se produce sobre todo en ramos de mayo y ramos mixtos. Estas formaciones tienen una vida de unos 5 o 6 años. Durante ese período, anualmente se deben ir renovando las yemas fructíferas. La poda debe considerar este hecho para no quitar formaciones productivas y estimular el crecimiento de otras nuevas, consiguiendo así la renovación de las formaciones fructíferas.

El ritmo de renovación de los ramos de mayo y los ramos mixtos, atendiendo a su nivel de desarrollo, debe ser de un 20 % de ramos eliminados cada año. Sin embargo, debido a que *Mardía* y *Penta* presentan un vigor intermedio y una intensidad de ramificación media, no es necesario efectuar labores de poda todos los años, sino solamente cada 2 años. En dichos años la intensidad de la poda debe ser mayor, eliminando en torno a un 30 o 40 % de los ramos de mayo y ramos mixtos, dejando en el árbol aquellos más fuertes y jóvenes.

La poda debe realizarse durante el invierno, en el período de latencia del árbol. En general se considera que es mejor la poda tardía a la temprana, pues las heridas producidas al árbol tardan menos tiempo en cicatrizar, evitando en cierta medida el ataque de enfermedades bacterianas y criptogámicas. La época recomendada para realizar las labores de poda es el mes de febrero, siempre antes de que se inicie la brotación, como mínimo 15 días antes del desborre.

1.2.4. Normas de la poda

Los cortes deben ser limpios y algo inclinados, para evitar que el agua de lluvia se quede estancada sobre la herida.

Si el corte es sobre madera de un año, debe hacerse por encima de una yema, formando un plano inclinado, de forma que la base del corte quede a un nivel ligeramente superior a la yema.

Si el corte es sobre una rama gruesa, debe ser al ras de la inserción, debiendo luego limpiar, aislar y proteger la herida.

Los cortes y las heridas provocadas por la poda deben cicatrizar lo antes posible, para evitar la entrada de enfermedades criptogámicas.

1.2.5. Útiles y equipos de poda

Para realizar la poda se van a emplear tijeras neumáticas de poda accionadas por un compresor con motor de gasolina de cuatro tiempos, instalado en el remolque del tractor. La mayor parte de la poda se efectúa desde el suelo. Sin embargo, para llegar a las partes más altas del árbol, puede ser necesario emplear escaleras de mano de apertura en tijera.

Para proteger los cortes de poda se emplea mástic frío con ceras, resinas y sebos animales o pinturas plásticas especiales, con disolventes poco cáusticos y

densos, recubriendo bien el corte y facilitando de esta manera el aguante a los cambios térmicos. También se puede utilizar como alternativa, ante el ataque de patógenos en los cortes, soluciones de sulfato de cobre.

Como medio auxiliar para el transporte de útiles y herramientas se va a emplear un remolque de dos ejes y 4 t de capacidad, propio de la explotación. Los residuos de poda se trituran y esparcen por el suelo mediante un pase de trituradora-desbrozadora, una vez finalizadas las labores de poda, lo que resulta una operación económica y con bajo impacto, que puede mejorar en cierta medida las características del suelo, al incorporar materia orgánica.

1.2.5. Resumen de la poda

La Tabla 2 muestra el resumen de las labores de poda para cada etapa de desarrollo del cultivo. También se incluyen las necesidades de maquinaria y la época de realización de cada labor.

Tabla 2. Resumen de las labores de poda

Año	Época	Labor	Descripción	Maquinaria	Mano de obra
1	21-28 febrero	Poda de plantación	Rebajar los árboles a una altura de 1,10 m	Tijeras de poda	2 podadores
1	1-31 mayo	Poda en verde	Elegir las 3 ramas principales, pinzar las demás	Tijeras de poda	2 podadores
1	1-28 febrero	Poda de invierno (formación)	Eliminar todas las ramas excepto las 3 principales	Tijeras de poda	2 podadores
2	1-31 mayo	Poda en verde	Eliminar brotes mal posicionados, despuntar los que midan más de 50 cm	Tijeras de poda	2 podadores
2	1-28 febrero	Poda de invierno (formación)	Formar el segundo piso. Dejar 2 ramas secundarias	Tijeras de poda	2 podadores
3	1-31 mayo	Poda en verde	Eliminar brotes mal posicionados, despuntar los que midan más de 50 cm	Tijeras de poda	3 podadores
3	1-28 febrero	Poda de invierno (formación)	Formar el tercer piso. Dejar 2 ramas terciarias	Tijeras de poda	3 podadores
4	1-31 mayo	Poda en verde	Eliminar brotes mal posicionados, despuntar los que midan más de 50 cm	Tijeras de poda	4 podadores
4	1-28 febrero	Poda de invierno (formación)	Formar el último piso. Eliminar ramos mal posicionados	Tijeras neumáticas, compresor de gasolina, tractor y remolque	4 podadores
6	1-28 febrero	Poda de invierno (fructificación)	Eliminar ramos mal posicionados. Eliminar un 30-40 % de ramos de mayo y ramos mixtos	Tijeras neumáticas, compresor de gasolina, tractor y remolque	5 podadores

La poda de fructificación se realiza a partir del año 4 cada dos años, siguiendo las indicaciones especificadas en el punto 1.2.3. Poda de fructificación.

1.3. Diseño agronómico del riego

1.3.1. Cálculo de las necesidades de riego

1.3.1.1. Necesidades netas de riego

El cálculo de las necesidades de riego se realiza por el método del balance hídrico. Este método se basa en el cálculo de las pérdidas y ganancias de agua, en un cultivo y período concreto, de forma que las necesidades de agua de riego son la diferencia entre pérdidas y ganancias. Entre las pérdidas y ganancias hay que computar la evapotranspiración real del cultivo, la precipitación efectiva y el aporte capilar.

A efectos de diseño no se consideran las aportaciones por precipitación efectiva, ya que dada la elevada frecuencia de riego (diaria, por lo general) resulta prácticamente imposible que llueva siempre entre dos intervalos de riego. Tampoco se consideran los aportes capilares, salvo en casos especiales, ni las variaciones de almacenamiento.

Por tanto, el balance global de agua que proporciona las necesidades netas de agua de riego (Nn) en riego localizado se determina mediante la siguiente fórmula:

$$Nn = ETo \cdot k_c \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3$$

Donde:

- **Nn**: necesidades netas de riego, expresadas en mm/día.
- **ETo**: evapotranspiración de referencia, expresada en mm/día.
- **K_c**: coeficiente de cultivo, variable a lo largo del año, en tanto por uno.
- **K₁**: coeficiente corrector por localización, en tanto por uno.
- **K₂**: coeficiente corrector por variación climática, en tanto por uno.
- **K₃**: coeficiente corrector por advección, en tanto por uno.

El proceso de cálculo de la evapotranspiración de referencia (ETo) se muestra en el Anejo I. Condicionantes. En la Tabla 3 se muestran los valores de la ETo y de la precipitación efectiva (PE). La precipitación efectiva 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.

Así mismo se muestran los valores que toma el coeficiente de cultivo Kc y el déficit hídrico mensual, calculado como la diferencia entre la precipitación efectiva y la evapotranspiración del cultivo. La evapotranspiración del cultivo (ETc) se obtiene del producto entre ETo y Kc .

El comienzo y el final de los riegos viene determinado por el déficit hídrico. Será necesario regar en aquellos meses en los que el déficit hídrico sea negativo, no siendo necesario en aquellos en los que sea positivo.

Tabla 3. Valores de ETo, Etc, P, PE y déficit hídrico mensuales

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ETo (mm/mes)	18	28	75	82	101	127	166	156	106	65	35	18
Kc	0	0	0,5	0,7	0,85	0,9	0,9	0,9	0,8	0,75	0,65	0
Etc (mm/mes)	0	0	37,5	57,4	85,85	114,3	149,4	140,4	84,8	48,75	22,75	0
P media (mm/mes)	35,5	24,5	19,8	45,2	54	29,2	17,2	19,5	29,6	51,1	47,5	47,9
PE (mm/mes)	24,9	17,2	13,9	31,6	37,8	20,4	12,0	13,7	20,7	35,8	33,3	33,5
Déficit hídrico (mm/mes)	24,9	17,2	-23,6	-25,8	-48,1	-93,9	-137,4	-126,8	-64,1	-13,0	10,5	33,5

Durante el mes de marzo se produce un cierto déficit hídrico. En ese momento se produce el inicio de la actividad vegetativa de los árboles, por lo que las necesidades de agua son mínimas. En consecuencia, no se comenzará a regar hasta el mes de abril. Durante el mes de octubre, a pesar de existir un cierto déficit hídrico, no se va a regar, para favorecer la desecación de los frutos antes de la cosecha, que se realizará durante la primera quincena de dicho mes. Por tanto, los riegos empezarán el 1 de abril y finalizarán el 30 de septiembre.

Antes de proceder con el cálculo de las necesidades netas de riego es necesario establecer el valor de los distintos coeficientes.

Coeficiente de cultivo K_c

El valor del coeficiente de cultivo del almendro varía según su edad y estado de desarrollo. Los valores empleados en este caso proceden de las publicaciones de la FAO, que proporciona los valores de K_c tabulados en función de las distintas condiciones de cultivo. El valor de K_c se puede observar en la Tabla 3.

Coeficiente corrector por localización K_l

El coeficiente corrector por localización se basa en considerar la fracción de área sombreada (FAS) por la planta con relación a la superficie del marco de plantación (o superficie ocupada por la planta). Este método considera que, a efectos de evapotranspiración, el área sombreada se comporta prácticamente igual que la superficie del suelo en riegos no localizados, mientras que el área no sombreada pierde agua con una intensidad mucho menor. Para determinar el coeficiente corrector por localización es necesario, en primer lugar, calcular FAS mediante la siguiente fórmula. Se considera que el radio de la copa es de 1,5 m y que el marco de plantación es de 6 x 5 m.

$$FAS = \frac{\text{Superficie de proyección de la copa}}{\text{Superficie del marco de plantación}} = \frac{\pi \cdot 1,5^2}{6 \cdot 5} = 0,24$$

Una vez determinado FAS se calcula K_l , 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 4 se presentan las fórmulas de cálculo del coeficiente corrector por localización y su resultado.

Tabla 4. Relación entre K_1 y FAS

Autor	Fórmula	Resultado
Aljibury <i>et al.</i>	$K_1 = 1,34 \cdot FAS$	0,32
Decroix	$K_1 = 0,1 + FAS$	0,34
Hoare <i>et al.</i>	$K_1 = FAS + 0,5 \cdot (1 - FAS)$	0,62
Keller	$K_1 = FAS + 0,15 \cdot (1 - FAS)$	0,35

Por tanto, el coeficiente corrector por localización K_1 es:

$$K_1 = \frac{0,34 + 0,35}{2} = 0,35$$

Coefficiente corrector por variación climática K_2

Los valores de ET_o corresponden a la media de los valores climáticos de un determinado número de años, lo que implica que las necesidades calculadas son insuficientes en la mitad de ese período. Como en riego localizado se puede aplicar con mucha exactitud la cantidad de agua necesaria, conviene mayorar esas necesidades en un 15 o 20 %. Se considera que K_2 toma el valor de 1,15.

Coefficiente corrector por advección K_3

Los efectos del movimiento del aire por advección tienen un efecto considerable en el microclima que afecta al cultivo. Este microclima depende, además de por el propio cultivo, de la extensión de la superficie regada y de las características de los terrenos colindantes. El coeficiente K_3 se determina en función de la naturaleza del cultivo y del tamaño de la superficie regada. Se toma como superficie regada no sólo la parcela considerada, sino también las que la rodean que también estén regadas.

El valor de K_3 se halla tabulado en función de la superficie de la parcela y del cultivo. Para árboles frutales caducifolios y superficie de parcela de 38,9 ha, el valor de K_3 es de 0,85.

En la Tabla 5 se muestra el cálculo de las necesidades netas de agua de riego N_n mensuales, calculadas con los coeficientes anteriores.

Tabla 5. Cálculo de las necesidades netas de riego para el almendro

Mes	ET_o mm/día	K_c	K_1	K_2	K_3	N_n mm/día	N_n mm/mes
Abril	2,74	0,70	0,35	1,15	0,85	0,66	19,69
Mayo	3,26	0,85	0,35	1,15	0,85	0,95	29,39
Junio	4,24	0,90	0,35	1,15	0,85	1,31	39,17
Julio	5,35	0,90	0,35	1,15	0,85	1,65	51,07
Agosto	5,03	0,90	0,35	1,15	0,85	1,55	48,01
Septiembre	3,53	0,80	0,35	1,15	0,85	0,97	28,98

1.3.1.2. Necesidades totales de riego

Una vez calculadas las necesidades netas de riego, se procede a calcular las necesidades totales de riego. Las necesidades totales son mayores que las

necesidades netas, ya que es preciso aportar cantidades adicionales para compensar las pérdidas causadas por percolación profunda, por salinidad y por falta de uniformidad del riego. La fórmula que permite calcular las necesidades totales de riego N_t es la siguiente:

$$N_t = \frac{N_n}{E_a} = \frac{N_n}{R_p \cdot (1 - RL) \cdot CU}$$

Donde:

- **N_t**: necesidades totales de riego, expresadas en mm/día.
- **N_n**: necesidades netas de riego, calculadas anteriormente, expresadas en mm/día.
- **E_a**: eficiencia de aplicación, en tanto por uno.
- **R_p**: relación de percolación, en tanto por uno.
- **RL**: requerimientos de lavado, en tanto por uno.
- **CU**: coeficiente de uniformidad, en tanto por uno.

R_p y $(1-RL)$ no se toman simultáneamente, sino que se toma sólo la de menor eficiencia.

Requerimientos de lavado RL

Los requerimientos de lavado en riego localizado de alta frecuencia se calculan mediante la fórmula siguiente:

$$RL = \frac{CE_a}{2 \text{ máx } CE_e}$$

Donde:

- **RL**: requerimientos por lixiviación, expresado en tanto por uno.
- **CE_a**: conductividad eléctrica del agua de riego, expresada en dS/m o mmhos/cm.
- **máx CE_e**: conductividad eléctrica del extracto de saturación para la cual el descenso de producción es del 100 %, expresado en dS/m o mmhos/cm. Este valor se obtiene de las publicaciones de la FAO.

Como se puede observar en el Anejo I. Condicionantes, la conductividad eléctrica del agua de riego es de 0,63 mmhos/cm. En el caso del almendro, CE_e toma el valor de 6,80 mmhos/cm. Así, se tiene que:

$$RL = \frac{0,63}{2 \cdot 6,80} = 0,05$$

Una vez calculado RL se determina $(1-RL)$:

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

Relación de percolación R_p

La relación de percolación se encuentra tabulada. Así, según la bibliografía, para un suelo de textura media y un clima árido o semiárido, la relación de percolación toma el valor de 0,95.

Coeficiente de uniformidad CU

El coeficiente de uniformidad (*CU*) se incluye en el proceso de cálculo para tener en cuenta la posible diferencia de caudal entre los emisores. Esto se debe, fundamentalmente, a que están sometidos a diferentes presiones y a la falta de uniformidad en la fabricación, lo que provoca unas pérdidas de carga adicionales.

El coeficiente de uniformidad recomendado según la bibliografía, para goteros espaciados más de 1 m, más de 3 emisores por planta y topografía uniforme es de 0,90.

Una vez determinados los coeficientes anteriores, se procede al cálculo de las necesidades totales. Debido a que (*1-RL*) y *R_p* toman el mismo valor, 0,95, se considera como valor de cálculo 0,95. El resultado de aplicar la fórmula de cálculo de *N_t* se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Cálculo de las necesidades totales de riego para el almendro (N_t)

Mes	Nn mm/día	(1-RL)	CU	Nt mm/día	Nt mm/mes
Abril	0,66	0,95	0,90	0,77	23,02
Mayo	0,95	0,95	0,90	1,11	34,37
Junio	1,31	0,95	0,90	1,53	45,81
Julio	1,65	0,95	0,90	1,93	59,73
Agosto	1,55	0,95	0,90	1,81	56,16
Septiembre	0,97	0,95	0,90	1,13	33,90

Los cálculos hidráulicos del riego, así como la determinación del caudal y el número de los emisores, se debe realizar en base al mes con mayores necesidades netas, que se corresponde con el mes de julio, con valores de *N_t* de 1,93 mm/día o 59,73 mm/mes.

Para poder realizar el diseño agronómico del riego es necesario determinar las necesidades de riego por planta y día. Las necesidades de agua en litros por árbol y día para el mes de julio se determinan a continuación:

$$N_t = \frac{1,93 \text{ L/m}^2 \cdot \text{día} \cdot 10000 \text{ m}^2/\text{ha}}{333 \text{ árboles/ha}} = 57,86 \text{ L/árbol} \cdot \text{día}$$

Las necesidades netas de riego en el mes de julio son de 57,86 L/árbol·día.

1.3.2. Número de emisores por planta y caudal del emisor

Una vez calculadas las necesidades de riego hay que determinar la dosis, frecuencia y duración del riego, así como el número de emisores por planta y el caudal del emisor. Finalmente se decide la disposición de los emisores.

Superficie mojada por emisor

La superficie mojada por un emisor es la proyección horizontal del bulbo húmedo que forma ese emisor. Para suelos de textura media, como es el caso de la finca objeto del proyecto, la fórmula es la siguiente:

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

Donde:

- **d**: diámetro de la superficie mojada, en metros.
- **q**: caudal del emisor, en L/h.

En primer lugar es necesario determinar el caudal del emisor que se va a emplear. Se van a emplear emisores pinchados de 2 L/h, pues suponen una disminución de los caudales totales de la instalación con respecto al empleo de emisores de 4 L/h, garantizando así mismo unos tiempos de riego razonables. En la Tabla 7 se muestran las características de los emisores.

Tabla 7. Características de los emisores

Característica	Abreviatura	Valor
Caudal nominal	q	2,00 L/h
Rango de presiones de trabajo	p	10,00-50,00 m.c.a.
Curva caudal-presión	q	$q = 2,1228 \cdot h^{0,0275}$
Coefficiente de variación de fabricación	CV	0,035

Conociendo el caudal del emisor, se calcula el diámetro de la superficie mojada mediante la fórmula siguiente:

$$d = 0,7 + 0,11 \cdot 2,00 \text{ L/h} = 0,92 \text{ m}$$

La superficie mojada por emisor es la siguiente:

$$\text{Superficie mojada por emisor} = \pi \cdot (0,5 \cdot d)^2 = \pi \cdot (0,5 \cdot 0,92)^2 = 0,66 \text{ m}^2$$

La profundidad del bulbo debe estar comprendida entre el 90 y el 120 % de la profundidad de las raíces. En el caso del almendro, el 75 % de las raíces se sitúan en los primeros 80 cm o 1 m del perfil de terreno, por lo que se considera que una profundidad de raíces de 1 m es adecuado.

La profundidad máxima del bulbo, por tanto, será la siguiente:

$$\text{Profundidad máxima del bulbo húmedo} = 1,00 \text{ m} \cdot 1,20 = 1,20 \text{ m}$$

La profundidad máxima del bulbo húmedo debe ser de 1,20 m. No conviene que el bulbo húmedo supere dicha profundidad, pues el agua que pase de 1,20 m no se encontrará completamente disponible para la planta.

Porcentaje de superficie mojada P

Dado que en riego localizado se moja solamente una fracción del suelo, hay que prever un mínimo de superficie mojada par que el sistema radical se desarrolle con normalidad. Para cultivos de marco amplio, como es este caso, el valor de *P* recomendado oscila entre 25 y 35 %. Se va a considerar que *P* es el 33 %.

Número de emisores por planta n

El número mínimo de emisores por planta (*n*) viene dado por la siguiente expresión:

$$n = \frac{\text{Superficie ocupada por planta} \cdot \text{FAS} \cdot P}{100 \cdot \text{Superficie mojada por emisor}} = \frac{6\text{m} \cdot 5\text{m} \cdot 0,24 \cdot 0,33}{0,66 \text{ m}^2} = 3,6 \approx 4$$

Donde:

- **Superficie ocupada por planta:** superficie disponible por cada árbol, que se obtiene del producto de la separación entre líneas de árboles y la separación entre árboles dentro de la línea, en m².
- **FAS:** fracción de área sombreada, calculada anteriormente.
- **P:** porcentaje de superficie mojada, calculado anteriormente.
- **Superficie mojada por el emisor:** calculado anteriormente.

Deberá haber, como mínimo, 4 emisores por planta.

Disposición de los emisores

La distancia D entre goteros consecutivos se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$D = r \cdot \left(2 - \frac{S}{100} \right)$$

Donde:

- **D:** distancia entre goteros consecutivos, en metros
- **r:** radio de la superficie mojada, en metros.
- **S:** solape entre bulbos húmedos, expresado en %.

El solape debe estar comprendido entre el 15 y el 30 %. En este caso se considera un solape del 15 %. El radio de la superficie mojada es de 0,46 m. Sustituyendo estos datos, se tiene que la distancia entre goteros consecutivos es:

$$D = 0,46 \cdot \left(2 - \frac{15}{100} \right) = 0,85 \text{ m}$$

La distancia entre goteros es de 0,85. Debe adoptarse un valor redondeado a los valores normalizados. En consecuencia, tanto la distancia entre goteros consecutivos dentro del ramal portagoteros, como la distancia entre ramales portagoteros de una misma línea de cultivo, va a ser de 1,00 m. Esta distancia impide el solapamiento entre bulbos húmedos, pero esta cuestión puede ser interesante en el cultivo del almendro para evitar que las raíces se concentren en un volumen de tierra demasiado pequeño. De esta forma, las raíces se ven obligadas a explorar mayor volumen de tierra, mejorando el anclaje del árbol y previniendo el descuaje durante la labor de recolección.

Los ramales portagoteros se van a situar a ambos lados de las líneas de cultivo, y separados de éstas una distancia de 0,50 m. La separación entre goteros dentro de cada línea es de 1,00 m.

1.3.3. Frecuencia y tiempo de riego

La cantidad de agua aplicada en cada riego se puede determinar de dos formas:

$$Dt = n \cdot q \cdot t$$

$$Dt = Nt \cdot I$$

Donde:

- **Dt**: dosis total, en litros.
- **n**: número de emisores.
- **q**: caudal de cada emisor, en L/h.
- **t**: tiempo de duración del riego, en horas.
- **Nt**: necesidades totales, en L/día.
- **I**: intervalo entre riegos, en días.

De ambas ecuaciones se obtiene la siguiente:

$$n \cdot q \cdot t = Nt \cdot I$$

Resulta una ecuación de dos incógnitas, intervalo (*I*) y tiempo (*t*), donde hay que fijar una de ellas. En riego por goteo, con suelos de textura franca o arenosa, se originan bulbos húmedos estrechos y profundos. Debido a ello, es interesante que el intervalo entre riegos sea lo más corto posible. En cultivos leñosos, con suelos de textura franca como el que existe en la finca objeto del proyecto, es frecuente realizar riegos diarios. Esto incide positivamente en el desarrollo del cultivo, pues evita que se produzca una gran diferencia entre el potencial hídrico del suelo a lo largo del intervalo entre riegos. Debido a ello, el intervalo entre riegos que se va a establecer en la plantación es de 1 día.

Habiendo establecido el intervalo entre riegos en 1 día, se procede a resolver la fórmula anterior, despejando el tiempo (*t*).

$$t = \frac{Nt \cdot I}{n \cdot q} = \frac{57,95 \text{ L/árbol} \cdot \text{día} \cdot 1 \text{ día}}{4 \text{ emisores} \cdot 2,00 \text{ L/h}} = 7,24 \text{ horas}$$

La duración del riego, durante el mes de julio, que es el de máximas necesidades, es de 7,24 horas.

Siguiendo la ecuación anterior, pero aplicándola para cada mes del año, se obtiene la duración del riego mensual, que se muestra en la Tabla 8. En esta tabla se recogen las necesidades totales de riego y tiempos de riego que se van a aplicar en la plantación en el año 9 y siguientes.

Tabla 8. Tiempo de duración del riego para cada uno de los meses de actividad vegetativa

Mes	Nt L/árbol-día	I días	n	q L/h	t h/día
Abril	23,05	1	4	2	2,88
Mayo	33,30	1	4	2	4,16
Junio	45,85	1	4	2	5,73
Julio	57,86	1	4	2	7,23
Agosto	54,40	1	4	2	6,80
Septiembre	33,93	1	4	2	4,24

1.3.4. Resumen del diseño agronómico del riego

El período de actividad vegetativa de las variedades de almendro Mardía y Penta en la zona de la Meseta Norte, donde se va a situar el proyecto, comienza a mediados del mes de marzo. El fin de dicho período se produce unos días después de la caída de la hoja. Sin embargo, una vez realizada la recolección, no tiene sentido realizar más riegos, pues durante los meses de octubre y noviembre se producen suficientes precipitaciones para mantener la actividad vegetativa del árbol, como se puede observar en el Anejo I. Condicionantes. Además, durante la fase de maduración del fruto las necesidades de agua son muy bajas, y resulta interesante no regar para favorecer la desecación del fruto. Por tanto, los riegos anuales van a comenzar el día 1 de abril y van a finalizar el día 30 de septiembre, pues la recolección se va a realizar a lo largo del mes de octubre.

La dosis de riego durante los primeros años de la plantación no es la máxima calculada, pues el estado de desarrollo de los árboles no lo requiere. Se considera que la dosis durante el primer año es el 20 % de *Nt*, y aumenta en un 10 % anualmente, hasta alcanzar el 100% de las necesidades en el año 9, momento en el que se considera que los árboles se encuentran en plena producción.

A continuación se muestra, en la Tabla 9, el resumen del diseño agronómico del riego.

Tabla 9. Resumen del diseño agronómico del riego

			Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Año 1 (20 % <i>Nt</i>)	Nt	L/árbol·día	4,60	6,65	9,16	11,56	10,87	6,78
	t	h/día	0,58	0,83	1,15	1,45	1,36	0,85
Año 2 (30 % <i>Nt</i>)	Nt	L/árbol·día	6,91	9,98	13,74	17,34	16,30	10,17
	t	h/día	0,86	1,25	1,72	2,17	2,04	1,27
Año 3 (40 % <i>Nt</i>)	Nt	L/árbol·día	9,21	13,31	18,32	23,12	21,74	13,56
	t	h/día	1,15	1,66	2,29	2,89	2,72	1,70
Año 4 (50 % <i>Nt</i>)	Nt	L/árbol·día	11,51	16,63	22,90	28,90	27,17	16,95
	t	h/día	1,44	2,08	2,86	3,61	3,40	2,12
Año 5 (60 % <i>Nt</i>)	Nt	L/árbol·día	13,83	19,98	27,51	34,72	32,64	20,36
	t	h/día	1,73	2,50	3,44	4,34	4,08	2,55
Año 6 (70 % <i>Nt</i>)	Nt	L/árbol·día	16,13	23,31	32,10	40,50	38,08	23,75
	t	h/día	2,02	2,91	4,01	5,06	4,76	2,97
Año 7 (80 % <i>Nt</i>)	Nt	L/árbol·día	18,44	26,64	36,68	46,29	43,52	27,15
	t	h/día	2,30	3,33	4,59	5,79	5,44	3,39
Año 8 (90 % <i>Nt</i>)	Nt	L/árbol·día	20,74	29,97	41,27	52,07	48,96	30,54
	t	h/día	2,59	3,75	5,16	6,51	6,12	3,82
Año 9 (100 % <i>Nt</i>)	Nt	L/árbol·día	23,05	33,30	45,85	57,86	54,40	33,93
	t	h/día	2,88	4,16	5,73	7,23	6,80	4,24

1.4. Fertilización

1.4.1. Introducción

Para cubrir las necesidades de crecimiento y producción, las plantas precisan de una serie de elementos nutritivos:

- **Agua.** Este elemento es indispensable en muchos procesos vitales. El 95 % de los tejidos jóvenes de la planta están constituidos por agua. Al facilitar la solubilidad y la movilidad de los nutrientes, este elemento juega un doble papel: la planta lo necesita como elemento constituyente de los tejidos y, además, posibilita la asimilación de otros nutrientes.
- **Oxígeno.** Es el elemento indispensable en los procesos de respiración.
- **Dióxido de carbono.** Se trata de un compuesto fundamental para la fotosíntesis.
- **Materia orgánica.** Contiene elementos químicos de reserva, disponibles por la planta después de su mineralización. Juega un importante papel en los procesos de intercambio catiónico. El humus es esencial en la fertilidad de los suelos, pues influye positivamente en sus características físicas, químicas y biológicas.
- **Elementos minerales.** El suelo contiene multitud de elementos minerales que la planta necesita. Cuando son insuficientes, al igual que en las sustancias orgánicas, es preciso aportarlos al suelo, constituyendo estas aportaciones el objeto de la fertilización.

Los elementos necesarios por 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). Los 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 con la fertilización, 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. Enmienda orgánica

La fertilización orgánica tiene como objetivo mejorar las propiedades físico-químicas del suelo. La materia orgánica esponja el suelo y lo hace más permeable. Además, mejora la capacidad de cambio catiónico y aporta cantidades sensibles de nutrientes, por lo que mejora la fertilidad del terreno.

Como se puede ver en el Anejo I. Condicionantes, el suelo de la parcela objeto del proyecto tiene un 1,11 % de materia orgánica, claramente por debajo del 2,00 % recomendado. En consecuencia, se hace necesario realizar una enmienda orgánica.

La enmienda se va a realizar aportando estiércol de vacuno bien hecho, procedente de explotaciones cercanas. Cada tonelada de estiércol, además, aporta 5 U.F. de N, 3 U.F. de P₂O₅ y 8 U.F. de K₂O.

Para realizar el cálculo de las necesidades de estiércol se parte de los datos que se presentan en la Tabla 10.

Tabla 10. Datos de cálculo de la enmienda orgánica

	Característica	Símbolo	Valor
	Materia orgánica del suelo	MO	1,30 %
Suelo	Densidad aparente	Da	1,35 t/m ³
	Profundidad de la capa arable en preplantación	P	30 cm
Estiércol	Materia seca	MS	25 %
	Coefficiente isohúmico	K ₁	40 %

El peso de la capa arable se determina mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Peso capa arable} = 10000 \text{ m}^2/\text{ha} \cdot 0,30 \text{ m} \cdot 1,35 \text{ t/m}^3 = 4050 \text{ t/ha}$$

El contenido de materia orgánica de la capa arable se calcula a continuación:

$$\text{Contenido real MO} = 4050 \text{ t/ha} \cdot \frac{1,30 \text{ kg MO}}{100 \text{ kg suelo}} = 52,65 \text{ t/ha}$$

Una vez calculado el contenido real de materia orgánica del suelo se calcula el contenido para un 1,40 % de MO:

$$\text{Contenido MO 2\%} = 4050 \text{ t/ha} \cdot \frac{1,50 \text{ kg MO}}{100 \text{ kg suelo}} = 60,75 \text{ t/ha}$$

El aporte necesario es la diferencia entre el contenido de materia orgánica al 1,40 % y el contenido real de materia orgánica, como se puede ver a continuación:

$$\text{Necesidades MO} = 60,75 - 52,65 = 8,10 \text{ t/ha}$$

Teniendo en cuenta el tipo de estiércol que se va a emplear, se determina la cantidad del mismo que se necesita por ha:

$$\text{Necesidades estiércol} = 8,10 \text{ t/ha} \cdot \frac{100}{25} \cdot \frac{100}{40} = 81 \text{ t/ha}$$

Se van a aportar 81 t/ha de estiércol de vacuno bien hecho, disponible en explotaciones cercanas a la plantación. Las condiciones de la labor se concretan en el apartado 1.1.1. Preparación del terreno.

1.4.3. Abonado mineral

1.4.3.1. Abonado de fondo

El suelo de la parcela objeto del proyecto presenta un nivel de potasio bajo, por lo que se recomienda realizar un abonado de fondo con dicho elemento.

El suelo contiene 119,11 ppm de potasio (K), como se puede ver en el Anejo 1. Condicionantes. Se considera que el contenido en potasio normal de un suelo es de 175 ppm, por lo que habrá que aportar 55,89 ppm de K al suelo con el abonado de fondo.

El contenido de potasio en forma de K_2O que se debe aportar mediante el abonado de fondo se determina mediante la siguiente expresión:

$$K_2O = K \cdot 1,2 \cdot 10 \cdot Da \cdot P$$

Donde:

- **K_2O** : potasio en forma de K_2O que se debe aportar, expresado en kg de K_2O /ha.
- **K**: potasio en forma de K que se debe aportar, expresado en ppm de ión K^+ .
- **1,2**: factor de conversión de K a K_2O .
- **10**: factor de conversión de ppm a kg/ha.
- **Da**: densidad aparente del suelo, en t/m^3 .
- **P**: profundidad de la capa arable, en metros.

$$K_2O = 55,89 \cdot 1,2 \cdot 10 \cdot 1,35 \cdot 0,30 = 271,63 \text{ kg } K_2O/ha$$

Es necesario aportar 271,63 kg/ha de K_2O .

En el mercado se encuentran disponibles dos fertilizantes simples potásicos: sulfato potásico y cloruro potásico. El cloruro potásico, a pesar de ser más barato y tener una riqueza de potasio superior (60 % K_2O), aporta cloro al suelo, que resulta inadecuado para el cultivo frutal. Por su parte, el sulfato potásico, a pesar de tener una menor riqueza (50 % K_2O soluble) y ser más caro, no contiene cloro en su formulación y sí azufre (46 % SO_3 soluble), que mejora la fertilidad del suelo.

El fertilizante elegido es el sulfato potásico. Debido a que tiene una riqueza en potasio del 50% de K_2O , será necesario aportar 543 kg/ha de sulfato potásico.

La operación se va a realizar después del desfonde, durante la primera semana de noviembre, mediante una abonadora suspendida centrífuga con una capacidad de tolva de 1000 L.

1.4.3.2. Abonado de mantenimiento

1.4.3.2.1. Macronutrientes

La cuantificación de las necesidades netas de nitrógeno, fósforo y potasio se realiza mediante el método del balance. En primer lugar, se determinan las exportaciones de cada uno de los nutrientes, en el crecimiento del árbol y en la producción de frutos, y las pérdidas. En segundo lugar, se determinan las aportaciones mediante la mineralización de la materia orgánica y el agua de riego. Por último, se halla la diferencia entre exportaciones y aportaciones, dando como resultado las necesidades netas de cada uno de los nutrientes.

1.4.3.2.1.1. Nitrógeno

Exportaciones

- **Nitrógeno utilizado en el crecimiento del árbol.** La absorción y acumulación de nitrógeno en las estructuras leñosas del árbol se calculan en función del crecimiento anual. La acumulación anual de nitrógeno en estos elementos se puede ver en la Tabla 11.

Tabla 11. Acumulación anual de nitrógeno en las partes leñosas del árbol

Vigor de los árboles	Acumulación anual total de N (kg/ha)
Bajo	13 – 20
Medio	28 – 36
Alto	45 – 53

El vigor de la combinación variedad-patrón es medio-alto, por lo que la acumulación anual total de nitrógeno se puede considerar de aproximadamente 36 kg N/ha y año.

- **Nitrógeno exportado por los frutos.** Las exportaciones de nitrógeno por los frutos se hallan calculadas por diversos autores. Según Arbonés i Sió (2004), las exportaciones anuales de nitrógeno son de 24 kg N/t fruto con cáscara.

Durante los tres primeros años de vida de la plantación no se espera ninguna producción. En el tercer año puede darse una cierta fructificación, que va a ser eliminada con la poda en verde, para favorecer la formación del año. Desde el año cuarto hasta el noveno se produce un incremento gradual en la producción, hasta alcanzar en este último el máximo. Se estima que la producción de la plantación adulta va a ser de 7500 kg/ha de almendra con cáscara.

En la Tabla 12 se muestra la producción de almendra anual a partir del año 4 hasta el 9, en el que se alcanza la plena producción, así como las exportaciones de nitrógeno por los frutos en cada año.

Tabla 12. Producción de almendra con cáscara y exportación de nitrógeno por los frutos

Año	Producción de almendra con cáscara (kg/ha)	Exportación de nitrógeno por los frutos (kg/ha)
4	1500	36
5	3000	72
6	4500	108
7	6000	144
8	7000	168
9	7500	180

- **Pérdidas.** Se considera que se pierden 7 kg/ha de nitrógeno en los procesos de desnitrificación y lixiviación.

Aportaciones

- **Mineralización de la materia orgánica.** Antes de la plantación se va a realizar una enmienda orgánica, aportando 37 t/ha de estiércol de vacuno bien hecho. Se considera que el primer año se mineraliza la mitad de la materia orgánica y durante los dos siguientes el resto. El estiércol que se va a aportar contiene 5 U. F. de nitrógeno.

$$N_{\text{Año } 1} = 37 \text{ t estiércol/ha} \cdot 5 \text{ kg N/t estiércol} \cdot 0,5 = 92,50 \text{ kg N/ha}$$

$$N_{\text{Años } 2} = 37 \text{ t estiércol/ha} \cdot 5 \text{ kg N/t estiércol} \cdot 0,35 = 64,75 \text{ kg N/ha}$$

$$N_{\text{Años } 3} = 37 \text{ t estiércol/ha} \cdot 5 \text{ kg N/t estiércol} \cdot 0,15 = 27,75 \text{ kg N/ha}$$

La enmienda orgánica realizada antes de la plantación aporta 92,5 kg N/ha el primer año, 64,75 kg N/ha el segundo y 27,75 kg N/ha el tercero.

- **Agua de riego.** Frecuentemente el agua de riego contiene cantidades apreciables de nitrógeno, que también deben ser tenidas en cuenta a la hora de cuantificar las necesidades de fertilización.

Como se puede observar en el Anejo I. Condicionantes, el agua de riego contiene 0,15 meq/L de nitratos. A continuación se muestra el cálculo de conversión de meq/L de nitratos a mg/L de nitrógeno.

$$\begin{aligned} \text{Concentración de nitrógeno nítrico} &= 0,15 \text{ meq N/L} \cdot 62 \text{ mg N/meq N} \\ &= 9,3 \text{ mg N/L} \end{aligned}$$

El volumen anual de agua de riego se deduce de las necesidades totales de agua de riego (Nt), calculadas en el apartado 1.3.1.2. Necesidades totales de riego, realizando el sumatorio de las necesidades totales mensuales y expresadas en m³/ha·año. A partir de este dato se calcula el aporte anual de nitrógeno mediante el agua de riego:

$$N_{\text{Agua}} = (Nt \cdot 9,3 \text{ mg N/L} \cdot 0,226) / 1000$$

Se debe tener en cuenta, a la hora de realizar el balance de nitrógeno, considerar el volumen de agua aportado durante los primeros años de la plantación, que se puede ver en el apartado 1.3.4. Resumen del diseño agronómico del riego.

En la Tabla 13 se muestra el volumen anual de agua de riego para cada año y el aporte anual de nitrógeno por esta vía.

Tabla 13. Aportación de nitrógeno por el agua de riego

Año	Agua de riego (m ³ /ha·año)	Aportación de nitrógeno (kg/ha·año)
1	506	1,06
2	759	1,60
3	1012	2,13
4	1265	2,66
5	1518	3,19
6	1771	3,72
7	2024	4,25
8	2277	4,79
9	2530	5,32

Balance de nitrógeno

Una vez calculadas la exportaciones y las aportaciones anuales de nitrógeno, se establece el balance de nitrógeno, como se puede ver en la Tabla 14. La fertilización nitrogenada desde el año 9 es igual a éste.

Tabla 14. Balance de nitrógeno

Año	Exportaciones (kg N/ha)			Aportaciones (kg N/ha)		Necesidades netas de N (kg N/ha)
	Crecimiento	Producción	Pérdidas	MO	Riego	
1	36	0	7	92,50	1,06	-51
2	36	0	7	64,75	1,60	-23
3	36	0	7	27,75	2,13	13

Tabla 14 (Cont.). Balance de nitrógeno

Año	Exportaciones (kg N/ha)			Aportaciones (kg N/ha)		Necesidades netas de N (kg N/ha)
	Crecimiento	Producción	Pérdidas	MO	Riego	
4	36	36	7	0	2,66	112
5	36	72	7	0	3,19	147
6	36	108	7	0	3,72	183
7	36	144	7	0	4,25	206
8	36	180	7	0	4,79	218
9	36	216	7	0	5,32	112

Los valores de las necesidades netas de nitrógeno se hallan redondeados a la unidad más próxima. Los tres primeros años de la plantación no es necesario aportar nitrógeno vía fertirrigación.

1.4.3.2.1.2. Fósforo

El fósforo es un elemento esencial en la nutrición vegetal, pues forma parte de las nucleoproteínas e interviene en procesos como la fotosíntesis y la división celular. Además, juega un papel vital en la formación de las flores y los frutos jóvenes.

El fósforo es un elemento poco móvil en el suelo. La absorción es mayor en suelos neutros que en básicos, pues en éstos el fósforo es fijado por el catión Ca^{2+} . Conviene que la aplicación del fósforo sea localizada cerca de las raíces, para minimizar al máximo las pérdidas por retrogradación.

El almendro no tiene unos requerimientos elevados de fósforo, y suelen ser raras las carencias de este elemento. El suelo de la parcela objeto del proyecto tiene unos niveles normales de fósforo, por lo que no se esperan situaciones de carencia.

Exportaciones

Según diversos autores, se estima que el árbol extrae, anualmente, 2 kg de fósforo por tonelada de cosecha, más 6 kg para el crecimiento vegetativo. En la Tabla 15 se muestra la producción de almendra anual a partir del año 4 hasta el 9, en el que se alcanza la plena producción, así como las exportaciones de fósforo por los frutos en cada año.

Tabla 15. Producción de almendra con cáscara y exportación de fósforo por los frutos

Año	Producción de almendra con cáscara (kg/ha)	Exportación de fósforo por los frutos (kg/ha)
4	1500	3
5	3000	6
6	4500	9
7	6000	12
8	7000	14
9	7500	15

Además, se deben considerar las pérdidas de fósforo por insolubilización, que se estiman en 4 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. Sin embargo, el contenido en fosfatos del agua de riego es inapreciable, por lo que no se va a tener en cuenta en el balance.

Antes de la plantación se va a realizar una enmienda orgánica, aportando 37 t/ha de estiércol de vacuno bien hecho. Se considera que el primer año se mineraliza la mitad de la materia orgánica y durante los dos siguientes el resto. El estiércol que se va a aportar contiene 3 U. F. de fósforo.

$$P_2O_5_{Año\ 1} = 37\ t\ estiércol/ha \cdot 3\ kg\ P_2O_5/t\ estiércol \cdot 0,5 = 55,50\ kg\ P_2O_5/ha$$

$$P_2O_5_{Años\ 2} = 37\ t\ estiércol/ha \cdot 3\ kg\ P_2O_5/t\ estiércol \cdot 0,35 = 38,85\ kg\ P_2O_5/ha$$

$$P_2O_5_{Años\ 3} = 37\ t\ estiércol/ha \cdot 3\ kg\ P_2O_5/t\ estiércol \cdot 0,15 = 16,65\ kg\ P_2O_5/ha$$

La enmienda orgánica realizada antes de la plantación aporta 55,50 kg P₂O₅/ha el primer año, 38,85 kg P₂O₅/ha el segundo y 16,65 kg P₂O₅/ha el tercero.

Balance de fósforo

En base a las premisas anteriores, en la Tabla 16 se presenta el balance de fósforo de la plantación, en función de la edad de los árboles.

Tabla 16. Balance de fósforo

Año	Exportaciones (kg P ₂ O ₅ /ha)			Aportaciones (kg P ₂ O ₅ /ha)	Necesidades netas de P ₂ O ₅ (kg P ₂ O ₅ /ha)
	Crecimiento	Producción	Pérdidas	MO	
1	6	0	4	55,5	-46
2	6	0	4	38,85	-29
3	6	0	4	16,65	-7
4	6	3	4	0	13
5	6	6	4	0	16
6	6	9	4	0	19
7	6	12	4	0	22
8	6	14	4	0	24
9	6	15	4	0	25

Los valores de las necesidades netas de fósforo se hallan redondeados a la unidad más próxima. Los tres primeros años de la plantación no es necesario aportar fósforo vía fertirrigación.

1.4.3.2.1.3. Potasio

La importancia del potasio en la producción de almendra se fundamenta no sólo en su participación en los procesos biológicos básicos de la planta, sino en su influencia sobre la calidad de la almendra.

El potasio interviene en la regulación de la transpiración de la planta, disminuyéndola y, por tanto, aumentando su resistencia a la sequía. También favorece la lignificación de la madera, mejorando la resistencia de las plantas al ataque de plagas, enfermedades y heladas. Además, estimula la actividad fotosintética de las hojas, por lo que favorece el crecimiento vegetativo y la productividad del árbol. El potasio, además, confiere un aumento de peso a la almendra, mejora sus características organolépticas y da una mayor resistencia a las condiciones ambientales adversas.

La producción de almendra puede verse limitada en suelos con contenido bajo de potasio, como en el caso del suelo de la parcela objeto del proyecto. Las deficiencias en potasio pueden producir la muerte de yemas fructíferas. Es útil medir el nivel de potasio en hoja durante el mes de julio, pues se encuentra altamente relacionado con la producción del año siguiente. Al respecto, se consideran limitantes valores por debajo del 0,8 %, mientras que valores superiores al 1,4 % no presentan beneficio alguno.

Exportaciones

Según diversos autores, se estima que el almendro extrae 14 kg de potasio por cada tonelada de cosecha, más 26 kg para el crecimiento vegetativo. En la Tabla 17 se muestra la producción de almendra anual a partir del año 4 hasta el 9, en el que se alcanza la plena producción, así como las exportaciones de fósforo por los frutos en cada año.

Tabla 17. Producción de almendra con cáscara y exportación de potasio por los frutos

Año	Producción de almendra con cáscara (kg/ha)	Exportación de potasio por los frutos (kg/ha)
4	1500	21
5	3000	24
6	4500	63
7	6000	84
8	7000	98
9	7500	105

Además, se deben considerar las pérdidas por retrogradación del potasio, que se estiman en 3 kg/ha.

Aportaciones

- **Mineralización de la materia orgánica.** Antes de la plantación se va a realizar una enmienda orgánica, aportando 37 t/ha de estiércol de vacuno bien hecho. Se considera que el primer año se mineraliza la mitad de la materia orgánica y durante los dos siguientes el resto. El estiércol que se va a aportar contiene 8 U. F. de potasio.

$$K_2O_{\text{Año } 1} = 37 \text{ t estiércol/ha} \cdot 8 \text{ kg } K_2O/\text{t estiércol} \cdot 0,5 = 148 \text{ kg } K_2O/\text{ha}$$

$$K_2O_{\text{Años } 2} = 37 \text{ t estiércol/ha} \cdot 8 \text{ kg } K_2O/\text{t estiércol} \cdot 0,35 = 103,6 \text{ kg } K_2O/\text{ha}$$

$$K_2O_{\text{Años } 3} = 37 \text{ t estiércol/ha} \cdot 8 \text{ kg } K_2O/\text{t estiércol} \cdot 0,15 = 44,4 \text{ kg } K_2O/\text{ha}$$

La enmienda orgánica realizada antes de la plantación aporta 148 kg K₂O/ha el primer año, 103,6 kg K₂O/ha el segundo y 44,44 kg K₂O/ha el tercero.

- **Agua de riego.** Como se puede observar en el Anejo I. Condicionantes, el agua de riego contiene 0,13 meq/L de potasio. A continuación se muestra el cálculo de conversión de meq/L a mg/L de potasio.

$$\text{Concentración de potasio} = 0,13 \text{ meq K/L} \cdot 39 \text{ mg K/meq K} = 5,07 \text{ mg K/L}$$

El volumen anual de agua de riego se deduce de las necesidades totales de agua de riego (Nt), calculadas en el apartado 1.3.1.2. Necesidades totales de riego, realizando el sumatorio de las necesidades totales mensuales y expresadas en m³/ha·año. A partir de este dato se calcula el aporte anual de potasio mediante el agua de riego:

$$K_2O_{\text{Agua}} = (Nt \cdot 5,07 \text{ mg K/L} \cdot 0,830)/1000$$

Se debe tener en cuenta, a la hora de realizar el balance de potasio, considerar el volumen de agua aportado durante los primeros años de la plantación, que se puede ver en el apartado 1.3.4. Resumen del diseño agronómico del riego.

En la Tabla 18 se muestra el volumen anual de agua de riego para cada año y el aporte anual de potasio por esta vía.

Tabla 18. Aportación de potasio por el agua de riego

Año	Agua de riego (m ³ /ha·año)	Aportación de potasio (kg/ha·año)
1	506	2,13
2	759	3,19
3	1012	4,26
4	1265	5,32
5	1518	6,39
6	1771	7,45
7	2024	8,52
8	2277	9,58
9	2530	10,65

Balance de potasio

En la Tabla 19 se observa el balance de potasio de la plantación, en función de la edad de los árboles. Las necesidades del año 9 y sucesivos son iguales.

Tabla 19. Balance de potasio

Año	Exportaciones (kg K ₂ O/ha)			Aportaciones (kg K ₂ O /ha)		Necesidades netas de K ₂ O (kg K ₂ O /ha)
	Crecimiento	Producción	Pérdidas	MO	Riego	
1	26	0	3	148	2,13	-121
2	26	0	3	103,6	3,19	-78
3	26	0	3	44,44	4,26	-20
4	26	21	3	0	5,32	45
5	26	24	3	0	6,39	47
6	26	63	3	0	7,45	85
7	26	84	3	0	8,52	104
8	26	105	3	0	9,58	124
9	26	126	3	0	10,65	144

Los valores de las necesidades netas de potasio se hallan redondeados a la unidad más próxima. Los tres primeros años de la plantación no es necesario aportar fósforo vía fertirrigación

1.4.3.2.2. Nutrientes secundarios

Los nutrientes secundarios son los absorbidos por la planta en mayores cantidades que los micronutrientes, pero que no suele ser necesario aportar mediante la fertilización. Son nutrientes secundarios el azufre, el calcio y el magnesio.

Azufre

El azufre es un elemento indispensable en el crecimiento del almendro, pero es raro encontrar estados carenciales de este elemento. La mayoría de los suelos de la Península Ibérica poseen cantidades suficientes de azufre, por lo que no se suele aplicar, excepto en caso de carencias manifiestas. Además, muchos de los fertilizantes y productos fitosanitarios lo contienen, e igualmente se aporta por la lluvia y los gases de la industria y de los automóviles.

Calcio

El calcio forma parte de la constitución de las membranas celulares. Se encuentra en grandes cantidades en las hojas, las partes lignificadas del árbol y en los frutos.

En España son comunes los suelos calizos, con pH básico, donde no existen carencias de calcio y sí, en muchos casos, excesos de este nutriente. El suelo de la parcela objeto del proyecto tiene un nivel alto de calcio, como se puede ver en el Anejo I. Condicionantes. En consecuencia, no es necesario aplicar este elemento en la fertilización.

Magnesio

El magnesio es fundamental para varias funciones importantes en las plantas, como la síntesis de xantofilas y caroteno, la activación de enzimas y la formación de la clorofila. El magnesio se encuentra retenido por el complejo arcillo-húmico con menos fuerza que el potasio.

1.4.3.2.3. Micronutrientes

Se consideran micronutrientes a los elementos esenciales en la nutrición de las plantas cuya concentración en los tejidos vegetales es menor a 0,1 % en peso seco. Se consideran micronutrientes el hierro, zinc, cobre, manganeso, cloro, boro y molibdeno.

Hierro

El hierro es un elemento esencial para las plantas, pues interviene en numerosos procesos metabólicos de las células, como en la formación de la clorofila. Toma parte en los procesos respiratorios de la planta y contribuye a la formación de proteínas. En los tejidos vegetales, el contenido de hierro varía entre 20 y 250 mg/kg de materia seca.

En el suelo, el hierro se encuentra en forma ferrosa, que es fácilmente asimilada por la planta, y en forma férrica, mucho más frecuente pero poco soluble, lo que dificulta su asimilación.

En casos de carencia de hierro, las hojas tienden a perder su color verde, amarilleando. Esta fisiopatía se denomina clorosis férrica, y es frecuente en suelos calizos y en especies sensibles. El almendro es una especie muy resistente a la clorosis férrica, especialmente cuando se cultiva sobre sus propias raíces. El cultivo se va a establecer sobre patrón Rootpac-40, que posee una resistencia a la clorosis notable, por lo que no se deberían producir problemas al respecto.

En caso de aparecer problemas de clorosis férrica, se debe aportar quelato de hierro.

Zinc

El zinc forma parte de diversas enzimas, auxinas y de la clorofila. Pueden aparecer carencias en suelos excesivamente abonados con fósforo, por antagonismo con este elemento. Las carencias se manifiestan por mermas de crecimiento en los entrenudos y hojas pequeñas y agrupadas. El zinc está presente en muchos fungicidas, por lo que no suele ser necesario aplicarlo en la fertilización.

Cobre

El cobre presenta una situación similar al zinc. Es un elemento poco móvil y menos absorbible cuanto mayor sea el pH del suelo. Multitud de fungicidas incluyen cobre en su formulación, por lo que no es necesario aportarlo en la fertilización.

Manganeso

El manganeso forma parte de algunas enzimas y juega un papel importante en la fotosíntesis. El ión manganeso es bastante asimilable por las plantas, pero a medida que el pH es mayor, se oxida y forma iones trivalentes o tetravalentes que son inasimilables por la planta.

Las carencias aparecen más frecuentemente en suelos ácidos, donde este elemento se puede haber lixiviado.

Cloro

El almendro tiene unas necesidades muy pequeñas de cloro. El cloro suele ser aportado por el agua de lluvia, y no suele haber problemas de carencias. Sin embargo, es más frecuente que aparezcan excesos de cloruros, debido a los aportes de los fertilizantes.

Boro

El boro interviene en el transporte de los azúcares y en la formación de las membranas celulares. Es un elemento poco móvil en el árbol, por lo que los síntomas de carencias aparecen frecuentemente muy localizados.

Las carencias de este elemento son más frecuentes en suelos muy ácidos o muy básicos. Tanto la sequía prolongada como la humedad excesiva favorecen las carencias de este elemento.

Molibdeno

El molibdeno es imprescindible para el metabolismo del nitrógeno. Se asimila bien en suelos de pH alto, de tal forma que en suelos básicos no suele haber problemas de carencias.

1.4.3.2.4. Programa de fertirrigación

El empleo de la fertirrigación asegura una respuesta mucho más rápida al abonado que la fertilización convencional. Las necesidades se calculan sobre la base de la fertilización tradicional. Se debe tener en cuenta que la aplicación de fertilizante se realiza sólo en el bulbo húmedo, por lo que su aprovechamiento por la planta es casi total.

Es muy importante distribuir las necesidades nutritivas a lo largo de todo el ciclo del almendro. Se van a dividir las necesidades nutritivas anuales del almendro en tres períodos: prefloración-floración (del 1 al 30 de abril), caída de pétalos-llenado del fruto (del 1 de mayo al 30 de junio) y llenado del fruto-madurez (del 1 de julio al 30 de septiembre). En la Tabla 20 se muestra el porcentaje de cada nutriente que debe ser aportado en cada período.

Tabla 20. Aporte de nutrientes mediante fertirrigación a lo largo del año

Período	Inicio-Fin	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
Prefloración-Floración	1-30 abril	20	40	35
Caída de pétalos-Llenado del fruto	1 mayo-30 junio	50	10	40
Llenado del fruto-Madurez	1 julio-30 septiembre	30	60	25

Se van a emplear íntegramente fertilizantes líquidos, debido a su facilidad de uso y sencilla automatización. El nitrógeno se va a aportar mediante una solución con un 32 % de riqueza de este elemento. El fósforo se va a aportar con una solución de ácido fosfórico (H_3PO_4) diluida al 75 %, con una riqueza del 52 % de P_2O_5 . El potasio se va a aportar mediante una solución de potasio, con una riqueza del 32 % de K_2O .

La Tabla 21 muestra las necesidades mensuales de nutrientes, expresados como kg/ha de N, P_2O_5 y K_2O .

Tabla 21. Necesidades mensuales de nutrientes, expresadas en kg/ha

Año	Nutriente	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
4	N	15,20	19,00	19,00	7,60	7,60	7,60
	P_2O_5	5,20	0,00	0,00	2,60	2,60	2,60
	K_2O	15,75	9,00	9,00	3,75	3,75	3,75
5	N	22,40	28,00	28,00	11,20	11,20	11,20
	P_2O_5	6,40	0,00	0,00	3,20	3,20	3,20
	K_2O	16,45	9,40	9,40	3,92	3,92	3,92
6	N	29,40	36,75	36,75	14,70	14,70	14,70
	P_2O_5	7,60	0,00	0,00	3,80	3,80	3,80
	K_2O	29,75	17,00	17,00	7,08	7,08	7,08
7	N	36,60	45,75	45,75	18,30	18,30	18,30
	P_2O_5	8,80	0,00	0,00	4,40	4,40	4,40
	K_2O	36,40	20,80	20,80	8,67	8,67	8,67
8	N	41,20	51,50	51,50	20,60	20,60	20,60
	P_2O_5	9,60	0,00	0,00	4,80	4,80	4,80
	K_2O	43,40	24,80	24,80	10,33	10,33	10,33
9	N	43,60	54,50	54,50	21,80	21,80	21,80
	P_2O_5	10,00	0,00	0,00	5,00	5,00	5,00
	K_2O	50,40	28,80	28,80	12,00	12,00	12,00

Conociendo la riqueza de cada uno de los fertilizantes que se van a emplear, se calcula la cantidad de cada uno de los mismos que se ha de aportar, como se puede ver en la Tabla 22.

Tabla 22. Aportaciones mensuales de fertilizantes, expresadas en kg/ha

Año	Fertilizante	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
4	N-32	47,50	59,38	59,38	23,75	23,75	23,75
	P-52	10,00	0,00	0,00	5,00	5,00	5,00
	K-32	49,22	28,13	28,13	11,72	11,72	11,72
5	N-32	70,00	87,50	87,50	35,00	35,00	35,00
	P-52	12,31	0,00	0,00	6,15	6,15	6,15
	K-32	51,41	29,38	29,38	12,24	12,24	12,24
6	N-32	91,88	114,84	114,84	45,94	45,94	45,94
	P-52	14,62	0,00	0,00	7,31	7,31	7,31
	K-32	92,97	53,13	53,13	22,14	22,14	22,14
7	N-32	114,38	142,97	142,97	57,19	57,19	57,19
	P-52	16,92	0,00	0,00	8,46	8,46	8,46
	K-32	113,75	65,00	65,00	27,08	27,08	27,08
8	N-32	128,75	160,94	160,94	64,38	64,38	64,38
	P-52	18,46	0,00	0,00	9,23	9,23	9,23
	K-32	135,63	77,50	77,50	32,29	32,29	32,29
9	N-32	136,25	170,31	170,31	68,13	68,13	68,13
	P-52	19,23	0,00	0,00	9,62	9,62	9,62
	K-32	157,50	90,00	90,00	37,50	37,50	37,50

1.4.4. Resumen de la fertilización

Antes del abonado de fondo, durante la segunda quincena del mes de octubre, se va a realizar una enmienda orgánica con 81 t/ha de estiércol de vacuno bien hecho, que pretende corregir, en cierta medida, el bajo nivel de materia orgánica que presenta el suelo.

Durante la primera semana de noviembre se va a realizar un abonado de fondo con 543 kg/ha de sulfato potásico del 50 % de riqueza, con el fin de corregir las deficiencias de potasio que se han manifestado en el estudio edafológico.

La fertilización mineral de la plantación, una vez establecida ésta, se va a realizar íntegramente mediante fertirrigación. Para ello se van a instalar tres depósitos: el primero contendrá una solución de nitrógeno líquido con una riqueza del 32 % de dicho elemento, el segundo una solución de ácido fosfórico con una riqueza de P₂O₅ del 52 % y el tercero una solución de potasio líquido con una concentración de K₂O del 32 %.

En la Tabla 22 se pueden ver las aportaciones mensuales de fertilizantes para cada año de la plantación. Durante los tres primeros años no es necesario aportar fertilizantes, como se puede ver en los balances de nitrógeno, fósforo y potasio. A partir del año 9, se considera que las aportaciones de fertilizantes son constantes e iguales a las de este último.

1.5. Mantenimiento del suelo

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

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

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

Además, se realizan cuatro aplicaciones de herbicida a lo largo del año, durante los meses de marzo, mayo, junio y septiembre. La aplicación del herbicida se realizará mediante una cuba de 600 L de capacidad suspendida, con dos barras de tratamiento, que aplicarán el herbicida en una franja de 70 cm a cada lado de la fila de árboles. Se empleará Glifosato 36 % en forma de sal isopropilamina, con una dosificación de 4 L/ha.

La Tabla 23 muestra el calendario de operaciones de mantenimiento del suelo a lo largo de la vida de la plantación.

Tabla 23. Calendario de operaciones de mantenimiento del suelo

Fecha	Actividad	Equipo	Mano de obra
Siega	1-7 marzo	Trituradora-desbrozadora y tractor	1 tractorista
Herbicida	7-15 marzo	Equipo de tratamientos y tractor	1 tractorista
Herbicida	15-22 mayo	Equipo de tratamientos y tractor	1 tractorista
Siega	1-7 junio	Trituradora-desbrozadora y tractor	1 tractorista
Herbicida	15-22 junio	Equipo de tratamientos y tractor	1 tractorista
Siega	15-22 septiembre	Trituradora-desbrozadora y tractor	1 tractorista
Herbicida	22-30 septiembre	Equipo de tratamientos y tractor	1 tractorista

1.6. Polinización

1.6.1. Introducción

La polinización tiene como objeto el transporte del polen desde las anteras al estigma de la flor. Como se explica en el Anejo III. Estudio de alternativas, las variedades de almendro Mardía y Penta son autofértiles, por lo que no es necesario disponer en la plantación de variedades secundarias que sirvan como polinizadoras de la principal. No obstante, la combinación de dos variedades favorece la polinización y el cuajado.

Para conseguir producciones abundantes es preciso que la plantación se encuentre equilibrada, no sólo mediante la poda y el abonado, sino también estableciendo un sistema de polinización adecuado.

1.6.2. Factores que intervienen en la polinización

El almendro es una especie entomófila, en la que la polinización es llevada a cabo por insectos. Se estima que el porcentaje de polinización por parte de los insectos es del 90 %, por lo que para favorecer la presencia de los mismos durante la floración se van a colocar colmenas, ya que las abejas son los insectos más eficaces a la hora de llevarla a cabo.

El estímulo más importante que hace que las abejas sean muy eficaces a la hora de la polinización es la búsqueda de alimento. Los alimentos esenciales para las abejas son el néctar, que es aporta azúcares y agua, y el polen de las flores, que les aporta proteínas.

Las abejas, para obtener la mayor cantidad de alimento de las flores, se hallan especializadas, de modo que unas se dedican a la recolección del néctar (pecoreadoras del néctar) y otras del polen (pecoreadoras del polen).

Para la polinización en plantaciones frutales las más interesantes son las segundas, ya que introducen su cabeza en el interior de la flor, muerden las anteras con sus mandíbulas y acercan su cuerpo a ellas. Acto seguido giran varias veces cerca de las mismas, con lo que su cuerpo piloso se cubre de granos de polen.

Las pecoreadoras del néctar, a diferencia de las del polen, introducen al cabeza lateralmente evitando el contacto con las anteras y el estigma, por lo que son menos eficaces que las pecoreadoras del polen.

Los valores óptimos de temperatura para que se lleve a cabo una buena polinización rondan los 20-28 °C. La actividad de las abejas se desarrolla con mayor efectividad con temperaturas comprendidas entre los 5 y 26 °C, decreciendo a medida que disminuye la temperatura y anulándose por debajo de los 10 °C.

Cuando hay vientos fuertes, una escasa luminosidad o lluvia, la actividad de las abejas se ve afectada, ya que se produce una entrada masiva de las mismas en la colmena y se excitan. En esos casos el pecoreo, si se desarrolla, se produce a escasos metros de la colmena, con vuelos muy cercanos al suelo.

La polinización únicamente tendrá éxito si el árbol es capaz de producir alimento (néctar o polen) atractivo para las abejas.

Las labores culturales que se desarrollen en la plantación durante la floración tienen un peso importante sobre la polinización. En este sentido, un exceso de riego afecta al polen, disminuyendo su calidad y cantidad, lo que puede suponer que no sea atractivo para las abejas.

Además, si no se realiza una labor de escarda previa a la floración, puede originarse una competencia entre las flores del almendro y las de la vegetación espontánea, haciendo decrecer la polinización.

1.6.3. Adquisición, instalación y cuidado de las colmenas

Las colmenas deben establecerse en la plantación a partir del cuarto año, dos o tres días antes de iniciarse la apertura de la flor (aproximadamente a mediados de abril), con el fin de que las abejas se orienten y adapten a su nueva ubicación antes de comenzar su trabajo.

Durante todo el período que comprende la polinización es necesario una cantidad grande de abejas pecoreadoras. Para ello es preciso una colmena fuerte y vigorosa, con más de 60000 abejas, siendo aproximadamente la mitad de ellas pecoreadoras de polen. Se van a colocar colmenas horizontales Langstoth tipo perfección de madera, con una población de 60000 abejas.

Se colocarán 4 colmenas por ha, distribuidas de forma uniforme por la superficie del terreno. Se estima que la zona de máxima eficacia de polinización se sitúa en torno a 125 m de radio de la colmena. Las colmenas deben colocarse a no más de 0,4 m de altura respecto al suelo, con la piqueta (puerta de la colmena) colocada en orientación sur-suroeste, debido a que tiene mejor insolación y estimula el vuelo de las abejas.

Durante la polinización se debe evitar realizar tratamientos, ya que pueden ser perjudiciales. Si fuera necesaria la aplicación de algún tratamiento se deben seleccionar formulaciones respetuosas con las abejas.

Una vez terminada la polinización se retiran las colmenas y se pueden llevar a cabo los tratamientos necesarios.

El capataz de la explotación es la persona encargada de alquilarlas. Dentro del alquiler se debe incluir el cuidado de las colmenas por parte de un especialista. Este especialista es el encargado de dirigir el proceso biológico de las abejas, con el fin de conseguir el mejor estado posible de las mismas, y obtener así la mejor polinización.

1.7. Tratamientos fitosanitarios

1.7.1. Introducción

Tradicionalmente el almendro ha sido un cultivo en el que la defensa fitosanitaria no ha tenido un papel importante. Sin embargo, en las nuevas plantaciones semiintensivas en regadío, la incidencia de plagas y enfermedades ha crecido, por lo que se hace necesario considerar la defensa fitosanitaria como un aspecto clave para garantizar la producción y la rentabilidad del cultivo.

En la actualidad, aquellas comunidades autónomas en las que el cultivo del almendro cobra una gran importancia, como Andalucía, Murcia y Aragón, han desarrollado programas y legislación específica de producción integrada para el almendro. En Castilla y León, al no ser el almendro un cultivo que ocupe una gran superficie, no se han desarrollado dichos programas. La defensa fitosanitaria debe ser lo más respetuosa con el medio ambiente, por lo que el programa de tratamientos fitosanitarios de la explotación se va a adecuar a las exigencias de producción integrada desarrolladas en otras comunidades.

A continuación, en la Figura 3, se muestran los estados fenológicos del almendro según A. Felipe. Éstos deben tenerse en cuenta a la hora de realizar los tratamientos fitosanitarios, según lo que se especifique en su etiqueta.

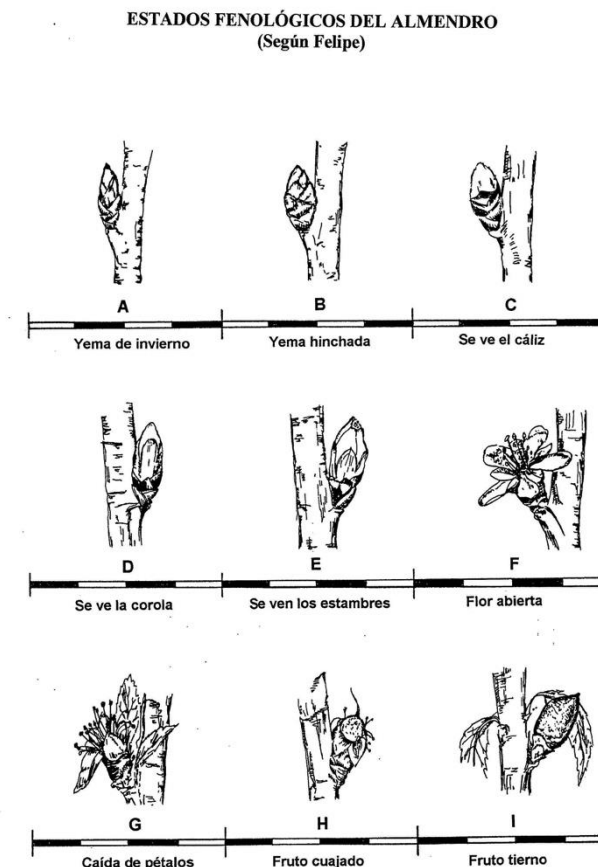


Figura 3. Estados fenológicos del almendro

En los siguientes apartados se especifican las características de las principales plagas y enfermedades del almendro. Se muestran sólo las más importantes que puedan tener una mayor incidencia en el cultivo.

1.7.2. Principales plagas del almendro

1.7.2.1. Pulgones

Las especies más frecuentes son el pulgón verde, *Myzus persicae* Sulz. y *Myzus varians* Davidson, el pulgón harinoso, *Hyalopterus amygdali* Blanch., y el pulgón de la madera, *Pterochloroides persicae* (Cholod.), pero existen otras especies presentes que han provocado problemas ocasionalmente. Atacan sobre todo a los brotes jóvenes.

Atacan sobre todo a los brotes jóvenes. *M. persicae* provoca un enrollado transversal en las hojas y en *M. varians* es transversal. El pulgón harinoso también provoca abarquillamiento de hojas y una gran cantidad de melaza. Todos prefieren plantaciones con vigor y en plena actividad.

Control

- Controlar el vigor del árbol, evitando desarrollos vegetativos excesivos.
- Tratamientos químicos en estado C-D si en invierno se observan muchos huevos o si durante el año anterior hubo un ataque fuerte. Durante el período de floración se debe tratar simplemente con ver pulgones. Durante la vegetación, se debe tratar si se observan colonias establecidas. Para pulgón verde tratar al final de la floración, con poblaciones aún bajas (de hasta el 5% de brotes ocupados), o un poco más tarde para el pulgón harinoso. El criterio o umbral para el pulgón de la madera es su mera presencia. El tratamiento debe realizarse con productos autorizados, como Acetamiprid, Azadiractin, Cipermetrin, Deltametrin, Fenvalerato, Imidacloprid, Lambda Cihalotrin, Primicarb, Tau-Fluvalinato, Tiametoxam y Zeta-Cipermetrin.

Tratamiento

ACETAMIPRID 20% [SG] P/P: Producto utilizado en el control de minadores y pulgones en frutales de hueso. La dosis recomendada es de 25 g/hl. Presenta un plazo de seguridad de 14 días. Aplicar en pulverización foliar al inicio de la infestación, realizando como máximo 2 tratamientos.

1.7.2.2. Ácaros

Los ácaros frecuentes en las plantaciones de almendros son de las especies *Panonychus ulmi* Koch, o araña roja, y *Tetranychus urticae* Koch, araña amarilla. Con un ataque sobre el cultivo persistente se forman telarañas sobre las hojas, ramas y frutos. Además, los ácaros se alimentan del material vegetal, produciendo defoliación y debilitamiento en la planta. Sus mandíbulas perforan los tejidos tiernos de la planta, de donde extraen jugos alimenticios, provocando una disminución de la función vegetativa.

En invierno, los huevos permanecen resguardados en las rugosidades de las ramas y troncos. A principios de la primavera nacen las larvas y se trasladan a las hojas de las que se alimentan, transformándose en adultos. En verano, ponen los huevos en el envés de las hojas. La duración de la vida de una araña roja es de aproximadamente de un mes y el ciclo vital es muy corto (15 a 20 días), por lo que si las condiciones climáticas son favorables (veranos secos y calurosos) pueden llegar a producirse diez generaciones, que infectan rápidamente a toda la plantación.

Control

- Realizar seguimientos frecuentes, con el fin de detectar la presencia de la plaga en la plantación y el estado de desarrollo en que se encuentra.
- Tratamientos con aceites parafínicos justo antes de la eclosión de los huevos, poco antes del desborre. Al final de la eclosión de todos los huevos, en mayo, se pueden utilizar acaricidas autorizados, como Azadiractin y Hexitiazox.

Tratamiento

ACEITE DE PARAFINA (CAS 8042-47-5) 83% [EC] P/V: Producto empleado en el control de ácaros traníquidos Aplicar en pulverización foliar adaptando el volumen de caldo a la densidad del follaje con humedad suficiente en el suelo. No aplicar el producto durante la floración de las plantas o a temperaturas superiores a 32 °C, ni 30 días antes ni después de la aplicación con compuestos de azufre, ni una semana antes ni después de la aplicación con productos que contengan Captan, Folpet o Ditianona.

AZADIRACTIN 3,2% [EC] P/V: Formulación empleada en el control de ácaros tetraníquidos, ceratitis, cochinillas, ácaros eriófidos, minadores de hojas, mosquito verde, orugas, psila y pulgones en frutales de hueso. Aplicar en pulverización normal, diluido al 0,025-0,15% según cultivos y plagas, debiendo especificar en la etiqueta la dosificación correspondiente a cada caso, así como las indicaciones relativas a la adición de coadyuvantes o de correctores de pH. En aquellos casos en que se pueda aplicar a bajo volumen dosificar entre 0,75-1,5 L/ha. Efectuar las aplicaciones a primera hora de la mañana o a la caída de la tarde, desde los primeros estadios de desarrollo de la plaga, repitiendo en caso de necesidad a intervalos de 7 días.

1.7.2.3. Orugueta del almendro

La orugueta del almendro, *Aglaope infausta* Linnaeus, es un lepidóptero que en su fase larvaria produce la defoliación del árbol. La larva mide aproximadamente entre 10 y 14 cm de largo, es de color gris con el dorso provisto de tres líneas amarillas y sus lados de una línea morada.

En su ciclo vital se encuentran tres estados ninfales. Parte del verano y durante todo el invierno, las orugas se encierran en un capullo sedoso instalado en restos de cortezas y en las hojas secas. Cuando llega la primavera, salen del capullo y se alimentan de las hojas atacando especialmente el envés. En esta misma estación, se produce un segundo estado ninfal, de la que aparecen unas orugas más voraces, las cuales devoran por completos las hojas, quedando sólo los nervios de ellas.

Al cabo de tres semanas se han desarrollado completamente y tejen unos capullos en forma de piñón, de color blanco rosado. Permanecen en el capullo durante un mes y de este tercer estado ninfal salen los adultos, mariposas que vuelan entre mayo y junio. Después de aparearse producen huevos que depositan en la corteza de las ramas. En julio salen numerosas orugas que también devoran las hojas hasta quedar sólo las nervaduras. En agosto, tejen el capullo que constituye su primera ninfa, instalado en los retos de cortezas y hojas secas.

La fase más peligrosa de su ciclo es la de las orugas de la primera generación, en julio, que puede llegar a devastar el árbol por completo.

Control

- Tratamiento químico con productos autorizados al primer síntoma de defoliación. En la actualidad solamente existen dos productos autorizados para combatir la orugeta del almendro: *Bacillus thuringiensis kurstaki* y Deltametrin.

Tratamiento

DELTAMETRIN 10% [EC] P/V: Insecticida empleado en almendro para controlar orugeta y pulgones, con dosis que oscilan entre 0,075 y 0,125 L/ha. Efectuar como máximo 3 aplicaciones por campaña.

1.7.2.4. Anarsia

Causada por el lepidóptero *Anarsia lineatella* Zeller., es más grave en viveros y en plantaciones jóvenes que en plantaciones establecidas desde hace tiempo. Además, esta plaga puede también afectar a la almendra del fruto. Ataca los brotes tiernos doblándolos de una manera característica, en forma de cayado de pastor. También provoca galerías descendientes desde el punto de penetración.

Las larvas de primera generación entran en los brotes jóvenes realizando una galería descendente, provocando el curvado, la desecación y la marchitez de los brotes. Es frecuente que se produzcan exudados gomosos. Las larvas de generaciones posteriores entran en el fruto por el pedúnculo, haciendo galerías y depreciándolo. En España suelen haber dos o tres generaciones anuales.

Control

- Realizar el seguimiento de la plaga con feromona de monitoreo.
- Cortar y eliminar los brotes afectados a los primeros síntomas.
- El umbral para el tratamiento químico es de 15 capturas/trampa/semana o el 3% de brotes atacados. Se puede usar Deltametrin y Lambda-Cihalotrin.
- Puede plantearse la técnica de confusión mediante feromona sexual en este cultivo en caso de ser necesario, puesto que puede ser muy efectiva y reducir drásticamente los tratamientos químicos.

Tratamiento

LAMBDA CIHALOTRIN 1,5% [CS] P/V: Insecticida empleado en almendro para el control de orugas, pulgones, anarsia, carpocapsa y orugas minadoras. Efectuar una aplicación por campaña, sin superar los 1,3 l/ha. de producto.

5-DECEN-1-IL-ACETATO 7,92% + 5-DECEN-1-OL 1,65% [VP] P/P: Difusor de vapores para confusión sexual de anarsia. Aplicar en primavera en el momento en que se prevea o detecte la aparición de los primeros adultos de anarsia, colocando manualmente 500 difusores/ha en el tercio superior de la copa de los árboles.

1.7.2.5. Barrenillo

Los insectos conocidos como barrenillo son coleópteros escolítidos, normalmente de los géneros *Xyleborus* y *Scolytus*. Están presentes sobre todo en plantaciones mal cuidadas o empobrecidas, mientras que la infestación en plantaciones completamente sanas puede venir de árboles o restos materiales de poda vecinos. El primer síntoma más evidente es la gomosis que es una consecuencia del daño por la penetración del insecto en la madera del árbol.

Control

- No dejar en el campo restos de poda, puesto que son una fuente de infección para los árboles adyacentes. Retirar y quemar rápidamente el material de poda.
- Realizar tratamientos químicos con Tau-Fluvalinato.

Tratamiento

TAU-FLUVALINATO 10% [EW] P/V: Producto insecticida autorizado en el almendro para el control del barrenillo, del tigre y del mosquito verde. Emplear dosis del 0,025 o 0,05 %. El plazo de seguridad es de 7 días. Presenta una acción complementaria contra ácaros tetránquidos.

1.7.2.6. Tigre

Su nombre científico es *Monosteira unicostata* Muls. Es un insecto chupador que puede provocar defoliaciones importantes si las poblaciones son elevadas, afectando sobre todo el vigor de la plantación. Forma colonias en el anverso de las hojas, chupando la savia. El adulto se esconde en invierno en la corteza de los troncos y realiza la puesta en el envés de las hojas, muy cerca del nervio central.

Control

- En caso de presencia desde el invierno (muestreo de cortezas), se hace necesario prever un tratamiento con Tau-Fluvalinato. En postfloración, tratar cuando haya una ocupación en el 10% de los brotes. Los controles más eficaces siempre se producen en la salida de larvas de la primera generación, en primavera. Es el estadio más sensible.

Tratamiento

TAU-FLUVALINATO 10% [EW] P/V: Producto insecticida autorizado en el almendro para el control del barrenillo, del tigre y del mosquito verde. Emplear dosis del 0,025 o 0,05 %. El plazo de seguridad es de 7 días. Presenta una acción complementaria contra ácaros tetránquidos.

1.7.2.7. Gusano cabezudo

El gusano cabezudo, *Capnodis tenebrionis* L., es un coleóptero característico de frutales de hueso cultivados en seco, con riego por goteo o durante sequías.

El ataque del gusano cabezudo se manifiesta por lesiones en hojas y brotes, al alimentarse de ellos los adultos. Además, aparecen en el suelo hojas sin pedúnculo. Como consecuencia del ataque, se produce un debilitamiento del árbol, clorosis férrica y defoliación prematura. Frecuentemente se muestran ataques en el cuello y en las raíces.

En caso de ataques severos, se puede ver perjudicada la producción, y, si los ataques son muy frecuentes, la muerte del árbol.

El gusano cabezudo tiene un ciclo de dos años. En primavera los adultos se dirigen a la copa, y realizan la puesta de huevos en el suelo entre mayo y agosto. En agosto o septiembre emergen los adultos.

Control

- Aumentar la frecuencia de los riegos y la superficie mojada.
- Colocar láminas de polietileno enterradas alrededor del árbol y atadas al cuello, antes de la oviposición.
- Arranque y quema de árboles muy afectados.
- Tratamientos químicos contra los adultos con Imidacloprid (único producto autorizado para el almendro). 2 o 3 tratamientos a primeros de septiembre y a mediados de octubre.

Tratamiento

IMIDACLOPRID 20% [SL] P/V: Formulación autorizada para su uso en almendro en el control de gusano cabezudo y pulgones. Efectuar una única aplicación en primavera, después de la caída de los pétalos, con un máximo de 0,5 l/ha en pulverización normal. Peligroso para las abejas. Para proteger las abejas y otros insectos polinizadores, no aplicar durante la floración de los cultivos. No utilizar donde haya abejas en pecoreo activo. Para protección de las abejas, no tratar en áreas ni épocas de actividad de las mismas.

1.7.3. Principales enfermedades del almendro

1.7.3.1. Moniliosis

La moniliosis es una enfermedad criptogámica producida por el hongo ascomiceto *Monilinia laxa* (Aderhold & Ruhl.) Honey ex Whetzel, cuyo anamorfo (forma asexual) es *Monilia laxa* (Ehrenb.) Sacc. & Voglino.

Durante el invierno las esporas hibernan dentro de los chancros formados en los ramos y ramas del árbol, los pedúnculos de los frutos del año anterior y las escamas de las yemas. Si la primavera es húmeda, las esporas son transportadas por el viento y el agua y llegan a los estigmas de las flores, donde germinan y penetran en los pistilos, produciendo su necrosación. Por el peciolo de la flor también pueden pasar a los ramos, provocando su desecación.

Esta enfermedad produce marchitez floral, por lo tanto, infecta durante la época de floración, en presencia de humedad. Los daños pueden ser graves si durante la floración se dan lluvias y temperaturas suaves.

Control

- Eliminar el reservorio de esporas durante el invierno, para evitar su propagación posterior.
- Emplear compuestos cúpricos como el sulfato de cobre o el oxiclورو de cobre, aplicado a la caída de las hojas.
- El tratamiento debe iniciarse a la vista de los primeros síntomas, protegiendo la plantación al comienzo de la primavera. Durante la vegetación, y en especial en la época de floración, se puede tratar con diversos fungicidas como Folpet, Iprodiona, Mancozeb, Metil Tiofanato, Miclobutanil y Tebuconazol.

Tratamiento

TEBUCONAZOL 25% [WG] P/P (ESP.): Fungicida autorizado en el almendro para combatir los ataques de moniliosis y oídio. Aplicar a una dosis de 0,5 kg/ha,

respetando un plazo de seguridad de 7 días. No se muestra incompatible con la presencia de abejas en la explotación. Efectuar un máximo de 2 aplicaciones con un intervalo de 12-14 días en primavera o comienzos de verano con un volumen de caldo de 1000 L/ha.

1.7.3.2. Perdigonado o cribado

El perdigonado o cribado es una enfermedad criptogámica producida por el hongo ascomiceto *Stigmina carpohila* (Lév.) M.B. Ellis. Infecta durante la primavera, a partir de la brotación y en presencia de lluvias, necesitando humectación para infectar.

Durante el invierno el micelio del hongo se conserva en las escamas de las yemas contaminadas y en los chancros. En la primavera, con lluvias y temperaturas elevadas se produce la infección.

Provoca daños en madera joven, hojas y frutos. El síntoma más característico de la enfermedad es la aparición de puntos redondos de color rojo vinoso en las hojas, que se extienden rápidamente y producen pequeños agujeros en las hojas. Sobre los ramos produce punteaduras y chancros.

Control

- Emplear compuestos cúpricos como el sulfato de cobre o el oxiclورو de cobre, aplicado a la caída de las hojas.
- Los productos autorizados para combatir la enfermedad son Dodina, Folpet, Metil Tiofanato y Ziram. Los tratamientos deben realizarse durante la primavera.

Tratamiento

ZIRAM 76% [WG] P/P: Formulación autorizada en el cultivo del almendro para tratar cribado, fusicocum, lepra y roya. La dosis que se debe emplear es del 0,25-0,35 %, respetando un plazo de seguridad de 28 días. Para protección de las abejas, tratar en las horas en que no estén presentes (atardecer y amanecer).

1.7.3.3. Lepra o abolladura

La lepra, también denominada abolladura, es una enfermedad criptogámica producida por el hongo ascomiceto *Taphrina deformans* (Berk.) Tul. Esta enfermedad afecta fundamentalmente a las hojas, aunque puede afectar también a los frutos tiernos.

La infección se produce en primavera, al inicio de la brotación y en presencia de lluvias. El hongo persiste durante el invierno en las brácteas de las yemas.

La lepra no tiene una gran incidencia sobre el almendro, a diferencia del melocotonero o el albaricoquero. Sin embargo, en años en los que las condiciones climáticas sean favorables, pueden producirse daños graves.

Control

- Emplear compuestos cúpricos como el sulfato de cobre o el oxiclورو de cobre, aplicado a la caída de las hojas.
- Durante la primavera, en caso de darse las condiciones climáticas adecuadas para el desarrollo de la enfermedad o cuando se detecten síntomas de la misma, se debe realizar un tratamiento con Ziram, único producto autorizado en la actualidad.

Tratamiento

ZIRAM 76% [WG] P/P: Formulación autorizada en el cultivo del almendro para tratar cribado, fusicocum, lepra y roya. La dosis que se debe emplear es del 0,25-0,35 %, respetando un plazo de seguridad de 28 días. Para protección de las abejas, tratar en las horas en que no estén presentes (atardecer y amanecer).

1.7.3.4. Mancha ocre

Esta enfermedad está producida por el hongo ascomiceto *Polystigma ochraceum* (Whalenb.) Sacc. Es una enfermedad frecuente en zonas secas con temperaturas elevadas. Dada la condición de regadío de la plantación, no es de esperar una gran incidencia de la enfermedad.

El hongo parasita las hojas del almendro, manifestándose como manchas en un principio amarillas que después tornan a un color pardo rojizo, a veces muy oscuro. A finales del verano se puede producir al defoliación prematura del árbol, que ocasiona debilidad y desequilibrio de la vegetación al año siguiente.

Control

- El tratamiento debe realizarse al detectarse los primeros síntomas, con productos autorizados como Captan y Tiram.

Tratamiento

CAPTAN 80% [WG] P/P: Formulación autorizada en almendro para el tratamiento del chancro y de la mancha ocre. Tratar con dosis de 0,15-0,25 %, respetando un plazo de seguridad de 10 días. Para protección de las abejas, tratar en las horas en que no estén presentes (atardecer y amanecer).

1.7.3.5. Brote seco

El brote seco, también conocido como Fusicocum, es una enfermedad criptogámica del almendro, producida por el hongo *Phomopsis amygdaly*(Del.) Tuset & Portilla.

La infección se produce en otoño, cuando el hongo penetra por las cicatrices foliares producidas por la caída de las hojas. Afecta fundamentalmente a la parte extrema de los brotes, produciendo su desecación y, por tanto, condicionando a menudo el crecimiento del árbol.

Control

- El hongo se transmite fácilmente por las herramientas de poda, por lo que en caso de detección de la enfermedad, los árboles afectados deben ser podados al final y, posteriormente, deben desinfectarse las herramientas usadas.
- Cuando se detecten los primeros síntomas pueden realizarse tratamientos con Ziram.

Tratamiento

ZIRAM 76% [WG] P/P: Formulación autorizada en el cultivo del almendro para tratar cribado, fusicocum, lepra y roya. La dosis que se debe emplear es del 0,25-0,35 %, respetando un plazo de seguridad de 28 días. Para protección de las abejas, tratar en las horas en que no estén presentes (atardecer y amanecer).

1.7.3.6. Podredumbre de la raíz

La podredumbre de las raíces es producida por el hongo basidiomiceto *Armillaria mellea* (Vahl) P. Umm. Los síntomas característicos de la enfermedad son el desecamiento de las ramas y, en general, de la copa del árbol. En otoño, con las primeras lluvias, aparecen grupos de setas en la base del árbol. El resto del hongo permanece en el subsuelo, infectando las raíces y causando su pudrición.

Control

- Al ser un hongo del suelo es muy difícil de eliminar. Conviene, no obstante, arrancar los árboles infectados y quemarlos, para evitar la propagación de las esporas del hongo.
- Puede ser interesante realizar la desinfección del suelo donde se encontraban los árboles infectados. Sin embargo, ésta es una tarea muy costosa y poco eficaz. Además, en la actualidad no existen productos autorizados para combatir la enfermedad.

1.7.3.7. Mancha bacteriana

El nombre de la bacteria que produce esta enfermedad es *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* (Smith) Vauterin *et al.* Se trata de una enfermedad de cuarentena de la Unión Europea, por lo tanto, se debe erradicar en España en caso de encontrar los síntomas en una plantación y ser diagnosticada positiva por un laboratorio oficial.

Los síntomas se pueden presentar tanto en las hojas, brotes y frutos como en la madera de los mismos brotes, ramas y tronco. En las hojas del almendro, la enfermedad se manifiesta por la aparición de manchas poligonales delimitadas por los nervios de la hoja, de no más de 5 mm de extensión, aunque la coalescencia entre ellas puede provocar como resultado manchas de mayor tamaño.

Cuando la infección es muy inicial las manchas suelen tener un color amarillento pálido, como de un verde degradado, que son casi imperceptibles. Estas regiones amarillentas también se manifiestan en manchas activas y en crecimiento. Con el tiempo las manchas iniciales se vuelven rojizas o marrones, destacando claramente respecto al limbo foliar. Finalmente, las lesiones provocan amarilleamiento de las hojas y su caída posterior.

La dispersión de la bacteria se produce con las lluvias suaves y el rocío matinal, sobre todo con el goteo de agua por la punta de las hojas. Este goteo arrastra a la bacteria a otras hojas, aumentando la gravedad de la infección.

Las necrosis en hojas frecuentemente derivan en un cribado al desprenderse el tejido ya muerto, por lo que es necesario comentar que en algunas ocasiones los síntomas de la mancha bacteriana se pueden confundir con los del cribado.

La bacteria pasa el invierno en los espacios intercelulares del córtex, el floema y el xilema de las infecciones en brotes, producidas durante el ciclo o los ciclos anteriores. Estos sitios pueden ser fuente de inóculo durante dos o tres años consecutivos. Cuando las cantidades de bacteria son suficientes para producir infecciones, las lluvias primaverales transportan este inóculo desde sus fuentes hacia los estomas de las primeras hojas emergidas, provocando las infecciones primarias. Al madurar las primeras infecciones, generan lesiones con exudados que, nuevamente con lluvia y viento, producen las infecciones secundarias en otras hojas y en los frutos

en crecimiento. Los ciclos infectivos se van sucediendo durante el verano hasta los meses de otoño.

Control

- La primera fuente de inóculo a considerar son los chancros de la enfermedad en brotes, ramas y troncos. Se debe tener en cuenta que la bacteria puede sobrevivir más de un ciclo vegetativo por lo que la detección temprana de estos síntomas y su eliminación ayudarán al control de la enfermedad. En caso que se detectaran, también los chancros de verano deben retirarse de la parcela.
- Las hojas infectadas que permanecen en el árbol o en el suelo pueden ayudar a dispersar la enfermedad, sobre todo con la aplicación de tratamientos fitosanitarios, que producen un goteo sobre las hojas. Conviene, por tanto, eliminar las hojas secas de los árboles afectados y evitar realizar tratamientos fitosanitarios que produzcan un goteo sobre las mismas.
- La medida más eficaz de prevenir la infección de la mancha bacteriana es la adquisición de material vegetal certificado, exento del patógeno.
- La lucha química resulta poco eficaz, siendo ésta meramente preventiva. En caso de riesgo de infección, conviene realizar tres tratamientos con compuestos cúpricos o de zinc, así como Mancozeb o Ziram. El primero de ellos, en prefloración, entre el desborre y la salida de las primeras hojas. El segundo de ellos, a la caída de hojas en otoño, para prevenir infecciones por las heridas que se producen. Y el tercer momento, en cualquier fase del ciclo vegetativo en la que se produzcan lluvias y temperaturas suaves, para prevenir la infección bacteriana.

Tratamiento

ZIRAM 76% [WG] P/P: Formulación autorizada en el cultivo del almendro para tratar cribado, fusicocum, lepra y roya. La dosis que se debe emplear es del 0,25-0,35 %, respetando un plazo de seguridad de 28 días. Para protección de las abejas, tratar en las horas en que no estén presentes (atardecer y amanecer).

MANCOZEB 75% [WG] P/P: Producto autorizado en el cultivo del almendro para controlar ataques de monilia y roya. La dosis que se debe aplicar es del 0,25-0,35 %, debiendo respetar un plazo de seguridad de 28 días. Para protección de las abejas, tapar las colmenas previamente al tratamiento y mantenerlas así durante 1 ó 2 horas más tarde.

1.7.3.8. Tumores bacterianos del cuello y de las raíces

Los tumores del cuello y de las raíces son producidos por la bacteria *Agrobacterium tumefaciens*(Smith & Townsend) Conn. Es una enfermedad frecuente en frutales de hueso, especialmente en almendro.

Los tumores son en un principio de color claro, como masas poco definidas de células en reproducción. Rápidamente tornan a color pardo oscuro y endurecido, que pueden alcanzar tamaños de hasta 10 cm o incluso más, en función de la virulencia de la cepa y la susceptibilidad del árbol.

La bacteria habita en el suelo, penetra por la planta por las picaduras producidas por el ataque de nematodos o por los trabajos de laboreo. La bacteria vive en todo tipo de suelos, por lo que es muy frecuente su aparición en suelos agrícolas.

Control

- El control se realiza con medidas preventivas, fundamentalmente comprar material vegetal certificado.
- También resulta importante eliminar los árboles infectados.

1.7.3.9. Virus

Un virus es un agente infeccioso microscópico acelular que solo puede multiplicarse dentro de las células de otros organismos. Son patógenos obligados, no cultivables. No se dividen ni forman esporas, y se reproducen dirigiendo el metabolismo de la célula hospedante.

Los virus penetran por heridas o vectores. Presentan sintomatología variada siendo lo más habitual amarilleamientos y alteraciones del crecimiento.

Los virus más importantes del almendro son el Virus del Mosaico del Almendro, que provoca una disminución del crecimiento, con machas amarillas y disminución de la producción, el PSRV, que produce a necrosis de las yemas y reduce el crecimiento, y el PDV que produce enanismo en el árbol.

Control

- Solo se pueden combatir indirectamente, mediante el uso de variedades resistentes y arrancando los árboles afectados.
- No existen por el momento viricidas.

1.7.4. Cuadro resumen de tratamientos fitosanitarios

En la Tabla 24 se muestra un resumen de los tratamientos fitosanitarios que se deben realizar a lo largo del período de cultivo del almendro. Cabe decir que la realización de algunos de ellos queda condicionada a la presencia de la enfermedad o plaga en la plantación, pero en algunos casos el tratamiento es imprescindible como medida de prevención. En cualquier caso, las condiciones de aplicación de cada uno de los tratamientos se especifican en la tabla siguiente.

La aplicación se realiza mediante un atomizador arrastrado de 2000 L de capacidad, ajustando el caudal a las características de cada producto, en función de lo que se especifique en su etiqueta.

Tabla 24. Resumen de tratamientos fitosanitarios

Momento de aplicación	Plaga o enfermedad	Materia activa	Dosis
Estado A	Ácaros	ACEITE DE PARAFINA (CAS 8042-47-5) 83% [EC] P/V	1 L/ha
Estado B-C	Cribado, fusicocum, lepra y roya	ZIRAM 76% [WG] P/P	0,25-0,35 %
Abril (prefloración)	Pulgones, anarsia, carpocapsa y orugas minadoras	LAMBDA CIHALOTRIN 1,5% [CS] P/V	1,3 L/ha
	Barrenillo, tigre y mosquito verde	TAU-FLUVALINATO 10% [EW] P/V	0,025-0,05 %
	Moniliosis y oídio	TEBUCONAZOL 25% [WG] P/P (ESP.)	0,5 kg/ha
Abril (floración)	Pulgones y orugas	ACETAMIPRID 20% [SG] P/P	25 g/hl
Mayo	Gusano cabezudo y pulgones	IMIDACLOPRID 20% [SL] P/V	0,5 L/ha
Julio	Orugeta y pulgones	DELTAMETRIN 10% [EC] P/V	0,075-0,125 L/ha
	Chancro y mancha ocre	CAPTAN 80% [WG] P/P	0,15-0,25 %
Caída de hojas	Hongos y bacterias	Oxicloruro de cobre	0,4 kg/ha

Se deben respetar las dosis y momentos de aplicación establecidos. La aplicación de los tratamientos está condicionada a la presencia de la plaga o del patógeno en la plantación, en caso de se tratamientos de choque. La defensa fitosanitaria debe evaluarse para cada momento del cultivo por el técnico encargado de la explotación.

1.8. Recolección

1.8.1. Fecha de recolección estimada

Las variedades de almendro *Mardía* y *Penta* presentan una madurez media. Una ventaja de estas variedades es que cuando los frutos alcanzan la madurez no se desprenden del árbol, por lo que la recolección se puede retrasar sin ocasionar dificultades para la recolección.

La recolección se va a realizar, en el caso de la variedad *Mardía*, durante la primera semana del mes de octubre, y durante la segunda semana de octubre en la variedad *Penta*. Se debe garantizar que los frutos se encuentren lo suficientemente secos y que el pellejo se haya desprendido, para facilitar la posterior limpieza de la almendra.

1.8.2. Metodología de la recolección

La recolección se va a realizar mediante una cosechadora integral. Las principales ventajas de este sistema son su elevada capacidad de trabajo y bajo requerimiento de mano de obra. Son máquinas adecuadas para plantaciones grandes con elevadas densidades de plantación. Sin embargo, tienen un elevado coste de adquisición, por lo que resulta poco rentable su adquisición por parte del agricultor. Por tanto, la recolección se va a alquilar a una empresa de servicios.

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

1.9. Cuaderno de campo de la explotación

De acuerdo con el anexo III 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 y la Orden APA/326/2007, de 9 de febrero, por la que se establecen las obligaciones de los titulares de explotaciones agrícolas y forestales en materia de registro de la información sobre el uso de productos fitosanitarios, se concluye la obligatoriedad de la creación de un Cuaderno de Explotación. En dicho cuaderno deben quedar registrados todos los tratamientos fitosanitarios que se realicen, así como los datos referentes al personal aplicador, la maquinaria empleada y las parcelas tratadas.

El Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente tiene a disposición de los usuarios un modelo de Cuaderno de Explotación descargable desde su página web. El cuaderno se puede realizar de forma informática o impresa.

2. Implementación del proceso productivo

2.1. Maquinaria y equipos

2.1.1. Maquinaria necesaria en la explotación

2.1.1.1. Maquinaria alquilada

En determinadas labores de implantación del cultivo se requieren potencias mayores y aperos distintos a los que se van a utilizar posteriormente en la explotación, y que por tanto no interesa adquirir, sino alquilar. Se va a alquilar la siguiente maquinaria:

Tractor

Tractor agrícola de 140 CV (104,40 kW) de potencia, necesario para hacer las labores de preparación del terreno.

Remolque esparcidor de estiércol

Se trata de un remolque que incorpora un esparcidor accionado por la toma de fuerza del tractor, y equipado con un sistema de arrastre de cadenas. Estas cadenas se encargan de arrastrar el estiércol hacia la parte trasera del remolque, donde unos cilindros verticales se encargan de distribuir el estiércol por la superficie del terreno. La capacidad de carga del remolque es de 5000 kg y su anchura de trabajo es de 2 m. Esta labor se va a contratar a una empresa de la zona porque sólo se va a realizar en la época de preparación del terreno, previa a la plantación.

Arado de desfonde

Se va a realizar un labor de desfonde como paso previo al establecimiento del cultivo frutal. El arado de desfonde realiza una labor profunda, de aproximadamente 80 cm de profundidad, que voltea el terreno y elimina la posible suela de labor. El funcionamiento del arado de desfonde es el mismo que el de un arado convencional, solo que de mayores dimensiones. La labor va a ser encargada a una empresa de servicios de la zona.

Cultivador ligero suspendido 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.

Arado plantador

El arado plantador consta de una reja de vertedera que abre un surco según avanza la máquina. Dos operarios van sentados en dos sillas de que dispone la máquina, y van colocando los plantones respetando las distancias de separación entre los árboles. La máquina, mediante un sistema de guiado por cable, láser o GPS indica a los operarios el momento preciso de colocar el plantón.

La máquina, en la parte trasera, dispone de dos discos o rejas aporcadoras que cierran el surco una vez colocado el plantón. Además, es frecuente (y recomendable) la instalación de un depósito de agua en la parte superior del tractor, de tal manera que a la vez que se coloca el plantón deja caer un poco de agua, que mejora el

enraizamiento. La labor de plantación se va a contratar a una empresa de servicios, por lo que no es necesaria la adquisición del equipo.

Cosechadora integral

Consta de una pinza vibradora, que aprisiona el tronco del árbol y produce la caída de los frutos, que se precipitan sobre una plataforma que los transporta hasta el mecanismo pelador y posteriormente a la tolva. La recolección se realiza en continuo.

2.1.1.2. Maquinaria propia y adquirida

Tractor

Tractor agrícola de 110 CV (82 kW), con una distancia entre ejes de 2,4 m y un peso de 4500 kg.

Remolque de 7000 kg de M.M.A

Remolque de 7000 kg de capacidad, que dispone de volquete y un eje. Se va a emplear para el transporte de materias primas y herramientas por la explotación, así como la carga de la cosecha al almacén, si fuese necesario, que posee el promotor, situado en el pueblo. El promotor dispone del remolque previamente a la ejecución del proyecto.

Abonadora centrífuga suspendida de 1000 L de tolva

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.

Dispone de un mecanismo en forma de disco accionado por la toma de fuerza del tractor, que lanza el abono granulado sobre el terreno de forma homogénea.

El promotor dispone de la abonadora previamente a la ejecución del proyecto.

Atomizador centrífugo arrastrado de 2000 L de capacidad

Los atomizadores más empleados en el cultivo frutal son arrastrados. Este equipo incorpora un depósito de 2000 L de capacidad, de una bomba que impulsa el líquido y de un conjunto de boquillas que generan las gotas. El transporte de las gotas hasta las hojas de los árboles se realiza mediante una turbina que genera una fuerte corriente de aire. El promotor no dispone previamente del equipo, por lo que debe ser adquirido.

Trituradora-desbrozadora

La trituradora-desbrozadora es un equipo suspendido 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 suspendido de 600 L de capacidad

Se emplea exclusivamente para el tratamiento con herbicidas en las líneas del cultivo. Consta de una barra extensible que se coloca, frecuentemente, 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°, y 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.

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.

2.1.2. Capacidad y tiempos de trabajo

Las necesidades de potencia para cada una de las labores y operaciones del tractor se estiman, como se puede ver a continuación:

- **Abonado de fondo:** 26 kW
- **Pase de cultivador:** 67 kW
- **Tratamientos herbicidas:** 26 kW
- **Tratamientos fitosanitarios:** 26 kW
- **Triturado-desbrozado:** 67 kW

El tiempo de realización de cada una de las labores y operaciones de cultivo se estima en función de las características de la maquinaria empleada. Así, la capacidad de trabajo de la maquinaria en cada una de las operaciones es la siguiente.

- **Abonado de fondo:** 0,5 h/ha
- **Pase de cultivador:** 1,1 h/ha
- **Tratamientos herbicidas:** 1 h/ha
- **Tratamientos fitosanitarios:** 0,5 h/ha
- **Triturado-desbrozado:** 1,6 h/ha

2.1.3. Consumo de carburante

El consumo horario de carburante medio se calcula mediante la expresión siguiente:

$$\text{Consumo gasoil} = (1,34 \text{ L/kW} \cdot \text{h}) \cdot \text{Potencia de la labor}$$

La fórmula anterior está determinada para un tractor de 82 kW, que es el que posee el promotor.

El consumo total se calcula multiplicando la potencia nominal demandada por la labor por el número de horas necesario para realizarla y por el consumo específico horario del tractor. El resultado de esta operación se puede ver en la Tabla 25.

Tabla 25. Consumo de carburante

Labor	h/ha	Potencia (kW)	Consumo de gasoil (L/ha)
Abonado de fondo	0,5	26	17,4
Pase de cultivador (pases cruzados)	2,2	67	197,5
Tratamientos herbicidas	1,0	26	34,8
Tratamientos fitosanitarios	0,5	26	17,4
Triturado-desbrozado	1,6	67	143,6

2.1.4. Consumo de lubricantes

Se entiende como lubricantes todo tipo de aceites utilizados en los motores y partes móviles del tractor. La norma ASAE D497.2 estima el consumo de aceite mediante la siguiente expresión:

$$\text{Consumo de aceite} = 0,00059 \cdot \text{Potencia (kW)} + 0,02169$$

Se estima la potencia empleada en cada labor, al igual que en el cálculo del consumo de carburante, con lo que se obtiene la Tabla 26.

Tabla 26. Consumo de lubricantes

Labor	Potencia (kW)	Consumo de lubricantes (L/h)
Abonado de fondo	26	0,037
Pase de cultivador (pases cruzados)	67	0,061
Tratamientos herbicidas	26	0,037
Tratamientos fitosanitarios	26	0,037
Triturado-desbrozado	67	0,061

2.2. Coste horario de utilización de la maquinaria

2.2.1. Costes de las labores alquiladas

Estercolado preplantación

La labor de estercolado se va a contratar a una empresa de servicios de la zona, empleando su propia maquinaria. El precio de la labor es de 1007,78 €/ha, incluyendo todos los costes derivados del uso de la maquinaria, el estiércol y la mano de obra.

Desfonde

La labor de desfonde se va a contratar a una empresa de servicios, que aporta el tractor, el arado de desfonde monosurco y la mano de obra. El precio de la labor es de 146,93 €/ha.

Plantación

La plantación incluye la operación de apertura del surco, colocación de los plántones y cierre del surco mediante máquina plantadora. La labor de plantación se va a contratar a una empresa de servicios especializada, que tiene establecido un precio de la labor de 0,66 € por plántón.

Recolección

Las labores de recolección se van a contratar a una empresa de servicios, que tiene un coste establecido de 170 €/ha. Este precio incluye la maquinaria, la mano de obra y el consumo de gasoil y lubricantes.

2.2.2. Costes de la maquinaria adquirida

En la Tabla 27 se muestra el cálculo de costes de la maquinaria propia y adquirida. Se considera un precio del gasóleo agrícola bonificado (Gasóleo B) de 0,634 €/L y del lubricante clase 10W40 de 2,29 €/L incluyendo IVA y aportación a SIGAUS.

Tabla 27. Costes de la maquinaria propia y adquirida

Datos de partida	Costes fijos	Costes variables	Máquina					
			Abonadora	Cultivador	Pulverizador	Atomizador	Trituradora-desbrozadora	Remolque
	Coste horario	€/h	47,07	74,20	33,88	37,67	75,34	28,26
	Coste total	€/año	941,47	6381,18	3964,27	7345,79	8815,04	3391,00
	Mano de obra	€/h	8	8	8	8	8	8
	Lubricantes	€/h	0,085	0,140	0,085	0,085	0,140	0,800
	Combustibles	€/h	12	54	24	12	101	12
	Reparaciones	€/h	5	2	1	2	3	2
	Seguros e impuestos	€/año	30	70	40	100	100	80
	Alojamiento	€/año	15	35	20	50	50	40
	Intereses	€/año	53	109	70	172	162	135
	Amortización	€/año	140	400	187	750	540	400
	Horas de trabajo	h/año	20	86	117	195	117	120
	Vida útil	años	15	15	15	10	15	15
	Valor residual	€	900	1000	1200	2500	1900	2000
	Precio de adquisición	€	3000	7000	4000	10000	10000	8000

2.3. Mano de obra

2.3.1. Introducción

La mano de obra es fundamental para poder llevar a cabo las diferentes labores dentro de la plantación. Como consecuencia del incremento de la mecanización del cultivo, las necesidades de mano de obra han disminuido, con lo que se reduce una parte importante de los gastos.

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.

2.3.2. Mano de obra fija-especialista

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.

2.3.3. Mano de obra eventual

La mano de obra eventual es el personal contratado en determinadas épocas del año para llevar a cabo labores que requieran unas mayores necesidades de mano de obra. Existen dos categorías:

- **Peón especializado:** se trata de mano de obra contratada para unas labores específicas, requiriendo una cierta experiencia o conocimiento de las labores a realizar. Los peones especializados que será necesario contratar son tractoristas y podadores.

- **Peón no especializado:** se empleará para realizar labores de carácter general dentro de la plantación. No requiere ningún tipo de cualificación especial. Se encarga de la cara y descarga de caminos, ayuda en la plantación de los árboles, limpieza de las ramas podadas y ayuda en la recolección.

2.4. Cuadros del proceso productivo

2.4.1. Definición de las necesidades

A continuación se muestran los cuadros de definición de las necesidades para cada uno de los años de explotación del cultivo. Cada cuadro incluye las actividades que se han de realizar cada año, el intervalo de tiempo disponible para realizarlas y las necesidades de materias primas para cada actividad.

Tabla 28. Definición de las necesidades del año 1

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (38,9 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
1	Enmienda orgánica	15-oct	31-oct	16	Reparto de 81 t/ha de estiércol bien hecho	Estiércol de vacuno	t/ha	81,00	3150,90
2	Desfonde	15-oct	31-oct	16	Un pase de arado de desfonde, profundidad mínima de 80 cm				
3	Abonado de fondo	1-nov	7-nov	8	Abonado de fondo con 543 kg/ha de sulfato potásico (50 % K ₂ O)	Sulfato potásico 50 %	t/ha	543,00	21122,70
4	Pases de cultivador	1-ene	15-ene	15	2 pases cruzados de cultivador				
5	Replanteo y marcado	15-ene	31-ene	16	Replanteo y marcado de las líneas de cultivo, jalonamiento cada 30 m dentro de las líneas				
6	Recepción y preparación de la planta	25-ene	31-ene	7	Revisión de plantones y almacenamiento	Plantones Mardía - Rootpac 40	Unidad	6085	6085
						Plantones Penta - Rootpac 40	Unidad	5727	5727

Tabla 28 (Cont.). Definición de las necesidades del año 1

Especificaciones técnicas						Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (38,9 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
7	Plantación	1-feb	15-feb	16	Recorte de raíces y plantación mediante arado asurcador, distancia entre plantas de 5 m				
8	Instalación sistema de riego	1-feb	15-feb	16	Extensión de los ramales portagoteros, enrollados en las cabeceras de las líneas antes de la plantación				
9	Riego de plantación	15-feb	15-feb	1	Realización del riego de plantación, 5,00 L/árbol	Agua	m3/ha	1,49	57,88
10	Revisión general	15-feb	21-feb	7	Comprobar el estado de los plantones, colocar aquellos torcidos				
11	Poda de plantación	21-feb	28-feb	7	Rebajar los árboles a una altura de 1,10 m				
12	Tratamiento acaricida	1-mar	31-mar	31	Tratamiento acaricida con aceite de parafina	Aceite de parafina 83 %	L/ha	1,00	38,90
13	Tratamiento fungicida	1-mar	31-mar	31	Tratamiento contra cribado, lepra, fusicocum y roya	Ziram 76 %	kg/ha	3,00	116,70

Tabla 28 (Cont.). Definición de las necesidades del año 1

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (38,9 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
14	Colocación de protectores de troncos	1-mar	7-mar	7	Colocación de los protectores de troncos de polietileno	Protectores de troncos	Unidad	11576	11576
15	Entutorado	7-mar	14-mar	8	Colocación de los tutores y atado de los árboles	Tutores	Unidad	11576	11576
16	Riegos mes de abril	1-abr	30-abr	30	Riego diario de 4,60 L/árbol·día	Agua	m3/ha	41,07	1597,49
17	Tratamiento insecticida	10-abr	20-abr	11	Tratamiento insecticida contra pulgones, anarsia, carpocapsa y orugas minadoras	Lambda Cihalotrin 1,5 %	L/ha	1,30	50,57
18	Tratamiento insecticida	10-abr	15-abr	6	Tratamiento insecticida contra barrenillo, tigre y mosquito tigre	Tau-Fluvalinato	L/ha	0,30	11,67
19	Tratamiento fungicida	10-abr	20-abr	11	Tratamiento contra moniliosis y oidio	Tebuconazol 25 %	kg/ha	0,50	19,45
20	Tratamiento insecticida	27-abr	31-04	5	Tratamiento insecticida contra pulgones y orugas	Acetamiprid 20 %	kg/ha	0,25	9,73
21	Poda en verde	1-may	31-may	31	Elegir las 3 ramas principales, pinzar las demás				
22	Riegos mes de mayo	1-may	31-may	31	Riego diario de 6,65 L/árbol·día	Agua	m3/ha	61,35	2386,39

Tabla 28 (Cont.). Definición de las necesidades del año 1

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (38,9 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
23	Tratamiento insecticida	1-may	31-may	31	Tratamiento contra gusano cabezudo y pulgones	Imidacloprid 20 %	L/ha	0,50	19,45
24	Herbicida	15-may	22-may	7	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	155,60
25	Reposición de marras	15-may	7-jun	23	Sustitución de los árboles no prendidos	Plantones Mardía - Rootpac 40	Unidad	118	118
						Plantones Penta - Rootpac 40	Unidad	118	118
26	Siega	1-jun	7-jun	7	Siega de la cubierta vegetal				
27	Riegos mes de junio	1-jun	30-jun	30	Riego diario de 9,16 L/árbol·día	Agua	m3/ha	81,78	3181,08
28	Herbicida	15-jun	22-jun	7	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	155,60
29	Riegos mes de julio	1-jul	31-jul	31	Riego diario de 11,56 L/árbol·día	Agua	m3/ha	106,64	4148,38
30	Tratamiento insecticida	1-jul	14-jul	14	Tratamiento insecticida contra orugueta y pulgones	Deltametrin 10 %	L/ha	0,90	35,01
31	Tratamiento fungicida	1-jul	14-jul	14	Tratamiento fungicida contra chancro y mancha ocre	Captan 80 %	kg/ha	2,00	77,80

Tabla 28 (Cont.). Definición de las necesidades del año 1

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (38,9 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
32	Riegos mes de agosto	1-ago	31-ago	31	Riego diario de 10,87 L/árbol-día	Agua	m3/ha	100,28	3900,76
33	Riegos mes de septiembre	1-sept	30-sept	30	Riego diario de 6,78 L/árbol-día	Agua	m3/ha	60,53	2354,56
34	Siega	15-sept	22-sept	7	Siega de la cubierta vegetal				
35	Herbicida	22-sept	30-sept	9	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	155,60
36	Tratamiento fungicida	15-nov	30-nov	16	Tratamiento fungicida a caída de hojas	Oxicloruro de cobre	kg/ha	0,40	15,56
37	Poda de invierno	1-feb	28-feb	28	Eliminar todas las ramas excepto las 3 principales				

Tabla 29. Definición de las necesidades del año 2

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (38,9 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
1	Siega	1-mar	7-mar	7	Siega de la cubierta vegetal				
2	Herbicida	7-mar	15-mar	9	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	155,60
3	Tratamiento acaricida	1-mar	31-mar	31	Tratamiento acaricida con aceite de parafina	Aceite de parafina 83 %	L/ha	1,00	38,90
4	Tratamiento fungicida	1-mar	31-mar	31	Tratamiento contra cribado, lepra, fusicocum y roya	Ziram 76 %	kg/ha	3,00	116,70
5	Riegos mes de abril	1-abr	30-abr	30	Riego diario de 6,91 L/árbol·día	Agua	m3/ha	61,69	2399,70
6	Tratamiento insecticida	10-abr	20-abr	11	Tratamiento insecticida contra pulgones, anarsia, carpocapsa y orugas minadoras	Lambda Cihalotrin 1,5 %	L/ha	1,30	50,57
7	Tratamiento insecticida	10-abr	15-abr	6	Tratamiento insecticida contra barrenillo, tigre y mosquito tigre	Tau-Fluvalinato	L/ha	0,30	11,67
8	Tratamiento fungicida	10-abr	20-abr	11	Tratamiento contra moniliosis y oidio	Tebuconazol 25 %	kg/ha	0,50	19,45
9	Tratamiento insecticida	27-abr	31-04	5	Tratamiento insecticida contra pulgones y orugas	Acetamiprid 20 %	kg/ha	0,25	9,73

Tabla 29 (Cont.). Definición de las necesidades del año 2

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (38,9 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
10	Poda en verde	1-may	31-may	31	Eliminar brotes mal posicionados, despuntar los que midan más de 50 cm				
11	Riegos mes de mayo	1-may	31-may	31	Riego diario de 9,98 L/árbol-día	Agua	m3/ha	92,07	3581,38
12	Tratamiento insecticida	1-may	31-may	31	Tratamiento contra gusano cabezudo y pulgones	Imidacloprid 20 %	L/ha	0,50	19,45
13	Herbicida	15-may	22-may	7	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	155,60
14	Siega	1-jun	7-jun	7	Siega de la cubierta vegetal				
15	Riegos mes de junio	1-jun	30-jun	30	Riego diario de 13,74 L/árbol-día	Agua	m3/ha	122,66	4771,63
16	Herbicida	15-jun	22-jun	7	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	155,60
17	Riegos mes de julio	1-jul	31-jul	31	Riego diario de 17,34 L/árbol-día	Agua	m3/ha	159,96	6222,56
18	Tratamiento insecticida	1-jul	14-jul	14	Tratamiento insecticida contra orugeta y pulgones	Deltametrin 10 %	L/ha	0,90	35,01

Tabla 29 (Cont.). Definición de las necesidades del año 2

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (38,9 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coficiente técnico	
19	Tratamiento fungicida	1-jul	14-jul	14	Tratamiento fungicida contra chancro y mancha ocre	Captan 80 %	kg/ha	2,00	77,80
20	Riegos mes de agosto	1-ago	31-ago	31	Riego diario de 16,30 L/árbol-día	Agua	m3/ha	150,37	5849,35
21	Riegos mes de septiembre	1-sept	30-sept	30	Riego diario de 10,17 L/árbol-día	Agua	m3/ha	90,79	3531,84
22	Siega	15-sept	22-sept	7	Siega de la cubierta vegetal				
23	Herbicida	22-sept	30-sept	9	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	155,60
24	Tratamiento fungicida	15-nov	30-nov	16	Tratamiento fungicida a caída de hojas	Oxicloruro de cobre	kg/ha	0,40	15,56
25	Poda de invierno	1-feb	28-feb	28	Formar el segundo piso. Dejar 2 ramas secundarias				

Tabla 30. Definición de las necesidades del año 3

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (38,9 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
1	Siega	1-mar	7-mar	7	Siega de la cubierta vegetal				
2	Herbicida	7-mar	15-mar	9	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	155,60
3	Tratamiento acaricida	1-mar	31-mar	31	Tratamiento acaricida con aceite de parafina	Aceite de parafina 83 %	L/ha	1,00	38,90
4	Tratamiento fungicida	1-mar	31-mar	31	Tratamiento contra cribado, lepra, fusicocum y roya	Ziram 76 %	kg/ha	3,00	116,70
5	Riegos mes de abril	1-abr	30-abr	30	Riego diario de 9,21 L/árbol·día	Agua	m3/ha	82,22	3198,45
6	Tratamiento insecticida	10-abr	20-abr	11	Tratamiento insecticida contra pulgones, anarsia, carpocapsa y orugas minadoras	Lambda Cihalotrin 1,5 %	L/ha	1,30	50,57
7	Tratamiento insecticida	10-abr	15-abr	6	Tratamiento insecticida contra barrenillo, tigre y mosquito tigre	Tau-Fluvalinato	L/ha	0,30	11,67
8	Tratamiento fungicida	10-abr	20-abr	11	Tratamiento contra moniliosis y oidio	Tebuconazol 25 %	kg/ha	0,50	19,45
9	Tratamiento insecticida	27-abr	31-04	5	Tratamiento insecticida contra pulgones y orugas	Acetamiprid 20 %	kg/ha	0,25	9,73

Tabla 30 (Cont.). Definición de las necesidades del año 3

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (38,9 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
10	Poda en verde	1-may	31-may	31	Eliminar brotes mal posicionados, despuntar los que midan más de 50 cm				
11	Riegos mes de mayo	1-may	31-may	31	Riego diario de 13,31 L/árbol-día	Agua	m3/ha	122,79	4776,37
12	Tratamiento insecticida	1-may	31-may	31	Tratamiento contra gusano cabezudo y pulgones	Imidacloprid 20 %	L/ha	0,50	19,45
13	Herbicida	15-may	22-may	7	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	155,60
14	Siega	1-jun	7-jun	7	Siega de la cubierta vegetal				
15	Riegos mes de junio	1-jun	30-jun	30	Riego diario de 18,32 L/árbol-día	Agua	m3/ha	163,55	6362,17
16	Herbicida	15-jun	22-jun	7	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	155,60
17	Riegos mes de julio	1-jul	31-jul	31	Riego diario de 23,12 L/árbol-día	Agua	m3/ha	213,28	8296,75
18	Tratamiento insecticida	1-jul	14-jul	14	Tratamiento insecticida contra oruqueta y pulgones	Deltametrin 10 %	L/ha	0,90	35,01

Tabla 30 (Cont.). Definición de las necesidades del año 3

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (38,9 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coficiente técnico	
19	Tratamiento fungicida	1-jul	14-jul	14	Tratamiento fungicida contra chancro y mancha ocre	Captan 80 %	kg/ha	2,00	77,80
20	Riegos mes de agosto	1-ago	31-ago	31	Riego diario de 21,74 L/árbol-día	Agua	m3/ha	200,55	7801,53
21	Riegos mes de septiembre	1-sept	30-sept	30	Riego diario de 13,56 L/árbol-día	Agua	m3/ha	121,06	4709,12
22	Siega	15-sept	22-sept	7	Siega de la cubierta vegetal				
23	Herbicida	22-sept	30-sept	9	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	155,60
24	Tratamiento fungicida	15-nov	30-nov	16	Tratamiento fungicida a caída de hojas	Oxicloruro de cobre	kg/ha	0,40	15,56
25	Poda de invierno	1-feb	28-feb	28	Formar el tercer piso. Dejar 2 ramas terciarias				

Tabla 31. Definición de las necesidades del año 4

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (38,9 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
1	Siega	1-mar	7-mar	7	Siega de la cubierta vegetal				
2	Herbicida	7-mar	15-mar	9	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	155,60
3	Tratamiento acaricida	1-mar	31-mar	31	Tratamiento acaricida con aceite de parafina	Aceite de parafina 83 %	L/ha	1,00	38,90
4	Tratamiento fungicida	1-mar	31-mar	31	Tratamiento contra cribado, lepra, fusicocum y roya	Ziram 76 %	kg/ha	3,00	116,70
5	Riegos mes de abril	1-abr	30-abr	30	Riego diario de 11,51 L/árbol-día	Agua	m3/ha	102,76	3997,19
6	Fertilización mes de abril	1-abr	30-abr	30	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	47,50	1847,75
						P-52	kg/ha	10,00	389,00
						K-32	kg/ha	49,22	1914,66
7	Tratamiento insecticida	10-abr	20-abr	11	Tratamiento insecticida contra pulgones, anarsia, carpocapsa y orugas minadoras	Lambda Cihalotrin 1,5 %	L/ha	1,30	50,57
8	Tratamiento insecticida	10-abr	15-abr	6	Tratamiento insecticida contra barrenillo, tigre y mosquito tigre	Tau-Fluvalinato	L/ha	0,30	11,67
9	Tratamiento fungicida	10-abr	20-abr	11	Tratamiento contra moniliosis y oidio	Tebuconazol 25 %	kg/ha	0,50	19,45

Tabla 31 (Cont.). Definición de las necesidades del año 4

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (38,9 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
10	Tratamiento insecticida	27-abr	31-04	5	Tratamiento insecticida contra pulgones y orugas	Acetamiprid 20 %	kg/ha	0,25	9,73
11	Poda en verde	1-may	31-may	31	Eliminar brotes mal posicionados, despuntar los que midan más de 50 cm				
12	Riegos mes de mayo	1-may	31-may	31	Riego diario de 16,63 L/árbol-día	Agua	m3/ha	153,41	5967,78
13	Fertilización mes de mayo	1-may	31-may	31	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	59,38	2309,88
						P-52	kg/ha	0,00	0,00
						K-32	kg/ha	28,13	1094,26
14	Tratamiento insecticida	1-may	31-may	31	Tratamiento contra gusano cabezudo y pulgones	Imidacloprid 20 %	L/ha	0,50	19,45
15	Herbicida	15-may	22-may	7	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	155,60
16	Siega	1-jun	7-jun	7	Siega de la cubierta vegetal				
17	Riegos mes de junio	1-jun	30-jun	30	Riego diario de 22,90 L/árbol-día	Agua	m3/ha	204,44	7952,71
18	Fertilización mes de junio	1-jun	30-jun	30	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	59,38	2309,88
						P-52	kg/ha	0,00	0,00
						K-32	kg/ha	28,13	1094,26

Tabla 31 (Cont.). Definición de las necesidades del año 4

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (38,9 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
19	Herbicida	15-jun	22-jun	7	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	155,60
20	Riegos mes de julio	1-jul	31-jul	31	Riego diario de 28,90 L/árbol-día	Agua	m3/ha	266,61	10370,94
21	Fertilización mes de julio	1-jul	31-jul	31	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	23,75	923,88
						P-52	kg/ha	5,00	194,50
						K-32	kg/ha	11,72	455,91
22	Tratamiento insecticida	1-jul	14-jul	14	Tratamiento insecticida contra orugueta y pulgones	Deltametrin 10 %	L/ha	0,90	35,01
23	Tratamiento fungicida	1-jul	14-jul	14	Tratamiento fungicida contra chancro y mancha ocre	Captan 80 %	kg/ha	2,00	77,80
24	Riegos mes de agosto	1-ago	31-ago	31	Riego diario de 27,17 L/árbol-día	Agua	m3/ha	250,65	9750,12
25	Fertilización mes de agosto	1-ago	31-ago	31	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	23,75	923,88
						P-52	kg/ha	5,00	194,50
						K-32	kg/ha	11,72	455,91
26	Riegos mes de septiembre	1-sept	30-sept	30	Riego diario de 16,95 L/árbol-día	Agua	m3/ha	151,32	5886,40
27	Fertilización mes de septiembre	1-sept	30-sept	30	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	23,75	923,88
						P-52	kg/ha	5,00	194,50
						K-32	kg/ha	11,72	455,91

Tabla 31 (Cont.). Definición de las necesidades del año 4

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (38,9 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
28	Siega	15-sept	22-sept	7	Siega de la cubierta vegetal				
29	Herbicida	22-sept	30-sept	9	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	155,60
30	Cosecha	1-oct	7-oct	7	Cosecha de variedad Mardía				
		8-oct	14-oct	7	Cosecha de variedad Penta				
31	Tratamiento fungicida	15-nov	30-nov	16	Tratamiento fungicida a caída de hojas	Oxicloruro de cobre	kg/ha	0,40	15,56
32	Poda de invierno	1-feb	28-feb	28	Formar el último piso. Eliminar ramos mal posicionados				

Tabla 32. Definición de las necesidades del año 5

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (38,9 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
1	Siega	1-mar	7-mar	7	Siega de la cubierta vegetal				
2	Herbicida	7-mar	15-mar	9	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	155,60
3	Tratamiento acaricida	1-mar	31-mar	31	Tratamiento acaricida con aceite de parafina	Aceite de parafina 83 %	L/ha	1,00	38,90
4	Tratamiento fungicida	1-mar	31-mar	31	Tratamiento contra cribado, lepra, fusicocum y roya	Ziram 76 %	kg/ha	3,00	116,70
5	Riegos mes de abril	1-abr	30-abr	30	Riego diario de 13,83 L/árbol-día	Agua	m3/ha	123,47	4802,88
6	Fertilización mes de abril	1-abr	30-abr	30	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	70,00	2723,00
						P-52	kg/ha	10,00	389,00
						K-32	kg/ha	49,22	1914,66
7	Tratamiento insecticida	10-abr	20-abr	11	Tratamiento insecticida contra pulgones, anarsia, carpocapsa y orugas minadoras	Lambda Cihalotrin 1,5 %	L/ha	1,30	50,57
8	Tratamiento insecticida	10-abr	15-abr	6	Tratamiento insecticida contra barrenillo, tigre y mosquito tigre	Tau-Fluvalinato	L/ha	0,30	11,67
9	Tratamiento fungicida	10-abr	20-abr	11	Tratamiento contra moniliosis y oidio	Tebuconazol 25 %	kg/ha	0,50	19,45

Tabla 32 (Cont.). Definición de las necesidades del año 5

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (38,9 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
10	Tratamiento insecticida	27-abr	31-04	5	Tratamiento insecticida contra pulgones y orugas	Acetamiprid 20 %	kg/ha	0,25	9,73
11	Poda en verde	1-may	31-may	31	Eliminar brotes mal posicionados, despuntar los que midan más de 50 cm				
12	Riegos mes de mayo	1-may	31-may	31	Riego diario de 19,98 L/árbol-día	Agua	m3/ha	184,32	7169,94
13	Fertilización mes de mayo	1-may	31-may	31	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	87,50	3403,75
						P-52	kg/ha	0,00	0,00
						K-32	kg/ha	28,13	1094,26
14	Tratamiento insecticida	1-may	31-may	31	Tratamiento contra gusano cabezudo y pulgones	Imidacloprid 20 %	L/ha	0,50	19,45
15	Herbicida	15-may	22-may	7	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	155,60
16	Siega	1-jun	7-jun	7	Siega de la cubierta vegetal				
17	Riegos mes de junio	1-jun	30-jun	30	Riego diario de 27,51 L/árbol-día	Agua	m3/ha	245,60	9553,67
18	Fertilización mes de junio	1-jun	30-jun	30	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	87,50	3403,75
						P-52	kg/ha	0,00	0,00
						K-32	kg/ha	28,13	1094,26

Tabla 32 (Cont.). Definición de las necesidades del año 5

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (38,9 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
19	Herbicida	15-jun	22-jun	7	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	155,60
20	Riegos mes de julio	1-jul	31-jul	31	Riego diario de 34,72 L/árbol-día	Agua	m3/ha	320,30	12459,48
21	Fertilización mes de julio	1-jul	31-jul	31	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	35,00	1361,50
						P-52	kg/ha	5,00	194,50
						K-32	kg/ha	11,72	455,91
22	Tratamiento insecticida	1-jul	14-jul	14	Tratamiento insecticida contra orugueta y pulgones	Deltametrin 10 %	L/ha	0,90	35,01
23	Tratamiento fungicida	1-jul	14-jul	14	Tratamiento fungicida contra chancro y mancha ocre	Captan 80 %	kg/ha	2,00	77,80
24	Riegos mes de agosto	1-ago	31-ago	31	Riego diario de 32,64 L/árbol-día	Agua	m3/ha	301,11	11713,06
25	Fertilización mes de agosto	1-ago	31-ago	31	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	35,00	1361,50
						P-52	kg/ha	5,00	194,50
						K-32	kg/ha	11,72	455,91
26	Riegos mes de septiembre	1-sept	30-sept	30	Riego diario de 20,36 L/árbol-día	Agua	m3/ha	181,76	7070,62
27	Fertilización mes de septiembre	1-sept	30-sept	30	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	35,00	1361,50
						P-52	kg/ha	5,00	194,50
						K-32	kg/ha	11,72	455,91

Tabla 32 (Cont.). Definición de las necesidades del año 5

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (38,9 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
28	Siega	15-sept	22-sept	7	Siega de la cubierta vegetal				
29	Herbicida	22-sept	30-sept	9	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	155,60
30	Cosecha	1-oct	7-oct	7	Cosecha de variedad Mardía				
		8-oct	14-oct	7	Cosecha de variedad Penta				
31	Tratamiento fungicida	15-nov	30-nov	16	Tratamiento fungicida a caída de hojas	Oxicloruro de cobre	kg/ha	0,40	15,56

Tabla 33. Definición de las necesidades del año 6

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (38,9 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
1	Siega	1-mar	7-mar	7	Siega de la cubierta vegetal				
2	Herbicida	7-mar	15-mar	9	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	155,60
3	Tratamiento acaricida	1-mar	31-mar	31	Tratamiento acaricida con aceite de parafina	Aceite de parafina 83 %	L/ha	1,00	38,90
4	Tratamiento fungicida	1-mar	31-mar	31	Tratamiento contra cribado, lepra, fusicocum y roya	Ziram 76 %	kg/ha	3,00	116,70
5	Riegos mes de abril	1-abr	30-abr	30	Riego diario de 16,13 L/árbol-día	Agua	m3/ha	144,00	5601,63
6	Fertilización mes de abril	1-abr	30-abr	30	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	91,88	3574,13
						P-52	kg/ha	12,31	478,86
						K-32	kg/ha	51,41	1999,85
7	Tratamiento insecticida	10-abr	20-abr	11	Tratamiento insecticida contra pulgones, anarsia, carpocapsa y orugas minadoras	Lambda Cihalotrin 1,5 %	L/ha	1,30	50,57
8	Tratamiento insecticida	10-abr	15-abr	6	Tratamiento insecticida contra barrenillo, tigre y mosquito tigre	Tau-Fluvalinato	L/ha	0,30	11,67
9	Tratamiento fungicida	10-abr	20-abr	11	Tratamiento contra moniliosis y oidio	Tebuconazol 25 %	kg/ha	0,50	19,45

Tabla 33 (Cont.). Definición de las necesidades del año 6

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (38,9 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
10	Tratamiento insecticida	27-abr	31-04	5	Tratamiento insecticida contra pulgones y orugas	Acetamiprid 20 %	kg/ha	0,25	9,73
11	Poda en verde	1-may	31-may	31	Eliminar brotes mal posicionados, despuntar los que midan más de 50 cm				
12	Riegos mes de mayo	1-may	31-may	31	Riego diario de 23,31 L/árbol-día	Agua	m3/ha	215,04	8364,93
13	Fertilización mes de mayo	1-may	31-may	31	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	114,84	4467,28
						P-52	kg/ha	0,00	0,00
						K-32	kg/ha	29,38	1142,88
14	Tratamiento insecticida	1-may	31-may	31	Tratamiento contra gusano cabezudo y pulgones	Imidacloprid 20 %	L/ha	0,50	19,45
15	Herbicida	15-may	22-may	7	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	155,60
16	Siega	1-jun	7-jun	7	Siega de la cubierta vegetal				
17	Riegos mes de junio	1-jun	30-jun	30	Riego diario de 32,10 L/árbol-día	Agua	m3/ha	286,57	11147,69
18	Fertilización mes de junio	1-jun	30-jun	30	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	114,84	4467,28
						P-52	kg/ha	0,00	0,00
						K-32	kg/ha	29,38	1142,88

Tabla 33 (Cont.). Definición de las necesidades del año 6

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (38,9 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
19	Herbicida	15-jun	22-jun	7	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	155,60
20	Riegos mes de julio	1-jul	31-jul	31	Riego diario de 40,50 L/árbol-día	Agua	m3/ha	373,62	14533,67
21	Fertilización mes de julio	1-jul	31-jul	31	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	45,94	1787,07
						P-52	kg/ha	6,15	239,24
						K-32	kg/ha	12,24	476,14
22	Tratamiento insecticida	1-jul	14-jul	14	Tratamiento insecticida contra orugueta y pulgones	Deltametrin 10 %	L/ha	0,90	35,01
23	Tratamiento fungicida	1-jul	14-jul	14	Tratamiento fungicida contra chancro y mancha ocre	Captan 80 %	kg/ha	2,00	77,80
24	Riegos mes de agosto	1-ago	31-ago	31	Riego diario de 38,08 L/árbol-día	Agua	m3/ha	351,29	13665,24
25	Fertilización mes de agosto	1-ago	31-ago	31	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	45,94	1787,07
						P-52	kg/ha	6,15	239,24
						K-32	kg/ha	12,24	476,14
26	Riegos mes de septiembre	1-sept	30-sept	30	Riego diario de 23,75 L/árbol-día	Agua	m3/ha	212,03	8247,90
27	Fertilización mes de septiembre	1-sept	30-sept	30	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	45,94	1787,07
						P-52	kg/ha	6,15	239,24
						K-32	kg/ha	12,24	476,14

Tabla 33 (Cont.). Definición de las necesidades del año 6

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (38,9 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
28	Siega	15-sept	22-sept	7	Siega de la cubierta vegetal				
29	Herbicida	22-sept	30-sept	9	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	155,60
30	Cosecha	1-oct	7-oct	7	Cosecha de variedad Mardía				
		8-oct	14-oct	7	Cosecha de variedad Penta				
31	Tratamiento fungicida	15-nov	30-nov	16	Tratamiento fungicida a caída de hojas	Oxicloruro de cobre	kg/ha	0,40	15,56
32	Poda de invierno	1-feb	28-feb	28	Eliminar ramos mal posicionados				

Tabla 34. Definición de las necesidades del año 7

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (38,9 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
1	Siega	1-mar	7-mar	7	Siega de la cubierta vegetal				
2	Herbicida	7-mar	15-mar	9	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	155,60
3	Tratamiento acaricida	1-mar	31-mar	31	Tratamiento acaricida con aceite de parafina	Aceite de parafina 83 %	L/ha	1,00	38,90
4	Tratamiento fungicida	1-mar	31-mar	31	Tratamiento contra cribado, lepra, fusicocum y roya	Ziram 76 %	kg/ha	3,00	116,70
5	Riegos mes de abril	1-abr	30-abr	30	Riego diario de 18,44 L/árbol-día	Agua	m3/ha	164,62	6403,84
6	Fertilización mes de abril	1-abr	30-abr	30	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	114,38	4449,38
						P-52	kg/ha	14,62	568,72
						K-32	kg/ha	92,97	3616,53
7	Tratamiento insecticida	10-abr	20-abr	11	Tratamiento insecticida contra pulgones, anarsia, carpocapsa y orugas minadoras	Lambda Cihalotrin 1,5 %	L/ha	1,30	50,57
8	Tratamiento insecticida	10-abr	15-abr	6	Tratamiento insecticida contra barrenillo, tigre y mosquito tigre	Tau-Fluvalinato	L/ha	0,30	11,67
9	Tratamiento fungicida	10-abr	20-abr	11	Tratamiento contra moniliosis y oidio	Tebuconazol 25 %	kg/ha	0,50	19,45

Tabla 34 (Cont.). Definición de las necesidades del año 7

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (38,9 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
10	Tratamiento insecticida	27-abr	31-04	5	Tratamiento insecticida contra pulgones y orugas	Acetamiprid 20 %	kg/ha	0,25	9,73
11	Poda en verde	1-may	31-may	31	Eliminar brotes mal posicionados, despuntar los que midan más de 50 cm				
12	Riegos mes de mayo	1-may	31-may	31	Riego diario de 26,64 L/árbol-día	Agua	m3/ha	245,76	9559,92
13	Fertilización mes de mayo	1-may	31-may	31	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	142,97	5561,53
						P-52	kg/ha	0,00	0,00
						K-32	kg/ha	53,13	2066,76
14	Tratamiento insecticida	1-may	31-may	31	Tratamiento contra gusano cabezudo y pulgones	Imidacloprid 20 %	L/ha	0,50	19,45
15	Herbicida	15-may	22-may	7	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	155,60
16	Siega	1-jun	7-jun	7	Siega de la cubierta vegetal				
17	Riegos mes de junio	1-jun	30-jun	30	Riego diario de 36,68 L/árbol-día	Agua	m3/ha	327,46	12738,23
18	Fertilización mes de junio	1-jun	30-jun	30	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	142,97	5561,53
						P-52	kg/ha	0,00	0,00
						K-32	kg/ha	53,13	2066,76

Tabla 34 (Cont.). Definición de las necesidades del año 7

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (38,9 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
19	Herbicida	15-jun	22-jun	7	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	155,60
20	Riegos mes de julio	1-jul	31-jul	31	Riego diario de 46,29 L/árbol-día	Agua	m3/ha	427,03	16611,44
21	Fertilización mes de julio	1-jul	31-jul	31	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	57,19	2224,69
						P-52	kg/ha	7,31	284,36
						K-32	kg/ha	22,14	861,25
22	Tratamiento insecticida	1-jul	14-jul	14	Tratamiento insecticida contra orugueta y pulgones	Deltametrin 10 %	L/ha	0,90	35,01
23	Tratamiento fungicida	1-jul	14-jul	14	Tratamiento fungicida contra chancro y mancha ocre	Captan 80 %	kg/ha	2,00	77,80
24	Riegos mes de agosto	1-ago	31-ago	31	Riego diario de 43,52 L/árbol-día	Agua	m3/ha	401,48	15617,41
25	Fertilización mes de agosto	1-ago	31-ago	31	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	57,19	2224,69
						P-52	kg/ha	7,31	284,36
						K-32	kg/ha	22,14	861,25
26	Riegos mes de septiembre	1-sept	30-sept	30	Riego diario de 27,15 L/árbol-día	Agua	m3/ha	242,38	9428,65
27	Fertilización mes de septiembre	1-sept	30-sept	30	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	57,19	2224,69
						P-52	kg/ha	7,31	284,36
						K-32	kg/ha	22,14	861,25

Tabla 34 (Cont.). Definición de las necesidades del año 7

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (38,9 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
28	Siega	15-sept	22-sept	7	Siega de la cubierta vegetal				
29	Herbicida	22-sept	30-sept	9	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	155,60
30	Cosecha	1-oct	7-oct	7	Cosecha de variedad Mardía				
		8-oct	14-oct	7	Cosecha de variedad Penta				
31	Tratamiento fungicida	15-nov	30-nov	16	Tratamiento fungicida a caída de hojas	Oxicloruro de cobre	kg/ha	0,40	15,56

Tabla 35. Definición de las necesidades del año 8

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (38,9 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
1	Siega	1-mar	7-mar	7	Siega de la cubierta vegetal				
2	Herbicida	7-mar	15-mar	9	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	155,60
3	Tratamiento acaricida	1-mar	31-mar	31	Tratamiento acaricida con aceite de parafina	Aceite de parafina 83 %	L/ha	1,00	38,90
4	Tratamiento fungicida	1-mar	31-mar	31	Tratamiento contra cribado, lepra, fusicocum y roya	Ziram 76 %	kg/ha	3,00	116,70
5	Riegos mes de abril	1-abr	30-abr	30	Riego diario de 20,74 L/árbol-día	Agua	m3/ha	185,16	7202,59
6	Fertilización mes de abril	1-abr	30-abr	30	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	128,75	5008,38
						P-52	kg/ha	16,92	658,19
						K-32	kg/ha	113,75	4424,88
7	Tratamiento insecticida	10-abr	20-abr	11	Tratamiento insecticida contra pulgones, anarsia, carpocapsa y orugas minadoras	Lambda Cihalotrin 1,5 %	L/ha	1,30	50,57
8	Tratamiento insecticida	10-abr	15-abr	6	Tratamiento insecticida contra barrenillo, tigre y mosquito tigre	Tau-Fluvalinato	L/ha	0,30	11,67
9	Tratamiento fungicida	10-abr	20-abr	11	Tratamiento contra moniliosis y oidio	Tebuconazol 25 %	kg/ha	0,50	19,45

Tabla 35 (Cont.). Definición de las necesidades del año 8

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (38,9 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
10	Tratamiento insecticida	27-abr	31-04	5	Tratamiento insecticida contra pulgones y orugas	Acetamiprid 20 %	kg/ha	0,25	9,73
11	Poda en verde	1-may	31-may	31	Eliminar brotes mal posicionados, despuntar los que midan más de 50 cm				
12	Riegos mes de mayo	1-may	31-may	31	Riego diario de 29,97 L/árbol-día	Agua	m3/ha	276,48	10754,91
13	Fertilización mes de mayo	1-may	31-may	31	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	160,94	6260,57
						P-52	kg/ha	0,00	0,00
						K-32	kg/ha	65,00	2528,50
14	Tratamiento insecticida	1-may	31-may	31	Tratamiento contra gusano cabezudo y pulgones	Imidacloprid 20 %	L/ha	0,50	19,45
15	Herbicida	15-may	22-may	7	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	155,60
16	Siega	1-jun	7-jun	7	Siega de la cubierta vegetal				
17	Riegos mes de junio	1-jun	30-jun	30	Riego diario de 41,27 L/árbol-día	Agua	m3/ha	368,44	14332,25
18	Fertilización mes de junio	1-jun	30-jun	30	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	160,94	6260,57
						P-52	kg/ha	0,00	0,00
						K-32	kg/ha	65,00	2528,50

Tabla 35 (Cont.). Definición de las necesidades del año 8

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (38,9 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
19	Herbicida	15-jun	22-jun	7	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	155,60
20	Riegos mes de julio	1-jul	31-jul	31	Riego diario de 52,07 L/árbol-día	Agua	m3/ha	480,35	18685,63
21	Fertilización mes de julio	1-jul	31-jul	31	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	64,38	2504,38
						P-52	kg/ha	8,46	329,09
						K-32	kg/ha	27,08	1053,41
22	Tratamiento insecticida	1-jul	14-jul	14	Tratamiento insecticida contra orugueta y pulgones	Deltametrin 10 %	L/ha	0,90	35,01
23	Tratamiento fungicida	1-jul	14-jul	14	Tratamiento fungicida contra chancro y mancha ocre	Captan 80 %	kg/ha	2,00	77,80
24	Riegos mes de agosto	1-ago	31-ago	31	Riego diario de 48,96 L/árbol-día	Agua	m3/ha	451,66	17569,59
25	Fertilización mes de agosto	1-ago	31-ago	31	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	64,38	2504,38
						P-52	kg/ha	8,46	329,09
						K-32	kg/ha	27,08	1053,41
26	Riegos mes de septiembre	1-sept	30-sept	30	Riego diario de 30,54 L/árbol-día	Agua	m3/ha	272,65	10605,93
27	Fertilización mes de septiembre	1-sept	30-sept	30	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	64,38	2504,38
						P-52	kg/ha	8,46	329,09
						K-32	kg/ha	27,08	1053,41

Tabla 35 (Cont.). Definición de las necesidades del año 8

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (38,9 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
28	Siega	15-sept	22-sept	7	Siega de la cubierta vegetal				
29	Herbicida	22-sept	30-sept	9	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	155,60
30	Cosecha	1-oct	7-oct	7	Cosecha de variedad Mardía				
		8-oct	14-oct	7	Cosecha de variedad Penta				
31	Tratamiento fungicida	15-nov	30-nov	16	Tratamiento fungicida a caída de hojas	Oxicloruro de cobre	kg/ha	0,40	15,56
32	Poda de invierno	1-feb	28-feb	28	Eliminar ramos mal posicionados				

Tabla 36. Definición de las necesidades del año 9 y siguientes

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (38,9 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
1	Siega	1-mar	7-mar	7	Siega de la cubierta vegetal				
2	Herbicida	7-mar	15-mar	9	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	155,60
3	Tratamiento acaricida	1-mar	31-mar	31	Tratamiento acaricida con aceite de parafina	Aceite de parafina 83 %	L/ha	1,00	38,90
4	Tratamiento fungicida	1-mar	31-mar	31	Tratamiento contra cribado, lepra, fusicocum y roya	Ziram 76 %	kg/ha	3,00	116,70
5	Riegos mes de abril	1-abr	30-abr	30	Riego diario de 23,05 L/árbol-día	Agua	m3/ha	205,78	8004,80
6	Fertilización mes de abril	1-abr	30-abr	30	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	136,25	5300,13
						P-52	kg/ha	18,46	718,09
						K-32	kg/ha	135,63	5276,01
7	Tratamiento insecticida	10-abr	20-abr	11	Tratamiento insecticida contra pulgones, anarsia, carpocapsa y orugas minadoras	Lambda Cihalotrin 1,5 %	L/ha	1,30	50,57
8	Tratamiento insecticida	10-abr	15-abr	6	Tratamiento insecticida contra barrenillo, tigre y mosquito tigre	Tau-Fluvalinato	L/ha	0,30	11,67
9	Tratamiento fungicida	10-abr	20-abr	11	Tratamiento contra moniliosis y oidio	Tebuconazol 25 %	kg/ha	0,50	19,45

Tabla 36 (Cont.). Definición de las necesidades del año 9 y siguientes

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (38,9 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
10	Tratamiento insecticida	27-abr	31-04	5	Tratamiento insecticida contra pulgones y orugas	Acetamiprid 20 %	kg/ha	0,25	9,73
11	Poda en verde	1-may	31-may	31	Eliminar brotes mal posicionados, despuntar los que midan más de 50 cm				
12	Riegos mes de mayo	1-may	31-may	31	Riego diario de 33,30 L/árbol-día	Agua	m3/ha	307,20	11949,90
13	Fertilización mes de mayo	1-may	31-may	31	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	170,31	6625,06
						P-52	kg/ha	0,00	0,00
						K-32	kg/ha	77,50	3014,75
14	Tratamiento insecticida	1-may	31-may	31	Tratamiento contra gusano cabezudo y pulgones	Imidacloprid 20 %	L/ha	0,50	19,45
15	Herbicida	15-may	22-may	7	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	155,60
16	Siega	1-jun	7-jun	7	Siega de la cubierta vegetal				
17	Riegos mes de junio	1-jun	30-jun	30	Riego diario de 45,85 L/árbol-día	Agua	m3/ha	409,33	15922,79
18	Fertilización mes de junio	1-jun	30-jun	30	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	170,31	6625,06
						P-52	kg/ha	0,00	0,00
						K-32	kg/ha	77,50	3014,75

Tabla 36 (Cont.). Definición de las necesidades del año 9 y siguientes

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (38,9 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
19	Herbicida	15-jun	22-jun	7	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	155,60
20	Riegos mes de julio	1-jul	31-jul	31	Riego diario de 57,86 L/árbol-día	Agua	m3/ha	533,76	20763,41
21	Fertilización mes de julio	1-jul	31-jul	31	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	68,13	2650,26
						P-52	kg/ha	9,23	359,05
						K-32	kg/ha	32,29	1256,08
22	Tratamiento insecticida	1-jul	14-jul	14	Tratamiento insecticida contra orugueta y pulgones	Deltametrin 10 %	L/ha	0,90	35,01
23	Tratamiento fungicida	1-jul	14-jul	14	Tratamiento fungicida contra chancro y mancha ocre	Captan 80 %	kg/ha	2,00	77,80
24	Riegos mes de agosto	1-ago	31-ago	31	Riego diario de 54,40 L/árbol-día	Agua	m3/ha	501,84	19521,77
25	Fertilización mes de agosto	1-ago	31-ago	31	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	68,13	2650,26
						P-52	kg/ha	9,23	359,05
						K-32	kg/ha	32,29	1256,08
26	Riegos mes de septiembre	1-sept	30-sept	30	Riego diario de 33,93 L/árbol-día	Agua	m3/ha	302,91	11783,21
27	Fertilización mes de septiembre	1-sept	30-sept	30	Fertilización mediante sistema de fertirrigación, a lo largo del mes	N-32	kg/ha	68,13	2650,26
						P-52	kg/ha	9,23	359,05
						K-32	kg/ha	32,29	1256,08

Tabla 36 (Cont.). Definición de las necesidades del año 9 y siguientes

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las necesidades			Resumen de necesidades	
Actividades		Intervalo			Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (38,9 ha)
Nº	Actividad	Inicio	Final	Nº días		Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
28	Siega	15-sept	22-sept	7	Siega de la cubierta vegetal				
29	Herbicida	22-sept	30-sept	9	Aplicación de Glifosato en las líneas de árboles	Glifosato 36 %	L/ha	4,00	155,60
30	Cosecha	1-oct	7-oct	7	Cosecha de variedad Mardía				
		8-oct	14-oct	7	Cosecha de variedad Penta				
31	Tratamiento fungicida	15-nov	30-nov	16	Tratamiento fungicida a caída de hojas	Oxicloruro de cobre	kg/ha	0,40	15,56

2.4.2. Satisfacción de las necesidades

En las tablas siguientes se presentan los cuadros de satisfacción de las necesidades para cada uno de los años de explotación del cultivo. Los cuadros incluyen las actividades descritas en los cuadros de definición de las necesidades, la tracción y maquinaria empleadas, la mano de obra, el consumo de materias primas, energía y lubricantes.

El cuadro correspondiente al año 9 se aplica a los siguientes años, con la salvedad que los años pares de debe realizar poda de invierno, como se detalla en los años 6 y 8.

Tabla 37. Satisfacción de las necesidades del año 1

Actividades		Superficie	Tracción		Maquinaria		Mano de obra			Materias primas			Energía		Aceite
Nº	Actividad	ha	Tipo	h/ha	Tipo	h/ha	Tipo	Unidades	h/ha	Nombre	Unidad	Cantidad (38,9 ha)	Tipo	Cantidad	Cantidad (L/h)
1	Enmienda orgánica	38,9	T-140 CV	10,6	Remolque estercolador	10,6	Tractorista	1	10,6	Estiércol de vacuno	t/ha	3150,90	Labor contratada		
2	Desfonde	38,9	T-140 CV	3,0	Arado de desfonde	3,0	Tractorista	1	3,0				Labor contratada		
3	Abonado de fondo	38,9	T-140 CV	0,5	Abonadora	0,5	Tractorista	1	0,5	Sulfato potásico 50 %	t/ha	21122,70	Gasoil	676,86	0,037
4	Pases de cultivador	38,9	T-140 CV	2,2	Cultivador	2,2	Tractorista	1	2,2				Gasoil	7682,75	0,061
5	Replanteo y marcado	38,9					Peón	3	4,0						
6	Recepción y preparación de la planta						Peón	3		Plantones	Unidad	11576			
7	Plantación	38,9	T-140 CV	17,0	Arado plantador	17,0	Peón	2	17,0	Plantones	Unidad	11576	Labor contratada		
							Tractorista	1	17,0						
8	Instalación sistema de riego	38,9					Peón	3	5,0						
9	Riego de plantación	38,9					Peón	1		Agua	m3	57,88	Electricidad	5,79	
10	Revisión general	38,9					Peón	2	4,0						
11	Poda de plantación	38,9					Especial	2	6,0						

Tabla 37 (Cont.). Satisfacción de las necesidades del año 1

Actividades		Superficie	Tracción		Maquinaria		Mano de obra			Materias primas			Energía		Aceite
Nº	Actividad	ha	Tipo	h/ha	Tipo	h/ha	Tipo	Unidades	h/ha	Nombre	Unidad	Cantidad (38,9 ha)	Tipo	Cantidad	Cantidad (L/h)
12	Tratamiento acaricida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Aceite de parafina 83 %	L	38,90	Gasoil	676,86	0,037
13	Tratamiento fungicida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Ziram 76 %	kg	116,70	Gasoil	676,86	0,037
14	Colocación de protectores de troncos	38,9	T-110 CV	14,0	Remolque	14,0	Peón	2	14,0	Protectores de troncos	Unidad	11576	Gasoil	700,20	0,35
							Tractorista	1	14,0						
15	Entutorado	38,9	T-110 CV	14,0	Remolque	14,0	Peón	2	14,0	Tutores	Unidad	11576	Gasoil	700,20	0,35
							Tractorista	1	14,0						
16	Riegos mes de abril	38,9					Peón	1		Agua	m3	1597,49	Electricidad	159,75	
17	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Lambda Cihalotrin 1,5 %	L	50,57	Gasoil	676,86	0,037
18	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	1,5	Tractorista	1	1,5	Tau-Fluvalinato	L	11,67	Gasoil	676,86	0,037
19	Tratamiento fungicida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	2,5	Tractorista	1	2,5	Tebuconazol 25 %	kg	19,45	Gasoil	676,86	0,037
20	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Acetamiprid 20 %	kg	9,73	Gasoil	676,86	0,037
21	Poda en verde	38,9					Especial	2	15,0						
22	Riegos mes de mayo	38,9					Peón	1		Agua	m3	2386,39	Electricidad	238,64	

Tabla 37 (Cont.). Satisfacción de las necesidades del año 1

Actividades		Superficie	Tracción		Maquinaria		Mano de obra			Materias primas			Energía		Aceite
Nº	Actividad	ha	Tipo	h/ha	Tipo	h/ha	Tipo	Unidades	h/ha	Nombre	Unidad	Cantidad (38,9 ha)	Tipo	Cantidad	Cantidad (L/h)
23	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Imidacloprid 20 %	L	19,45	Gasoil	676,86	0,037
24	Herbicida	38,9	T-110 CV	1,0	Pulverizador	1,0	Tractorista	1	1,0	Glifosato 36 %	L	155,60	Gasoil	1353,72	0,037
25	Reposición de marras	38,9	T-110 CV				Peón	2	2,0	Plantones	Unidad	236			
							Tractorista	1	2,0						
26	Siega	38,9	T-110 CV	1,6	Trituradora-desbrozadora	1,6	Tractorista	1	1,6				Gasoil	5586,04	0,061
27	Riegos mes de junio	38,9					Peón	1		Agua	m3	3181,08	Electricidad	318,11	
28	Herbicida	38,9	T-110 CV	1,0	Pulverizador	1,0	Tractorista	1	1,0	Glifosato 36 %	L	155,60	Gasoil	1353,72	0,037
29	Riegos mes de julio	38,9					Peón	1		Agua	m3	4148,38	Electricidad	414,84	
30	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Deltametrin 10 %	L	35,01	Gasoil	676,86	0,037
31	Tratamiento fungicida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Captan 80 %	kg	77,80	Gasoil	676,86	0,037
32	Riegos mes de agosto	38,9					Peón	1		Agua	m3	3900,76	Electricidad	390,08	
33	Riegos mes de septiembre	38,9					Peón	1		Agua	m3	2354,56	Electricidad	235,46	

Tabla 37 (Cont.). Satisfacción de las necesidades del año 1

Actividades		Superficie	Tracción		Maquinaria		Mano de obra			Materias primas			Energía		Aceite
Nº	Actividad	ha	Tipo	h/ha	Tipo	h/ha	Tipo	Unidades	h/ha	Nombre	Unidad	Cantidad (38,9 ha)	Tipo	Cantidad	Cantidad (L/h)
34	Siega	38,9	T-110 CV	1,6	Trituradora-desbrozadora	1,6	Tractorista	1	1,6				Gasoil	5586,04	0,061
35	Herbicida	38,9	T-110 CV	1,0	Pulverizador	1,0	Tractorista	1	1,0	Glifosato 36 %	L	155,60	Gasoil	1353,72	0,037
36	Tratamiento fungicida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Oxicloruro de cobre	kg	15,56	Gasoil	676,86	0,037
37	Poda de invierno	38,9					Especial	2	18,0						

Tabla 38. Satisfacción de las necesidades del año 2

Actividades		Superficie	Tracción		Maquinaria		Mano de obra			Materias primas			Energía		Aceite
Nº	Actividad	ha	Tipo	h/ha	Tipo	h/ha	Tipo	Unidades	h/ha	Nombre	Unidad	Cantidad (38,9 ha)	Tipo	Cantidad (L ó kWh)	Cantidad (L/h)
1	Siega	38,9	T-110 CV	1,6	Trituradora-desbrozadora	1,6	Tractorista	1	1,6				Gasoil	5586,04	0,061
2	Herbicida	38,9	T-110 CV	1,0	Pulverizador	1,0	Tractorista	1	1,0	Glifosato 36 %	L	155,60	Gasoil	1353,72	0,037
3	Tratamiento acaricida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Aceite de parafina 83 %	L	38,90	Gasoil	676,86	0,037
4	Tratamiento fungicida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Ziram 76 %	kg	116,70	Gasoil	676,86	0,037
5	Riegos mes de abril	38,9					Peón	1		Agua	m3	2399,70	Electricidad	239,97	
6	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Lambda Cihalotrin 1,5 %	L	50,57	Gasoil	676,86	0,037
7	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Tau-Fluvalinato	L	11,67	Gasoil	676,86	0,037
8	Tratamiento fungicida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Tebuconazol 25 %	kg	19,45	Gasoil	676,86	0,037
9	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Acetamiprid 20 %	kg	9,73	Gasoil	676,86	0,037
10	Poda en verde	38,9					Especial	2	15						
11	Riegos mes de mayo	38,9					Peón	1		Agua	m3	3581,38	Electricidad	358,14	

Tabla 38 (Cont). Satisfacción de las necesidades del año 2

Actividades		Superficie	Tracción		Maquinaria		Mano de obra			Materias primas			Energía		Aceite
Nº	Actividad	ha	Tipo	h/ha	Tipo	h/ha	Tipo	Unidades	h/ha	Nombre	Unidad	Cantidad (38,9 ha)	Tipo	Cantidad (L ó kWh)	Cantidad (L/h)
12	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Imidacloprid 20 %	L	19,45	Gasoil	676,86	0,037
13	Herbicida	38,9	T-110 CV	1,0	Pulverizador	1,0	Tractorista	1	1,0	Glifosato 36 %	L	155,60	Gasoil	1353,72	0,037
14	Siega	38,9	T-110 CV	1,6	Trituradora-desbrozadora	1,6	Tractorista	1	1,6				Gasoil	5586,04	0,61
15	Riegos mes de junio	38,9					Peón	1		Agua	m3	4771,63	Electricidad	477,16	
16	Herbicida	38,9	T-110 CV	1,0	Pulverizador	1,0	Tractorista	1	1,0	Glifosato 36 %	L	155,60	Gasoil	1353,72	0,037
17	Riegos mes de julio	38,9					Peón	1		Agua	m3	6222,56	Electricidad	622,26	
18	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Deltametrin 10 %	L	35,01	Gasoil	676,86	0,037
19	Tratamiento fungicida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Captan 80 %	kg	77,80	Gasoil	676,86	0,037
20	Riegos mes de agosto	38,9					Peón	1		Agua	m3	5849,35	Electricidad	584,94	
21	Riegos mes de septiembre	38,9					Peón	1		Agua	m3	3531,84	Electricidad	353,18	
22	Siega	38,9	T-110 CV	1,6	Trituradora-desbrozadora	1,6	Tractorista	1	1,6				Gasoil	5586,04	0,061

Tabla 38 (Cont). Satisfacción de las necesidades del año 2

Actividades		Superficie	Tracción		Maquinaria		Mano de obra			Materias primas			Energía		Aceite
Nº	Actividad	ha	Tipo	h/ha	Tipo	h/ha	Tipo	Unidades	h/ha	Nombre	Unidad	Cantidad (38,9 ha)	Tipo	Cantidad (L ó kWh)	Cantidad (L/h)
23	Herbicida	38,9	T-110 CV	1,0	Pulverizador	1,0	Tractorista	1	1,0	Glifosato 36 %	L	155,60	Gasoil	1353,72	0,037
24	Tratamiento fungicida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Oxicloruro de cobre	kg	15,56	Gasoil	676,86	0,037
25	Poda de invierno	38,9					Especial	2	18						

Tabla 39. Satisfacción de las necesidades del año 3

Actividades		Superficie	Tracción		Maquinaria		Mano de obra			Materias primas			Energía		Aceite
Nº	Actividad	ha	Tipo	h/ha	Tipo	h/ha	Tipo	Unidades	h/ha	Nombre	Unidad	Cantidad (38,9 ha)	Tipo	Cantidad	Cantidad (L/h)
1	Siega	38,9	T-110 CV	1,6	Trituradora-desbrozadora	1,6	Tractorista	1	1,6				Gasoil	5586,04	0,061
2	Herbicida	38,9	T-110 CV	1,0	Pulverizador	1,0	Tractorista	1	1,0	Glifosato 36 %	L	155,60	Gasoil	1353,72	0,037
3	Tratamiento acaricida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Aceite de parafina 83 %	L	38,90	Gasoil	676,86	0,037
4	Tratamiento fungicida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Ziram 76 %	kg	116,70	Gasoil	676,86	0,037
5	Riegos mes de abril	38,9					Peón	1		Agua	m3	3198,45	Electricidad	319,84	
6	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Lambda Cihalotrin 1,5 %	L	50,57	Gasoil	676,86	0,037
7	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Tau-Fluvalinato	L	11,67	Gasoil	676,86	0,037
8	Tratamiento fungicida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Tebuconazol 25 %	kg	19,45	Gasoil	676,86	0,037
9	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Acetamiprid 20 %	kg	9,73	Gasoil	676,86	0,037
10	Poda en verde	38,9					Especial	3	16						
11	Riegos mes de mayo	38,9					Peón	1		Agua	m3	4776,37	Electricidad	477,64	

Tabla 39 (Cont). Satisfacción de las necesidades del año 3

Actividades		Superficie	Tracción		Maquinaria		Mano de obra			Materias primas			Energía		Aceite
Nº	Actividad	ha	Tipo	h/ha	Tipo	h/ha	Tipo	Unidades	h/ha	Nombre	Unidad	Cantidad (38,9 ha)	Tipo	Cantidad (L ó kWh)	Cantidad (L/h)
12	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Imidacloprid 20 %	L	19,45	Gasoil	676,86	0,037
13	Herbicida	38,9	T-110 CV	1,0	Pulverizador	1,0	Tractorista	1	1,0	Glifosato 36 %	L	155,60	Gasoil	1353,72	0,037
14	Siega	38,9	T-110 CV	1,6	Trituradora-desbrozadora	1,6	Tractorista	1	1,6				Gasoil	5586,04	0,61
15	Riegos mes de junio	38,9					Peón	1		Agua	m3	6362,17	Electricidad	636,22	
16	Herbicida	38,9	T-110 CV	1,0	Pulverizador	1,0	Tractorista	1	1,0	Glifosato 36 %	L	155,60	Gasoil	1353,72	0,037
17	Riegos mes de julio	38,9					Peón	1		Agua	m3	8296,75	Electricidad	829,68	
18	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Deltametrin 10 %	L	35,01	Gasoil	676,86	0,037
19	Tratamiento fungicida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Captan 80 %	kg	77,80	Gasoil	676,86	0,037
20	Riegos mes de agosto	38,9					Peón	1		Agua	m3	7801,53	Electricidad	780,15	
21	Riegos mes de septiembre	38,9					Peón	1		Agua	m3	4709,12	Electricidad	470,91	
22	Siega	38,9	T-110 CV	1,6	Trituradora-desbrozadora	1,6	Tractorista	1	1,6				Gasoil	5586,04	0,061

Tabla 39 (Cont). Satisfacción de las necesidades del año 3

Actividades		Superficie	Tracción		Maquinaria		Mano de obra			Materias primas			Energía		Aceite
Nº	Actividad	ha	Tipo	h/ha	Tipo	h/ha	Tipo	Unidades	h/ha	Nombre	Unidad	Cantidad (38,9 ha)	Tipo	Cantidad (L ó kWh)	Cantidad (L/h)
23	Herbicida	38,9	T-110 CV	1,0	Pulverizador	1,0	Tractorista	1	1,0	Glifosato 36 %	L	155,60	Gasoil	1353,72	0,037
24	Tratamiento fungicida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Oxicloruro de cobre	kg	15,56	Gasoil	676,86	0,037
25	Poda de invierno	38,9					Especial	3	20						

Tabla 40. Satisfacción de las necesidades del año 4

Actividades		Superficie	Tracción		Maquinaria		Mano de obra			Materias primas			Energía		Aceite
Nº	Actividad	ha	Tipo	h/ha	Tipo	h/ha	Tipo	Unidades	h/ha	Nombre	Unidad	Cantidad (38,9 ha)	Tipo	Cantidad	Cantidad (L/h)
1	Siega	38,9	T-110 CV	1,6	Trituradora-desbrozadora	1,6	Tractorista	1	1,6				Gasoil	5586,04	0,061
2	Herbicida	38,9	T-110 CV	1,0	Pulverizador	1,0	Tractorista	1	1,0	Glifosato 36 %	L	155,60	Gasoil	1353,72	0,037
3	Tratamiento acaricida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Aceite de parafina 83 %	L	38,90	Gasoil	676,86	0,037
4	Tratamiento fungicida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Ziram 76 %	kg	116,70	Gasoil	676,86	0,037
5	Riegos mes de abril	38,9					Peón	1		Agua	m3	3997,19	Electricidad	399,72	
6	Fertilización mes de abril	38,9					Peón	1		N-32	kg	1847,75	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		P-52	kg	389,00	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		K-32	kg	1914,66	Electricidad	0,90	
7	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Lambda Cihalotrin 1,5 %	L	50,57	Gasoil	676,86	0,037
8	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Tau-Fluvalinato	L	11,67	Gasoil	676,86	0,037
9	Tratamiento fungicida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Tebuconazol 25 %	kg	19,45	Gasoil	676,86	0,037
10	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Acetamiprid 20 %	kg	9,73	Gasoil	676,86	0,037
11	Poda en verde	38,9					Especial	3	18,0						
12	Riegos mes de mayo	38,9					Peón	1		Agua	m3	5967,78	Electricidad	596,78	
13	Fertilización mes de mayo	38,9					Peón	1		N-32	kg	2309,88	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		P-52	kg	0,00	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		K-32	kg	1094,26	Electricidad	0,90	

Tabla 40 (Cont.). Satisfacción de las necesidades del año 4

Actividades		Superficie	Tracción		Maquinaria		Mano de obra			Materias primas			Energía		Aceite
Nº	Actividad	ha	Tipo	h/ha	Tipo	h/ha	Tipo	Unidades	h/ha	Nombre	Unidad	Cantidad (38,9 ha)	Tipo	Cantidad	Cantidad (L/h)
14	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Imidacloprid 20 %	L	19,45	Gasoil	676,86	0,037
15	Herbicida	38,9	T-110 CV	1,0	Pulverizador	1,0	Tractorista	1	1,0	Glifosato 36 %	L	155,60	Gasoil	1353,72	0,037
16	Siega	38,9	T-110 CV	1,6	Trituradora-desbrozadora	1,6	Tractorista	1	1,6				Gasoil	5586,04	0,061
17	Riegos mes de junio	38,9					Peón	1		Agua	m3	7952,71	Electricidad	795,27	
18	Fertilización mes de junio	38,9					Peón	1		N-32	kg	2309,88	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		P-52	kg	0,00	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		K-32	kg	1094,26	Electricidad	0,90	
19	Herbicida	38,9	T-110 CV	1,0	Pulverizador	1,0	Tractorista	1	1,0	Glifosato 36 %	L	155,60	Gasoil	1353,72	0,037
20	Riegos mes de julio	38,9					Peón	1		Agua	m3	10370,94	Electricidad	1037,09	
21	Fertilización mes de julio	38,9					Peón	1		N-32	kg	923,88	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		P-52	kg	194,50	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		K-32	kg	455,91	Electricidad	0,90	
22	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Deltametrin 10 %	L	35,01	Gasoil	676,86	0,037
23	Tratamiento fungicida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Captan 80 %	kg	77,80	Gasoil	676,86	0,037
24	Riegos mes de agosto	38,9					Peón	1		Agua	m3	9750,12	Electricidad	975,01	
25	Fertilización mes de agosto	38,9					Peón	1		N-32	kg	923,88	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		P-52	kg	194,50	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		K-32	kg	455,91	Electricidad	0,90	
26	Riegos mes de septiembre	38,9					Peón	1		Agua	m3	5886,40	Electricidad	588,64	

Tabla 40 (Cont.). Satisfacción de las necesidades del año 4

Actividades		Superficie	Tracción		Maquinaria		Mano de obra			Materias primas			Energía		Aceite
Nº	Actividad	ha	Tipo	h/ha	Tipo	h/ha	Tipo	Unidades	h/ha	Nombre	Unidad	Cantidad (38,9 ha)	Tipo	Cantidad	Cantidad (L/h)
27	Fertilización mes de septiembre	38,9					Peón	1		N-32	kg	923,88	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		P-52	kg	194,50	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		K-32	kg	455,91	Electricidad	0,90	
28	Siega	38,9	T-110 CV	1,6	Trituradora-desbrozadora	1,6	Tractorista	1	1,6				Gasoil	5586,04	0,061
29	Herbicida	38,9	T-110 CV	1,0	Pulverizador	1,0	Tractorista	1	1,0	Glifosato 36 %	L	155,60	Gasoil	1353,72	0,037
30	Cosecha	38,9	Cosechadora	1,2			Tractorista	1					Labor contratada		
31	Tratamiento fungicida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Oxicloruro de cobre	kg	15,56	Gasoil	676,86	0,037
32	Poda de invierno	38,9					Especial	3	22,0						

Tabla 41. Satisfacción de las necesidades del año 5

Actividades		Superficie	Tracción		Maquinaria		Mano de obra			Materias primas			Energía		Aceite
Nº	Actividad	ha	Tipo	h/ha	Tipo	h/ha	Tipo	Unidades	h/ha	Nombre	Unidad	Cantidad (38,9 ha)	Tipo	Cantidad	Cantidad (L/h)
1	Siega	38,9	T-110 CV	1,6	Trituradora-desbrozadora	1,6	Tractorista	1	1,6				Gasoil	5586,04	0,061
2	Herbicida	38,9	T-110 CV	1,0	Pulverizador	1,0	Tractorista	1	1,0	Glifosato 36 %	L	155,60	Gasoil	1353,72	0,037
3	Tratamiento acaricida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Aceite de parafina 83 %	L	38,90	Gasoil	676,86	0,037
4	Tratamiento fungicida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Ziram 76 %	kg	116,70	Gasoil	676,86	0,037
5	Riegos mes de abril	38,9					Peón	1		Agua	m3	4802,88	Electricidad	480,29	
6	Fertilización mes de abril	38,9					Peón	1		N-32	kg	2723,00	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		P-52	kg	389,00	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		K-32	kg	1914,66	Electricidad	0,90	
7	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Lambda Cihalotrin 1,5 %	L	50,57	Gasoil	676,86	0,037
8	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Tau-Fluvalinato	L	11,67	Gasoil	676,86	0,037
9	Tratamiento fungicida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Tebuconazol 25 %	kg	19,45	Gasoil	676,86	0,037
10	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Acetamiprid 20 %	kg	9,73	Gasoil	676,86	0,037
11	Riegos mes de mayo	38,9					Peón	1		Agua	m3	7169,94	Electricidad	716,99	
12	Fertilización mes de mayo	38,9					Peón	1		N-32	kg	3403,75	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		P-52	kg	0,00	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		K-32	kg	1094,26	Electricidad	0,90	
13	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Imidacloprid 20 %	L	19,45	Gasoil	676,86	0,037
14	Herbicida	38,9	T-110 CV	1,0	Pulverizador	1,0	Tractorista	1	1,0	Glifosato 36 %	L	155,60	Gasoil	1353,72	0,037

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

Tabla 41 (Cont.). Satisfacción de las necesidades del año 5

Nº	Actividades	Superficie ha	Tracción		Maquinaria		Mano de obra			Materias primas			Energía		Aceite
			Tipo	h/ha	Tipo	h/ha	Tipo	Unidades	h/ha	Nombre	Unidad	Cantidad (38,9 ha)	Tipo	Cantidad	Cantidad (L/h)
15	Siega	38,9	T-110 CV	1,6	Trituradora-desbrozadora	1,6	Tractorista	1	1,6				Gasoil	5586,04	0,061
16	Riegos mes de junio	38,9					Peón	1		Agua	m3	9553,67	Electricidad	955,37	
17	Fertilización mes de junio	38,9					Peón	1		N-32	kg	3403,75	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		P-52	kg	0,00	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		K-32	kg	1094,26	Electricidad	0,90	
18	Herbicida	38,9	T-110 CV	1,0	Pulverizador	1,0	Tractorista	1	1,0	Glifosato 36 %	L	155,60	Gasoil	1353,72	0,037
19	Riegos mes de julio	38,9					Peón	1		Agua	m3	12459,48	Electricidad	1245,95	
20	Fertilización mes de julio	38,9					Peón	1		N-32	kg	1361,50	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		P-52	kg	194,50	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		K-32	kg	455,91	Electricidad	0,90	
21	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Deltametrin 10 %	L	35,01	Gasoil	676,86	0,037
22	Tratamiento fungicida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Captan 80 %	kg	77,80	Gasoil	676,86	0,037
23	Riegos mes de agosto	38,9					Peón	1		Agua	m3	11713,06	Electricidad	1171,31	
24	Fertilización mes de agosto	38,9					Peón	1		N-32	kg	1361,50	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		P-52	kg	194,50	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		K-32	kg	455,91	Electricidad	0,90	
25	Riegos mes de septiembre	38,9					Peón	1		Agua	m3	7070,62	Electricidad	707,06	
26	Fertilización mes de septiembre	38,9					Peón	1		N-32	kg	1361,50	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		P-52	kg	194,50	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		K-32	kg	455,91	Electricidad	0,90	

Tabla 41 (Cont.). Satisfacción de las necesidades del año 5

Actividades		Superficie	Tracción		Maquinaria		Mano de obra			Materias primas			Energía		Aceite
Nº	Actividad	ha	Tipo	h/ha	Tipo	h/ha	Tipo	Unidades	h/ha	Nombre	Unidad	Cantidad (38,9 ha)	Tipo	Cantidad	Cantidad (L/h)
27	Siega	38,9	T-110 CV	1,6	Trituradora-desbrozadora	1,6	Tractorista	1	1,6				Gasoil	5586,04	0,061
28	Herbicida	38,9	T-110 CV	1,0	Pulverizador	1,0	Tractorista	1	1,0	Glifosato 36 %	L	155,60	Gasoil	1353,72	0,037
29	Cosecha	38,9	Cosechadora	1,2			Tractorista	1					Labor contratada		
30	Tratamiento fungicida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Oxicloruro de cobre	kg	15,56	Gasoil	676,86	0,037

Tabla 42. Satisfacción de las necesidades del año 6

Actividades		Superficie	Tracción		Maquinaria		Mano de obra			Materias primas			Energía		Aceite
Nº	Actividad	ha	Tipo	h/ha	Tipo	h/ha	Tipo	Unidades	h/ha	Nombre	Unidad	Cantidad (38,9 ha)	Tipo	Cantidad	Cantidad (L/h)
1	Siega	38,9	T-110 CV	1,6	Trituradora-desbrozadora	1,6	Tractorista	1	1,6				Gasoil	5586,04	0,061
2	Herbicida	38,9	T-110 CV	1,0	Pulverizador	1,0	Tractorista	1	1,0	Glifosato 36 %	L	155,60	Gasoil	1353,72	0,037
3	Tratamiento acaricida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Aceite de parafina 83 %	L	38,90	Gasoil	676,86	0,037
4	Tratamiento fungicida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Ziram 76 %	kg	116,70	Gasoil	676,86	0,037
5	Riegos mes de abril	38,9					Peón	1		Agua	m3	5601,63	Electricidad	560,16	
6	Fertilización mes de abril	38,9					Peón	1		N-32	kg	3574,13	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		P-52	kg	478,86	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		K-32	kg	1999,85	Electricidad	0,90	
7	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Lambda Cihalotrin 1,5 %	L	50,57	Gasoil	676,86	0,037
8	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Tau-Fluvalinato	L	11,67	Gasoil	676,86	0,037
9	Tratamiento fungicida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Tebuconazol 25 %	kg	19,45	Gasoil	676,86	0,037
10	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Acetamiprid 20 %	kg	9,73	Gasoil	676,86	0,037
11	Riegos mes de mayo	38,9					Peón	1		Agua	m3	8364,93	Electricidad	836,49	
12	Fertilización mes de mayo	38,9					Peón	1		N-32	kg	4467,28	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		P-52	kg	0,00	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		K-32	kg	1142,88	Electricidad	0,90	
13	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Imidacloprid 20 %	L	19,45	Gasoil	676,86	0,037
14	Herbicida	38,9	T-110 CV	1,0	Pulverizador	1,0	Tractorista	1	1,0	Glifosato 36 %	L	155,60	Gasoil	1353,72	0,037

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

Tabla 42 (Cont.). Satisfacción de las necesidades del año 6

Nº	Actividades	Superficie ha	Tracción		Maquinaria		Mano de obra			Materias primas			Energía		Aceite
			Tipo	h/ha	Tipo	h/ha	Tipo	Unidades	h/ha	Nombre	Unidad	Cantidad (38,9 ha)	Tipo	Cantidad	Cantidad (L/h)
15	Siega	38,9	T-110 CV	1,6	Trituradora-desbrozadora	1,6	Tractorista	1	1,6				Gasoil	5586,04	0,061
16	Riegos mes de junio	38,9					Peón	1		Agua	m3	11147,69	Electricidad	1114,77	
17	Fertilización mes de junio	38,9					Peón	1		N-32	kg	4467,28	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		P-52	kg	0,00	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		K-32	kg	1142,88	Electricidad	0,90	
18	Herbicida	38,9	T-110 CV	1,0	Pulverizador	1,0	Tractorista	1	1,0	Glifosato 36 %	L	155,60	Gasoil	1353,72	0,037
19	Riegos mes de julio	38,9					Peón	1		Agua	m3	14533,67	Electricidad	1453,37	
20	Fertilización mes de julio	38,9					Peón	1		N-32	kg	1787,07	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		P-52	kg	239,24	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		K-32	kg	476,14	Electricidad	0,90	
21	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Deltametrin 10 %	L	35,01	Gasoil	676,86	0,037
22	Tratamiento fungicida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Captan 80 %	kg	77,80	Gasoil	676,86	0,037
23	Riegos mes de agosto	38,9					Peón	1		Agua	m3	13665,24	Electricidad	1366,52	
24	Fertilización mes de agosto	38,9					Peón	1		N-32	kg	1787,07	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		P-52	kg	239,24	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		K-32	kg	476,14	Electricidad	0,90	
25	Riegos mes de septiembre	38,9					Peón	1		Agua	m3	8247,90	Electricidad	824,79	
26	Fertilización mes de septiembre	38,9					Peón	1		N-32	kg	1787,07	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		P-52	kg	239,24	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		K-32	kg	476,14	Electricidad	0,90	

Tabla 42 (Cont.). Satisfacción de las necesidades del año 6

Actividades		Superficie	Tracción		Maquinaria		Mano de obra			Materias primas			Energía		Aceite
Nº	Actividad	ha	Tipo	h/ha	Tipo	h/ha	Tipo	Unidades	h/ha	Nombre	Unidad	Cantidad (38,9 ha)	Tipo	Cantidad	Cantidad (L/h)
27	Siega	38,9	T-110 CV	1,6	Trituradora-desbrozadora	1,6	Tractorista	1	1,6				Gasoil	5586,04	0,061
28	Herbicida	38,9	T-110 CV	1,0	Pulverizador	1,0	Tractorista	1	1,0	Glifosato 36 %	L	155,60	Gasoil	1353,72	0,037
29	Cosecha	38,9	Cosechadora	1,2			Tractorista	1					Labor contratada		
30	Tratamiento fungicida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Oxicloruro de cobre	kg	15,56	Gasoil	676,86	0,037
31	Poda de invierno	38,9					Especial	4	24,0						

Tabla 43. Satisfacción de las necesidades del año 7

Actividades		Superficie	Tracción		Maquinaria		Mano de obra			Materias primas			Energía		Aceite
Nº	Actividad	ha	Tipo	h/ha	Tipo	h/ha	Tipo	Unidades	h/ha	Nombre	Unidad	Cantidad (38,9 ha)	Tipo	Cantidad	Cantidad (L/h)
1	Siega	38,9	T-110 CV	1,6	Trituradora-desbrozadora	1,6	Tractorista	1	1,6				Gasoil	5586,04	0,061
2	Herbicida	38,9	T-110 CV	1,0	Pulverizador	1,0	Tractorista	1	1,0	Glifosato 36 %	L	155,60	Gasoil	1353,72	0,037
3	Tratamiento acaricida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Aceite de parafina 83 %	L	38,90	Gasoil	676,86	0,037
4	Tratamiento fungicida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Ziram 76 %	kg	116,70	Gasoil	676,86	0,037
5	Riegos mes de abril	38,9					Peón	1		Agua	m3	6403,84	Electricidad	640,38	
6	Fertilización mes de abril	38,9					Peón	1		N-32	kg	4449,38	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		P-52	kg	568,72	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		K-32	kg	3616,53	Electricidad	0,90	
7	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Lambda Cihalotrin 1,5 %	L	50,57	Gasoil	676,86	0,037
8	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Tau-Fluvalinato	L	11,67	Gasoil	676,86	0,037
9	Tratamiento fungicida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Tebuconazol 25 %	kg	19,45	Gasoil	676,86	0,037
10	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Acetamiprid 20 %	kg	9,73	Gasoil	676,86	0,037
11	Riegos mes de mayo	38,9					Peón	1		Agua	m3	9559,92	Electricidad	955,99	
12	Fertilización mes de mayo	38,9					Peón	1		N-32	kg	5561,53	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		P-52	kg	0,00	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		K-32	kg	2066,76	Electricidad	0,90	
13	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Imidacloprid 20 %	L	19,45	Gasoil	676,86	0,037
14	Herbicida	38,9	T-110 CV	1,0	Pulverizador	1,0	Tractorista	1	1,0	Glifosato 36 %	L	155,60	Gasoil	1353,72	0,037

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

Tabla 43 (Cont.). Satisfacción de las necesidades del año 7

Nº	Actividades	Superficie ha	Tracción		Maquinaria		Mano de obra			Materias primas			Energía		Aceite
			Tipo	h/ha	Tipo	h/ha	Tipo	Unidades	h/ha	Nombre	Unidad	Cantidad (38,9 ha)	Tipo	Cantidad	Cantidad (L/h)
15	Siega	38,9	T-110 CV	1,6	Trituradora-desbrozadora	1,6	Tractorista	1	1,6				Gasoil	5586,04	0,061
16	Riegos mes de junio	38,9					Peón	1		Agua	m3	12738,23	Electricidad	1273,82	
17	Fertilización mes de junio	38,9					Peón	1		N-32	kg	5561,53	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		P-52	kg	0,00	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		K-32	kg	2066,76	Electricidad	0,90	
18	Herbicida	38,9	T-110 CV	1,0	Pulverizador	1,0	Tractorista	1	1,0	Glifosato 36 %	L	155,60	Gasoil	1353,72	0,037
19	Riegos mes de julio	38,9					Peón	1		Agua	m3	16611,44	Electricidad	1661,14	
20	Fertilización mes de julio	38,9					Peón	1		N-32	kg	2224,69	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		P-52	kg	284,36	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		K-32	kg	861,25	Electricidad	0,90	
21	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Deltametrin 10 %	L	35,01	Gasoil	676,86	0,037
22	Tratamiento fungicida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Captan 80 %	kg	77,80	Gasoil	676,86	0,037
23	Riegos mes de agosto	38,9					Peón	1		Agua	m3	15617,41	Electricidad	1561,74	
24	Fertilización mes de agosto	38,9					Peón	1		N-32	kg	2224,69	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		P-52	kg	284,36	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		K-32	kg	861,25	Electricidad	0,90	
25	Riegos mes de septiembre	38,9					Peón	1		Agua	m3	9428,65	Electricidad	942,87	
26	Fertilización mes de septiembre	38,9					Peón	1		N-32	kg	2224,69	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		P-52	kg	284,36	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		K-32	kg	861,25	Electricidad	0,90	

Tabla 43 (Cont.). Satisfacción de las necesidades del año 7

Actividades		Superficie	Tracción		Maquinaria		Mano de obra			Materias primas			Energía		Aceite
Nº	Actividad	ha	Tipo	h/ha	Tipo	h/ha	Tipo	Unidades	h/ha	Nombre	Unidad	Cantidad (38,9 ha)	Tipo	Cantidad	Cantidad (L/h)
27	Siega	38,9	T-110 CV	1,6	Trituradora-desbrozadora	1,6	Tractorista	1	1,6				Gasoil	5586,04	0,061
28	Herbicida	38,9	T-110 CV	1,0	Pulverizador	1,0	Tractorista	1	1,0	Glifosato 36 %	L	155,60	Gasoil	1353,72	0,037
29	Cosecha	38,9	Cosechadora	1,2			Tractorista	1					Labor contratada		
30	Tratamiento fungicida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Oxicloruro de cobre	kg	15,56	Gasoil	676,86	0,037

Tabla 44. Satisfacción de las necesidades del año 8

Actividades		Superficie	Tracción		Maquinaria		Mano de obra			Materias primas			Energía		Aceite
Nº	Actividad	ha	Tipo	h/ha	Tipo	h/ha	Tipo	Unidades	h/ha	Nombre	Unidad	Cantidad (38,9 ha)	Tipo	Cantidad	Cantidad (L/h)
1	Siega	38,9	T-110 CV	1,6	Trituradora-desbrozadora	1,6	Tractorista	1	1,6				Gasoil	5586,04	0,061
2	Herbicida	38,9	T-110 CV	1,0	Pulverizador	1,0	Tractorista	1	1,0	Glifosato 36 %	L	155,60	Gasoil	1353,72	0,037
3	Tratamiento acaricida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Aceite de parafina 83 %	L	38,90	Gasoil	676,86	0,037
4	Tratamiento fungicida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Ziram 76 %	kg	116,70	Gasoil	676,86	0,037
5	Riegos mes de abril	38,9					Peón	1		Agua	m3	7202,59	Electricidad	720,26	
6	Fertilización mes de abril	38,9					Peón	1		N-32	kg	5008,38	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		P-52	kg	658,19	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		K-32	kg	4424,88	Electricidad	0,90	
7	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Lambda Cihalotrin 1,5 %	L	50,57	Gasoil	676,86	0,037
8	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Tau-Fluvalinato	L	11,67	Gasoil	676,86	0,037
9	Tratamiento fungicida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Tebuconazol 25 %	kg	19,45	Gasoil	676,86	0,037
10	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Acetamiprid 20 %	kg	9,73	Gasoil	676,86	0,037
11	Riegos mes de mayo	38,9					Peón	1		Agua	m3	10754,91	Electricidad	1075,49	
12	Fertilización mes de mayo	38,9					Peón	1		N-32	kg	6260,57	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		P-52	kg	0,00	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		K-32	kg	2528,50	Electricidad	0,90	
13	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Imidacloprid 20 %	L	19,45	Gasoil	676,86	0,037
14	Herbicida	38,9	T-110 CV	1,0	Pulverizador	1,0	Tractorista	1	1,0	Glifosato 36 %	L	155,60	Gasoil	1353,72	0,037

Tabla 44 (Cont.). Satisfacción de las necesidades del año 8

Nº	Actividades	Superficie ha	Tracción		Maquinaria		Mano de obra			Materias primas			Energía		Aceite
			Tipo	h/ha	Tipo	h/ha	Tipo	Unidades	h/ha	Nombre	Unidad	Cantidad (38,9 ha)	Tipo	Cantidad	Cantidad (L/h)
15	Siega	38,9	T-110 CV	1,6	Trituradora-desbrozadora	1,6	Tractorista	1	1,6				Gasoil	5586,04	0,061
16	Riegos mes de junio	38,9					Peón	1		Agua	m3	14332,25	Electricidad	1433,22	
17	Fertilización mes de junio	38,9					Peón	1		N-32	kg	6260,57	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		P-52	kg	0,00	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		K-32	kg	2528,50	Electricidad	0,90	
18	Herbicida	38,9	T-110 CV	1,0	Pulverizador	1,0	Tractorista	1	1,0	Glifosato 36 %	L	155,60	Gasoil	1353,72	0,037
19	Riegos mes de julio	38,9					Peón	1		Agua	m3	18685,63	Electricidad	1868,56	
20	Fertilización mes de julio	38,9					Peón	1		N-32	kg	2504,38	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		P-52	kg	329,09	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		K-32	kg	1053,41	Electricidad	0,90	
21	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Deltametrin 10 %	L	35,01	Gasoil	676,86	0,037
22	Tratamiento fungicida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Captan 80 %	kg	77,80	Gasoil	676,86	0,037
23	Riegos mes de agosto	38,9					Peón	1		Agua	m3	17569,59	Electricidad	1756,96	
24	Fertilización mes de agosto	38,9					Peón	1		N-32	kg	2504,38	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		P-52	kg	329,09	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		K-32	kg	1053,41	Electricidad	0,90	
25	Riegos mes de septiembre	38,9					Peón	1		Agua	m3	10605,93	Electricidad	1060,59	
26	Fertilización mes de septiembre	38,9					Peón	1		N-32	kg	2504,38	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		P-52	kg	329,09	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		K-32	kg	1053,41	Electricidad	0,90	

Tabla 44 (Cont.). Satisfacción de las necesidades del año 8

Actividades		Superficie	Tracción		Maquinaria		Mano de obra			Materias primas			Energía		Aceite
Nº	Actividad	ha	Tipo	h/ha	Tipo	h/ha	Tipo	Unidades	h/ha	Nombre	Unidad	Cantidad (38,9 ha)	Tipo	Cantidad	Cantidad (L/h)
27	Siega	38,9	T-110 CV	1,6	Trituradora-desbrozadora	1,6	Tractorista	1	1,6				Gasoil	5586,04	0,061
28	Herbicida	38,9	T-110 CV	1,0	Pulverizador	1,0	Tractorista	1	1,0	Glifosato 36 %	L	155,60	Gasoil	1353,72	0,037
29	Cosecha	38,9	Cosechadora	1,2			Tractorista	1					Labor contratada		
30	Tratamiento fungicida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Oxicloruro de cobre	kg	15,56	Gasoil	676,86	0,037
31	Poda de invierno	38,9					Especial	3	22,0						

Tabla 45. Satisfacción de las necesidades del año 9 y siguientes

Actividades		Superficie	Tracción		Maquinaria		Mano de obra			Materias primas			Energía		Aceite
Nº	Actividad	ha	Tipo	h/ha	Tipo	h/ha	Tipo	Unidades	h/ha	Nombre	Unidad	Cantidad (38,9 ha)	Tipo	Cantidad	Cantidad (L/h)
1	Siega	38,9	T-110 CV	1,6	Trituradora-desbrozadora	1,6	Tractorista	1	1,6				Gasoil	5586,04	0,061
2	Herbicida	38,9	T-110 CV	1,0	Pulverizador	1,0	Tractorista	1	1,0	Glifosato 36 %	L	155,60	Gasoil	1353,72	0,037
3	Tratamiento acaricida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Aceite de parafina 83 %	L	38,90	Gasoil	676,86	0,037
4	Tratamiento fungicida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Ziram 76 %	kg	116,70	Gasoil	676,86	0,037
5	Riegos mes de abril	38,9					Peón	1		Agua	m3	8004,80	Electricidad	800,48	
6	Fertilización mes de abril	38,9					Peón	1		N-32	kg	5300,13	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		P-52	kg	718,09	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		K-32	kg	5276,01	Electricidad	0,90	
7	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Lambda Cihalotrin 1,5 %	L	50,57	Gasoil	676,86	0,037
8	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Tau-Fluvalinato	L	11,67	Gasoil	676,86	0,037
9	Tratamiento fungicida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Tebuconazol 25 %	kg	19,45	Gasoil	676,86	0,037
10	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Acetamiprid 20 %	kg	9,73	Gasoil	676,86	0,037
11	Riegos mes de mayo	38,9					Peón	1		Agua	m3	11949,90	Electricidad	1194,99	
12	Fertilización mes de mayo	38,9					Peón	1		N-32	kg	6625,06	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		P-52	kg	0,00	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		K-32	kg	3014,75	Electricidad	0,90	
13	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Imidacloprid 20 %	L	19,45	Gasoil	676,86	0,037
14	Herbicida	38,9	T-110 CV	1,0	Pulverizador	1,0	Tractorista	1	1,0	Glifosato 36 %	L	155,60	Gasoil	1353,72	0,037

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

Tabla 45 (Cont.). Satisfacción de las necesidades del año 9 y siguientes

Nº	Actividades	Superficie ha	Tracción		Maquinaria		Mano de obra			Materias primas			Energía		Aceite Cantidad (L/h)
			Tipo	h/ha	Tipo	h/ha	Tipo	Unidades	h/ha	Nombre	Unidad	Cantidad (38,9 ha)	Tipo	Cantidad	
15	Siega	38,9	T-110 CV	1,6	Trituradora- desbrozadora	1,6	Tractorista	1	1,6				Gasoil	5586,04	0,061
16	Riegos mes de junio	38,9					Peón	1		Agua	m3	15922,79	Electricidad	1592,28	
17	Fertilización mes de junio	38,9					Peón	1		N-32	kg	6625,06	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		P-52	kg	0,00	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		K-32	kg	3014,75	Electricidad	0,90	
18	Herbicida	38,9	T-110 CV	1,0	Pulverizador	1,0	Tractorista	1	1,0	Glifosato 36 %	L	155,60	Gasoil	1353,72	0,037
19	Riegos mes de julio	38,9					Peón	1		Agua	m3	20763,41	Electricidad	2076,34	
20	Fertilización mes de julio	38,9					Peón	1		N-32	kg	2650,26	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		P-52	kg	359,05	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		K-32	kg	1256,08	Electricidad	0,90	
21	Tratamiento insecticida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Deltametrin 10 %	L	35,01	Gasoil	676,86	0,037
22	Tratamiento fungicida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Captan 80 %	kg	77,80	Gasoil	676,86	0,037
23	Riegos mes de agosto	38,9					Peón	1		Agua	m3	19521,77	Electricidad	1952,18	
24	Fertilización mes de agosto	38,9					Peón	1		N-32	kg	2650,26	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		P-52	kg	359,05	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		K-32	kg	1256,08	Electricidad	0,90	
25	Riegos mes de septiembre	38,9					Peón	1		Agua	m3	11783,21	Electricidad	1178,32	
26	Fertilización mes de septiembre	38,9					Peón	1		N-32	kg	2650,26	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		P-52	kg	359,05	Electricidad	0,90	
		38,9					Peón	1		K-32	kg	1256,08	Electricidad	0,90	

Tabla 45 (Cont.). Satisfacción de las necesidades del año 9 y siguientes

Actividades		Superficie	Tracción		Maquinaria		Mano de obra			Materias primas			Energía		Aceite
Nº	Actividad	ha	Tipo	h/ha	Tipo	h/ha	Tipo	Unidades	h/ha	Nombre	Unidad	Cantidad (38,9 ha)	Tipo	Cantidad	Cantidad (L/h)
27	Siega	38,9	T-110 CV	1,6	Trituradora-desbrozadora	1,6	Tractorista	1	1,6				Gasoil	5586,04	0,061
28	Herbicida	38,9	T-110 CV	1,0	Pulverizador	1,0	Tractorista	1	1,0	Glifosato 36 %	L	155,60	Gasoil	1353,72	0,037
29	Cosecha	38,9	Cosechadora	1,2			Tractorista	1					Labor contratada		
30	Tratamiento fungicida	38,9	T-110 CV	0,5	Atomizador	0,5	Tractorista	1	0,5	Oxicloruro de cobre	kg	15,56	Gasoil	676,86	0,037

ANEJO V: FICHA URBANÍSTICA

TÍTULO DEL PROYECTO: Proyecto de plantación de 38,9 ha de almendro en regadío en el término municipal de Villaumbrales (Palencia)

MUNICIPIO: Villaumbrales (Palencia)

EMPLAZAMIENTO: Polígono 600, Parcela 171

PROMOTOR: Ignacio Prieto Martínez

AUTOR DEL PROYECTO: Ignacio Prieto Tejedor

NORMATIVA URBANÍSTICA APLICABLE:

Decreto 22/2004, de 29 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Urbanismo de Castilla y León

Normas urbanísticas municipales de Villaumbrales, aprobadas por la Comisión Territorial de Urbanismo de Palencia a fecha 21 de noviembre de 2002.

CALIFICACIÓN DEL SUELO QUE SE VA A OCUPAR:

Clase: Rústico

Uso: Agrícola

Descripción	En planeamiento	En proyecto	Cumplimiento
Uso del suelo	Rústico	Rústico	Sí
Uso compatible	Rústico	Rústico	Sí
Coefficiente ocupación (%)	20 %	0,0062 %	Sí
Nº plantas sobre rasante	2	1	Sí
Altura máxima (cumbre)	7 m	3 m	Sí
Pendiente máxima de la cubierta	30 °	20 °	Sí
Vuelo máximo	50 cm	10 cm	Sí
Retranqueo	7 m	7 m	Sí

El ingeniero autor del proyecto que suscribe, declara bajo su responsabilidad que las circunstancias que concurren y las Normativas Urbanísticas de aplicación en el proyecto, son las arriba indicadas.

Declaración que formula, en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 47.1 del Reglamento de disciplina urbanística de 23 de junio de 1978.

En Palencia, octubre de 2016

Fdo.: Ignacio Prieto Tejedor

Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

ANEJO VI: ESTUDIO GEOTÉCNICO

ÍNDICE ANEJO VI

1. Generalidades	1
2. Antecedentes	1
3. Marco geológico	1
3.1. Geología de la zona	2
3.2. Sismicidad	2
4. Reconocimiento del terreno	3
5. Prospección	4
5.1. Ensayos de campo	5
5.1.1. Calicatas de reconocimiento	5
5.1.2. Sondeo mecánico	6
5.1.3. Ensayo de penetración estándar	6
5.2. Ensayos de laboratorio	7
5.2.1. Propiedades físicas	8
5.2.2. Propiedades químicas	8
6. Carga admisible	9
7. Parámetros para la cimentación	9
8. Propuesta de cimentación	9
9. Conclusiones	10
10. Comprobaciones a realizar sobre el terreno	10

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipo de construcción _____	3
Tabla 2. Grupo 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 _____	5
Tabla 5. Resultados de la calicata C-01 _____	5
Tabla 6. Resultados de la calicata C-02 _____	6
Tabla 8. Interpretación de la compacidad de las arenas _____	6
Tabla 7. Resultados del ensayo de penetración estándar _____	7
Tabla 8. Número orientativo de determinaciones <i>in situ</i> o en laboratorio _____	8
Tabla 9. Propiedades físicas del suelo _____	8
Tabla 10. Propiedades químicas del suelo _____	8
Tabla 11. Parámetros geotécnicos _____	9

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sección del mapa geológico (Hoja 273 serie MAGNA 50) _____	2
Figura 2. Mapa sísmico de la norma sismorresistente NCSE-02 _____	3

1. Generalidades

El estudio geotécnico recoge información cuantificada sobre las características del terreno de apoyo de la edificación prevista y el entorno donde se ubica, necesaria para determinar la solución sobre el tipo de cimentación y su dimensionado.

El edificio previsto es una caseta de riego, que va a contener las bombas, el cabezal de riego y los depósitos para fertirrigación, de una sola planta sobre la rasante y superficie construida aproximada de 24 m².

La localización de la construcción es en el término municipal de Villaumbrales, provincia de Palencia, polígono 600, parcela 171.

Las características del terreno de apoyo se determinan mediante actividades de reconocimiento del terreno de la parcela y de su entorno.

2. Antecedentes

El entorno de la parcela donde se va a situar la construcción comprende fincas rústicas y edificaciones agrícolas.

Se ha recabado información histórica de la parcela y de sus alrededores, con el fin de conocer sus usos previos y posibles problemas de inestabilidad. No se han puesto de manifiesto circunstancias adversas o problemáticas, tales como hornos, huertos, vertederos, obstáculos enterrados, rellenos antrópicos hundimientos, deslizamientos, etc.

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.

3. 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.

3.1. Geología de la zona

La geología de la zona se engloba en el grupo denominado “Fondos de charca”. Se trata de los sedimentos de antiguas charcas y lagunas que hoy en día se encuentran desecadas y saneadas, habiendo sido transformado el terreno en zonas de regadío.

Destacan los sedimentos de las lagunas de Cabritones (Fuentes de Nava) y de La Nava. Son limos, arcillas de tipo montmorillonóide (hinchables) y abundantes sales de disolución en las zonas adyacentes. Los suelos son de carácter vértico con perfiles tipo AC. EL horizonte B puede existir pero no ser observable. El horizonte C está constituido por las arcillas del fondo de charca.

En la Figura 1 se observa la sección del mapa geológico (Hoja 273 de la serie MAGNA 50) donde se encuentra la finca objeto del proyecto.

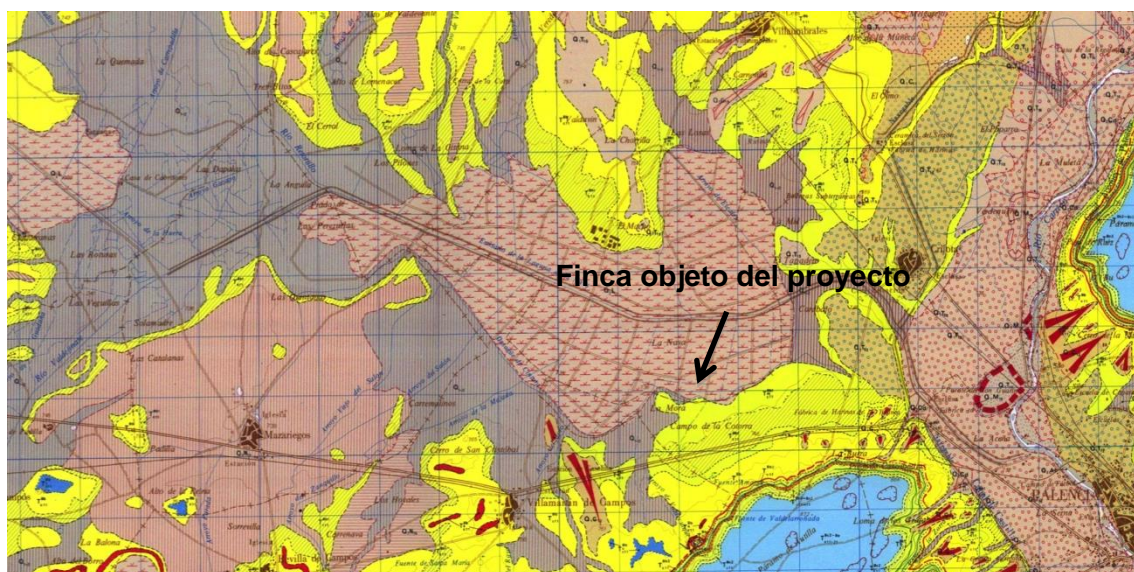


Figura 1. Sección del mapa geológico (Hoja 273 serie MAGNA 50)

3.2. 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 0,04g.

La peligrosidad sísmica del territorio español se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica, que se puede observar en la Figura 2. Este mapa suministra la aceleración sísmica básica (a_b) y el coeficiente de contribución (K) que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terrenos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto.

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 0,04g, por lo que no es de obligado cumplimiento la citada norma sismorresistente.

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.



Figura 2. Mapa sísmico de la norma sismorresistente NCSE-02

4. Reconocimiento del terreno

Para llevar a cabo la correcta programación del reconocimiento del terreno se siguen las indicaciones del CTE, Documento Básico SE-C Seguridad Estructural Cimientos, aplicando el tipo de construcción y de terreno de las tablas siguientes.

Tabla 1. Tipo de construcción

Tipo de construcción	Descripción
C-0	Construcciones de menos de 4 plantas y superficie construida inferior a 300 m ²
C-1	Otras construcciones de menos de 4 plantas
C-2	Construcciones entre 4 y 10 plantas
C-3	Construcciones entre 11 y 20 plantas
C-4	Conjuntos monumentales o singulares, o de más de 20 plantas

La edificación proyectada corresponde al tipo C-0 "Construcciones de menos de 4 plantas y superficie construida inferior a 300 m²".

En cuanto al tipo de terreno, se toma en consideración la Tabla 2, que describe los diferentes tipos de terrenos según su variabilidad y dificultad para el establecimiento de cimentaciones sencillas.

Tabla 2. Grupo de terreno

Grupo 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 asientos significativos bajo las cargas transmitidas por la edificación.

Como regla general la profundidad de reconocimiento debe alcanzar una profundidad de al menos 2 m, más 0,3 m adicionales por cada planta prevista.

5. Prospección

La prospección del terreno puede realizarse mediante calicatas, sondeos mecánicos, pruebas de penetración o métodos geofísicos. En los tipos de construcción C-0 y grupo de terreno T-1, las pruebas de penetración deben complementarse siempre con calicatas u otras técnicas de reconocimiento.

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

5.1. 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).

5.1.1. Calicatas de reconocimiento

Se han realizado dos calicatas 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 Tablas 5 y 6 se presentan los resultados del reconocimiento ocular del perfil del terreno de ambas calicatas.

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	0,30	Suelo vegetal de color oscuro		8,3	91,7	Suelo vegetal
0,30	0,95	Mezcla de arenas y arcillas, de color marrón con tonalidades grises	Excavabilidad fácil. Paredes sostenidas, consistencia media	21,3	78,7	Arenas con arcillas
0,95	2,00	Gravas, arenas y arcillas, de coloraciones marrones y grises		24,5	75,5	Arenas con gravas y algo de arcillas
No se alcanza el nivel freático						

Tabla 6. Resultados de la calicata C-02

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		8,9	91,1	Suelo vegetal
0,35	0,86	Mezcla de arenas, arcillas y algo de gravas, de coloración marrón	Excavabilidad fácil. Paredes sostenidas, consistencia media	20,7	79,3	Arenas con arcillas
0,86	2,00	Gravas, arenas y arcillas, de coloraciones marrones y grises		23,1	76,9	Arenas con gravas y algo de arcillas
No se alcanza el nivel freático						

5.1.2. Sondeo mecánico

Se ha realizado un sondeo mecánico a rotación mediante batería simple y extracción de testigo continuo para toma de muestras y ensayos de laboratorio. La profundidad alcanzada con el sondeo ha sido de 8 m.

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 5 y los 6 m de profundidad.

5.1.3. 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 determinan la compacidad, la densidad relativa y el ángulo de rozamiento interno de suelos granulares. En suelos arcillosos es útil para determinar la resistencia de arcillas por encima del nivel freático.

El ensayo de penetración estándar se ha realizado empleando una máquina penetrómetro Tecoinsa modelo PDP-2000-P, provista de una puntaza 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.

En la Tabla 8 se muestra la interpretación de la compacidad de las arenas en función del número de golpes. Los resultados del ensayo se muestran en la Tabla 7.

Tabla 8. Interpretación de la compacidad de las arenas

Número de golpes N	Densidad relativa
0-4	Muy suelta
4-10	Suelta
10-30	Mediana
30-50	Densa
Mayor de 50	Muy densa

Tabla 7. Resultados del ensayo de penetración estándar

Profundidad	Índice N _{spt}	Clasificación
0,5	45	Densa
1,0	47	Densa
1,5	48	Densa
2,0	48	Densa
2,5	65	Muy densa
3,0	71	Muy densa
3,5	73	Muy densa
4,0	84	Muy densa
4,5	86	Muy densa
5,0	Rechazo	Muy densa
5,5	Rechazo	Muy densa
6,0	Rechazo	Muy densa
6,5	Rechazo	Muy densa
7,0	Rechazo	Muy densa
7,5	Rechazo	Muy densa
8,0	Rechazo	Muy densa

El ensayo de penetración estándar ha determinado un elevado grado de compacidad de las arenas. 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.

5.2. Ensayos de laboratorio

Para la realización de los ensayos de laboratorio se toman muestras de suelo, rocas y agua en calicatas y sondeos. Además se hace una descripción detallada de los aspectos que no son objeto de los ensayos, como el color, la litología o la presencia de materiales artificiales o escombros. Una vez descritas se procede a su protección para el envío al laboratorio donde se realizan los ensayos correspondientes.

En función de los ensayos que se deben realizar se clasifican las muestras en tres categorías (A, B y C), en función de si mantienen o no inalteradas sus propiedades físicas:

- **Categoría A.** Mantienen su estructura, densidad, humedad, granulometría, plasticidad y componentes químicos estables.
- **Categoría B.** Mantienen inalteradas su humedad, granulometría, plasticidad y componentes químicos estables.
- **Categoría C.** Aquellas muestras que no cumplen con las especificaciones de la Categoría B.

El número de determinaciones que se deben realizar para realizar la correcta investigación de una unidad geotécnica debe ser suficiente para conseguir fiabilidad en los resultados. A título orientativo, para superficies de hasta 2000 m², 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 las dos calicatas y en el sondeo se han efectuado los correspondientes ensayos de laboratorio para conocer las propiedades físicas y químicas del suelo.

5.2.1. Propiedades físicas

Se determinan la granulometría, la densidad, os 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 SUCS	Tamiz 200 ASTM	Límite líquido (%)	Límite plástico (%)	Índice de plasticidad (%)	Densidad aparente (t/m ³)
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

5.2.2. 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 ₄ ²⁻ /kg suelo)	Acidez BaumannGully	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 SO₄²⁻/kg suelo.
- **Agresividad media:** ión sulfato 3000-12000 mg SO₄²⁻/kg suelo.
- **Agresividad fuerte:** ión sulfato > 12000 mg SO₄²⁻/kg suelo.

Se considera que el suelo no es agresivo si tiene un contenido de ión sulfato SO₄²⁻ inferior a 2000 mg/kg de suelo seco.

6. Carga admisible

Teniendo en cuenta las limitaciones de carga por hundimiento y por asientos se obtiene la carga admisible final. Con carácter general, puede adoptarse para zapatas de dimensiones habituales (con lado menor de 1,00 m y 3,00 m) una carga admisible de 1,96 kp/cm².

7. Parámetros para la cimentación

Para el diseño de los elementos de cimentación y de contención se deben considerar los parámetros que se expresan en la Tabla 11.

Tabla 11. Parámetros geotécnicos

Parámetro	Valor
Profundidad	0 – 2 m
Densidad aparente	$\delta = 1,90 - 2,00 \text{ t/m}^3$
Densidad sumergida	$\delta = 1,10 - 1,12 \text{ t/m}^3$
Ángulo de rozamiento interno	$\Phi = 33 - 38^\circ$
Cohesión	NC
Presión admisible	1,96 – 2,00 kp/cm ²
Asiento máximo admisible	2,5 mm
Asiento diferencial máximo	1,5 mm
Coefficiente de balasto	10 ⁴ t/m ³

8. Propuesta de cimentación

A la vista de los resultados de la información geotécnica, se propone como solución la cimentación mediante zapatas aisladas para soportes, y zapata corrida para muro de contención, a una cota entre 0,6 m y 1,0 m de profundidad, con una tensión admisible máxima de 1,96 kp/cm².

Si la cimentación se apoya a una cota inferior a 1,50 m, la tensión de cálculo puede elevarse a 2,20 kp/cm².

Si la edificación fuese de pequeñas dimensiones, se puede emplear una losa de cimentación de, al menos, 20 cm de grosor, con una tensión máxima de 1,96 kp/cm².

9. Conclusiones

Los materiales encontrados en la parcela tienen poca plasticidad y alta capacidad de carga, son de buena calidad para el apoyo de la cimentación prevista, mejoran al profundizar y no presentan elementos agresivos para los hormigones de cimentación, por lo que no son necesarios componentes aditivos ni hormigones especiales.

10. Comprobaciones a realizar sobre el terreno

Antes de proceder con la ejecución de la cimentación se debe realizar la confirmación del estudio geotécnico. Se debe comprobar visualmente, o mediante las pruebas que se juzguen oportunas, que el terreno de apoyo se corresponde con las previsiones del proyecto.

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, octubre de 2016

Fdo.: Ignacio Prieto Tejedor

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
2. Instalación de riego _____	2
2.1. Introducción _____	2
2.2. Características del gotero _____	2
2.3. Dimensionamiento de la instalación de riego _____	2
2.3.1. Diseño de las subunidades de riego _____	2
2.3.2. Ramales portagoteros _____	3
2.3.3. Tuberías terciarias _____	11
2.3.4. Tubería principal _____	14
2.3.5. Resumen de necesidades de tuberías _____	17
2.4. Diseño del cabezal de riego _____	17
2.4.1. Datos iniciales _____	17
2.4.2. Dispositivos de filtrado _____	17
2.4.2.1. Filtro de arena _____	17
2.4.2.2. Filtro de malla _____	19
2.4.3. Equipo de fertirrigación _____	19
2.4.4. Automatización del sistema de riego _____	20
2.5. Dimensionamiento de la instalación de bombeo _____	20
2.5.1. Cálculo de las necesidades de la bomba _____	20
2.5.1.1. Altura manométrica _____	20
2.5.1.2. Potencia necesaria _____	21
2.5.2. Descripción de la bomba _____	21
2.5.3. Tubería de aspiración y conexión con la toma de agua _____	21
2.6. Valvulería y accesorios _____	21
3. Instalación eléctrica _____	23
3.1. Legislación aplicable _____	23
3.2. Descripción general de la instalación _____	23
3.3. Necesidades de potencia _____	24
3.3.1. Alumbrado _____	24
3.3.2. Fuerza _____	24
3.3.3. Potencia total _____	24
3.4. Criterios de cálculo _____	25
3.5. Cálculo de la instalación _____	26
3.5.1. Cálculo del circuito de la bomba _____	26
3.5.2. Cálculo del circuito de fuerza _____	27
3.5.3. Cálculo del circuito de alumbrado _____	27
3.5.4. Cálculo de la derivación individual _____	28
3.5.5. Cálculo de la línea general de alimentación _____	29
3.5.5. Toma de tierra _____	30
3.5.6. Transformador _____	31
3.11. Mejora del factor de potencia _____	32

3.12. Intensidades de cortocircuito _____	32
3.12.1. Intensidad de cortocircuito en media tensión _____	32
3.12.2. Intensidad de cortocircuito en baja tensión _____	33
3.13. Caja de protección y medida (CPM) _____	34
3.14. Cuadro general de mando y protección (CGPM) _____	34
3.15. Tarificación eléctrica _____	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características del emisor seleccionado _____	2
Tabla 2. Cálculo de los ramales de cada subunidad de riego _____	6
Tabla 3. Cálculo de las terciarias _____	13
Tabla 4. Cálculo de la tubería principal _____	16
Tabla 5. Resumen de necesidades de tuberías _____	17
Tabla 6. Períodos de discriminación horaria _____	35
Tabla 7. Precios de la energía _____	35

1. Caseta de riego

1.1. Necesidades

La caseta de riego va a albergar en su interior la bomba, el cabezal de riego y los depósitos de fertilizante para la fertirrigación. Por tanto, la edificación debe tener unas dimensiones tales que permita alojar estos elementos y poder realizar las operaciones rutinarias y de mantenimiento del equipo.

En su interior se van a instalar cuatro depósitos de 1000 L de capacidad. Se estima que cada uno ocupe una superficie de 1,20 m². La bomba y el cabezal de riego no originan unas necesidades de espacio significativas.

Serán necesarios, aproximadamente, 10 m² para albergar la maquinaria de riego y los depósitos. Para facilitar la maniobrabilidad, es conveniente que la caseta de riego tenga, al menos, 10 m² más. Por tanto, la caseta debe tener, como mínimo, 20 m² de superficie construida.

La caseta debe contar con una adecuada iluminación y ventilación, para lo que se instalará una ventana. El acceso se hará mediante una puerta corredera de dos hojas, para permitir la entrada de personas, herramientas y equipos de trabajo.

1.2. Diseño

El dimensionamiento de la caseta va a ser el siguiente:

- **Dimensiones exteriores:** 6,00 x 4,00 m
- **Cubierta:** a un agua con inclinación de 20 °
- **Altura lateral superior:** 3,00 m
- **Altura lateral inferior:** 2,20 m

Las reducidas dimensiones de la edificación hacen posible la construcción *in situ* de una estructura formada por una losa de hormigón armado, muros de carga y perfiles metálicos para soportar la cubierta.

1.3. Materiales

La cimentación va a consistir en una losa de hormigón HA-25/P/20/I con 100 kg/m³ de acero B-500-S, con unas dimensiones de 7,00 x 5,00 x 0,20 m. Se construirá sobre un enchachado 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 30 mm de espesor, formado por doble cara metálica de chapa estándar de acero, acabado prelacado color rojo teja, y alma aislante de espuma de poliuretano de densidad media 40 kg/m³. El panel irá colocado sobre correas de perfil hueco cuadrado 90, apoyado directamente sobre el muro. El panel tendrá un vuelo de 10 cm en la fachada trasera.

La puerta va a ser abatible de paso de izquierdas, de una sola hoja, de chapa plegada de acero galvanizado, con unas dimensiones de 1,90 x 1,50 m. Así mismo se instalará una ventana corredera de aluminio de dos hojas, con unas dimensiones de 1,75 x 1,00 m, acabado anodizado natural, y vidrio simple pulido incoloro de 4 mm de espesor.

2. Instalación de riego

2.1. Introducción

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 de la red de acequias del Canal de la Nava Sur, que a su vez toma el agua del Ramal Sur del Canal de Castilla. Los resultados del análisis efectuado al agua de riego se muestran en el Anejo I. Condicionantes. La toma de riego, situada junto a la caseta de riego, dispone de un caudal de 40 L/s.

El manejo y el mantenimiento del sistema de riego van a estar completamente automatizados, lo que permite aumentar la eficacia del riego y disminuir los costes de mano de obra.

La parcela presenta una topografía completamente llana. Debido a las dimensiones de la parcela y a su geometría, se van a disponer siete sectores de riego, con las tuberías terciarias orientadas en dirección Oeste-Este. La tubería principal seguirá la dirección del lado mayor de la parcela.

Se instalarán el cabezal de riego y los equipos de fertirrigación necesarios para realizar el aporte de fertilizantes.

2.2. Características del gotero

En el Anejo IV. Ingeniería del proceso se concluye que se colocarán dos ramales portagoteros por cada fila de árboles, separados 1,00 m entre sí. Los goteros de cada ramal irán situados uno 0,50 m antes de cada árbol y otro 0,50 m después de cada árbol.

Se van a emplear goteros autocompensantes pinchados de 2,00 L/h. Las características de los emisores se pueden observar en la Tabla 1.

Tabla 1. Características del emisor seleccionado

Característica	Abreviatura	Valor
Caudal nominal	q	2,00 L/h
Rango de presiones de trabajo	p	10,00-50,00 m.c.a.
Curva caudal-presión	q	$q = 2,1228 \cdot h^{0,0275}$
Coefficiente de variación de fabricación	CV	0,035

2.3. Dimensionamiento de la instalación de riego

2.3.1. Diseño de las subunidades de riego

Se denomina subunidad de riego a la superficie dominada por un regulador de presión, constituida por una tubería terciaria y un conjunto de ramales portagoteros. Las variaciones de presión producidas aguas arriba se controlan por el regulador de presión. Aguas abajo, las variaciones en la presión se producen por el desnivel del

terreno y por las pérdidas de carga que producen las tuberías y los elementos singulares situados en éstas.

La parcela objeto del proyecto se va a dividir en 7 subunidades de riego, como se puede ver en el Plano 6. Distribución del sistema de riego. Cada subunidad de riego irá alimentada por una tubería terciaria, y éstas a su vez por la tubería principal que parte del cabezal de riego. En los siguientes apartados se calcula cada uno de los elementos de la instalación de riego por goteo.

Como se observa en el Plano 2. Distribución general de la plantación, 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 objetivo principal del cálculo de los ramales portagoteros es lograr que la aportación de agua por los emisores sea lo más uniforme posible, es decir, que todos emisores apliquen la misma cantidad de agua. Para alcanzar este objetivo son necesarias dos condiciones de diseño:

1. Que los emisores sean de buena calidad, para que no haya diferencias significativas en sus caudales debidas a una incorrecta fabricación.
2. Que la presión del agua en todos los emisores sea lo más parecida posible.

Los goteros autocompensantes no tienen una presión de trabajo definida, sino un rango de presiones entre los cuales el caudal es constante. Por tanto, para determinar la variación máxima de presión dH y proceder al cálculo de la red de riego se va a considerar una presión de trabajo de 30 m.c.a. y una variación máxima de 6 m.c.a.

Otro criterio para el cálculo de la variación máxima de presiones es económico. Se conoce que el coste mínimo de la instalación se produce cuando el 55 % de las pérdidas de carga admisibles en la subunidad se producen en los ramales portagoteros, mientras que el 45 % restante se produce en la tubería terciaria. En base a esta condición, las pérdidas de carga admisibles en un ramal portagoteros horizontal se determinan mediante la siguiente fórmula:

$$h_{r \text{ admisible}} = 0,55 \cdot dH = 0,55 \cdot 6,00 \text{ m. c. a.} = 3,30 \text{ m. c. a.}$$

Donde:

- **$h_{r \text{ admisible}}$** : pérdidas de carga máximas admisibles en el ramal portagoteros.
- **dH** : variación máxima de la presión, determinada anteriormente.

Las pérdidas de carga que se producen en el ramal portagoteros deben ser, como máximo, iguales al valor antes calculado. Las pérdidas de carga se determinan mediante la siguiente fórmula:

$$h_r = J \cdot F \cdot L_f$$

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 m.

A continuación se muestra el proceso de cálculo general aplicado al ramal portagoteros más largo en la instalación de riego, con una longitud de 111,5 m.

El factor de Christiansen se halla tabulado: para $l_0 = l$, $\beta = 1,75$ y $n = 46$, F toma el valor de 0,376.

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 111,5 m, la longitud ficticia es de 122,65 m.

Para los ramales portagoteros se emplearán tuberías de polietileno de baja densidad de 16,00 mm de diámetro exterior y 13,60 mm de diámetro interior, que trabajarán a una presión de 30 m.c.a. Para el ramal más largo, de 111,5 m y 46 emisores, el caudal total es de 0,092 m³/h o, o que es lo mismo, $2,55 \cdot 10^{-5}$ m³/s.

Antes de proceder al cálculo de las pérdidas de carga (J), es necesario calcular la velocidad del agua dentro de la tubería. Para ello se emplea la siguiente fórmula:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 2,55 \cdot 10^{-5}}{\pi \cdot 0,0136^2} = 0,18 \text{ m/s}$$

Donde:

- **Q**: caudal que circula por la tubería, en m³/s.
- **v**: velocidad del agua en el interior de la tubería, en m/s.
- **A**: área de la sección interna de la tubería, en m².
- **D**: diámetro interior de la tubería, en m.

La velocidad del agua dentro de la tubería es de 0,18 m/s. Una vez calculado, se procede a determinar el número de Reynolds, mediante la siguiente fórmula:

$$Re = \frac{v \cdot D}{\vartheta} = \frac{0,18 \cdot 0,0136}{1,007 \cdot 10^{-6}} = 2431$$

Donde:

- **Re**: número de Reynolds, adimensional.
- **v**: velocidad del agua en el interior de la tubería, en m/s.
- **D**: diámetro interior de la tubería, en m.
- **ϑ**: coeficiente de viscosidad cinemática del agua a 20 °C ($1,007 \cdot 10^{-6}$ m²/s).

Para números de Reynolds superiores a 2000 pero inferiores a 4000 se tiene que el fluido se encuentra en régimen de transición. En este régimen se puede emplear la fórmula de Blasius para la determinación de las pérdidas de carga unitarias (J), como se observa a continuación:

$$J = 0,473 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} = 0,473 \cdot \frac{92 \text{ L/h}^{1,75}}{13,6^{4,75}} = 0,00534 \text{ m. c. a./m}$$

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:

$$h_r = J \cdot F \cdot L_f = 0,00534 \text{ m. c. a.} \cdot 0,376 \cdot 122,65 \text{ m} = 0,25 \text{ m. c. a.}$$

Se debe cumplir que $h_r \leq h_{r \text{ admisible}}$. Dado que 0,25 es menor que 3,30, 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 2. Como se observa, todos los ramales cumplen la condición de uniformidad.

Tabla 2. Cálculo de los ramales de cada subunidad de riego

Sub- unidad	Ramal	Nº iguales	Características de la tubería			Características del tramo				Pérdidas de carga			
			Material	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	24	PEBD	16,0	13,6	30,0	84	101,5	42	0,428	0,03	0,00025	0,00194
	2	56	PEBD	16,0	13,6	30,0	80	96,5	40	0,376	0,15	0,00418	0,16675
	3	62	PEBD	16,0	13,6	30,0	76	91,5	38	0,377	0,15	0,00382	0,14492
	4	36	PEBD	16,0	13,6	30,0	72	86,5	36	0,378	0,14	0,00347	0,12496
	5	2	PEBD	16,0	13,6	30,0	60	71,5	30	0,38	0,11	0,00253	0,07547
	6	2	PEBD	16,0	13,6	30,0	36	41,5	18	0,392	0,07	0,00103	0,01848
	7	2	PEBD	16,0	13,6	30,0	12	11,5	6	0,451	0,02	0,00015	0,00086
2	1	184	PEBD	16,0	13,6	30,0	80	96,5	40	0,376	0,15	0,00418	0,16675
	2	2	PEBD	16,0	13,6	30,0	72	86,5	36	0,378	0,14	0,00347	0,12496
	3	2	PEBD	16,0	13,6	30,0	48	56,5	24	0,385	0,09	0,00171	0,04089
	4	2	PEBD	16,0	13,6	30,0	24	26,5	12	0,406	0,05	0,00051	0,00601
3	1	192	PEBD	16,0	13,6	30,0	84	101,5	42	0,376	0,16	0,00455	0,19102
	2	2	PEBD	16,0	13,6	30,0	64	76,5	32	0,379	0,12	0,00283	0,09017
	3	2	PEBD	16,0	13,6	30,0	40	46,5	20	0,389	0,08	0,00124	0,02471
	4	2	PEBD	16,0	13,6	30,0	16	16,5	8	0,428	0,03	0,00025	0,00194

Tabla 2 (Cont.). Cálculo de los ramales de cada subunidad de riego

Sub- unidad	Ramal	Nº iguales	Características de la tubería			Características del tramo				Pérdidas de carga			
			Material	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.)
4	1	200	PEBD	16,0	13,6	30,0	80	96,5	40	0,376	0,15	0,00418	0,16675
	2	2	PEBD	16,0	13,6	30,0	52	61,5	26	0,383	0,10	0,00197	0,05094
	3	2	PEBD	16,0	13,6	30,0	28	31,5	14	0,400	0,05	0,00067	0,00922
	1	204	PEBD	16,0	13,6	30,0	84	101,5	42	0,376	0,16	0,00455	0,19102
	2	2	PEBD	16,0	13,6	30,0	88	106,5	44	0,375	0,17	0,00494	0,21686
	3	2	PEBD	16,0	13,6	30,0	64	76,5	32	0,380	0,12	0,00283	0,09041
5	4	2	PEBD	16,0	13,6	30,0	40	46,5	20	0,389	0,08	0,00124	0,02471
	5	2	PEBD	16,0	13,6	30,0	12	16,5	6	0,451	0,02	0,00015	0,00124
	1	6	PEBD	16,0	13,6	30,0	8	6,5	4	0,497	0,02	0,00007	0,00026
	2	6	PEBD	16,0	13,6	30,0	12	11,5	6	0,451	0,02	0,00015	0,00086
	3	6	PEBD	16,0	13,6	30,0	16	16,5	8	0,428	0,03	0,00025	0,00194
6	4	6	PEBD	16,0	13,6	30,0	20	21,5	10	0,415	0,04	0,00037	0,00362
	5	6	PEBD	16,0	13,6	30,0	24	26,5	12	0,406	0,05	0,00051	0,00601
	6	6	PEBD	16,0	13,6	30,0	28	31,5	14	0,400	0,05	0,00067	0,00922
	7	6	PEBD	16,0	13,6	30,0	32	36,5	16	0,395	0,06	0,00084	0,01333

Tabla 2 (Cont.). Cálculo de los ramales de cada subunidad de riego

Sub- unidad	Ramal	Nº iguales	Características de la tubería			Características del tramo				Pérdidas de carga			
			Material	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.)
	8	6	PEBD	16,0	13,6	30,0	36	41,5	18	0,392	0,07	0,00103	0,01848
	9	6	PEBD	16,0	13,6	30,0	40	46,5	20	0,389	0,08	0,00124	0,02471
	10	6	PEBD	16,0	13,6	30,0	44	51,5	22	0,387	0,08	0,00147	0,03217
	11	6	PEBD	16,0	13,6	30,0	48	56,5	24	0,385	0,09	0,00171	0,04089
	12	6	PEBD	16,0	13,6	30,0	52	61,5	26	0,383	0,10	0,00197	0,05094
	13	6	PEBD	16,0	13,6	30,0	56	66,5	28	0,382	0,11	0,00224	0,06254
	14	6	PEBD	16,0	13,6	30,0	60	71,5	30	0,380	0,11	0,00253	0,07547
	15	6	PEBD	16,0	13,6	30,0	64	76,5	32	0,379	0,12	0,00283	0,09017
	16	6	PEBD	16,0	13,6	30,0	68	81,5	34	0,378	0,13	0,00314	0,10653
	17	6	PEBD	16,0	13,6	30,0	72	86,5	36	0,378	0,14	0,00347	0,12496
	18	6	PEBD	16,0	13,6	30,0	76	91,5	38	0,377	0,15	0,00382	0,14492
	19	6	PEBD	16,0	13,6	30,0	80	96,5	40	0,376	0,15	0,00418	0,16675
	20	6	PEBD	16,0	13,6	30,0	84	101,5	42	0,376	0,16	0,00455	0,19102
	21	6	PEBD	16,0	13,6	30,0	88	106,5	44	0,376	0,17	0,00494	0,21743
	22	6	PEBD	16,0	13,6	30,0	92	111,5	46	0,376	0,18	0,00534	0,24606

Tabla 2 (Cont.). Cálculo de los ramales de cada subunidad de riego

Sub-unidad	Ramal	Nº iguales	Características de la tubería			Características del tramo				Pérdidas de carga			
			Material	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.)
6	23	36	PEBD	16,0	13,6	30,0	76	96,5	38	0,377	0,15	0,00382	0,15284
	24	2	PEBD	16,0	13,6	30,0	44	56,5	22	0,387	0,08	0,00147	0,03530
	25	2	PEBD	16,0	13,6	30,0	24	31,5	12	0,406	0,05	0,00051	0,00715
	1	6	PEBD	16,0	13,6	30,0	20	21,5	10	0,415	0,04	0,00037	0,00362
	2	6	PEBD	16,0	13,6	30,0	24	26,5	12	0,387	0,05	0,00051	0,00573
	3	6	PEBD	16,0	13,6	30,0	28	31,5	14	0,400	0,05	0,00067	0,00922
	4	6	PEBD	16,0	13,6	30,0	32	36,5	16	0,395	0,06	0,00084	0,01333
	5	6	PEBD	16,0	13,6	30,0	40	46,5	20	0,389	0,08	0,00124	0,02471
	6	6	PEBD	16,0	13,6	30,0	44	51,5	22	0,387	0,08	0,00147	0,03217
	7	6	PEBD	16,0	13,6	30,0	48	56,5	24	0,385	0,09	0,00171	0,04089
	8	6	PEBD	16,0	13,6	30,0	56	66,5	28	0,382	0,11	0,00224	0,06254
	9	6	PEBD	16,0	13,6	30,0	60	71,5	30	0,380	0,11	0,00253	0,07547
10	6	PEBD	16,0	13,6	30,0	64	76,5	32	0,379	0,12	0,00283	0,09017	
11	6	PEBD	16,0	13,6	30,0	68	81,5	34	0,378	0,13	0,00314	0,10653	
12	6	PEBD	16,0	13,6	30,0	76	91,5	38	0,377	0,15	0,00382	0,14492	

Tabla 2 (Cont.). Cálculo de los ramales de cada subunidad de riego

Sub- unidad	Ramal	Nº iguales	Características de la tubería			Características del tramo				Pérdidas de carga			
			Material	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.)
7	13	4	PEBD	16,0	13,6	30,0	80	96,5	40	0,376	0,15	0,00418	0,16675
	14	2	PEBD	16,0	13,6	30,0	84	101,5	42	0,376	0,16	0,00455	0,19102
	15	2	PEBD	16,0	13,6	30,0	60	71,5	30	0,380	0,11	0,00253	0,07547
	16	2	PEBD	16,0	13,6	30,0	36	41,5	18	0,392	0,07	0,00103	0,01848

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:

$$h_{r \text{ admisible}} = 0,45 \cdot dH = 0,45 \cdot 6,00 \text{ m. c. a.} = 2,70 \text{ m. c. a.}$$

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 5. El caudal de dicha tubería es de 17,54 m³/h, y porta 144 emisores. La longitud de dicha terciaria es de 635,88 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:

$$D = \sqrt{0,236 \cdot Q} = \sqrt{0,236 \cdot 17544} = 64,3 \text{ mm}$$

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 64,3 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 las terciarias, en m.c.a.
- **J**: pérdidas de carga unitarias, en m.c.a./m.
- **F**: factor de Christiansen.
- **L_f** : longitud ficticia de la terciaria, en m.

El factor de Christiansen se halla tabulado: para $l_0 = l$, $\beta = 1,80$ y $n > 300$, F toma el valor de 0,357.

La longitud ficticia (L_f) se calcula sumando la longitud real de la tubería terciaria y la longitud equivalente de las pérdidas de carga singulares, que se suponen como el 10 % de la longitud real de la terciaria.

Antes de proceder al cálculo de las pérdidas de carga (J), es necesario calcular la velocidad del agua dentro de la tubería. Para ello se emplea la siguiente fórmula:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 4,87 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 0,0846^2} = 0,87 \text{ m/s}$$

Donde:

- **Q:** caudal que circula por la tubería, en m³/s.
- **v:** velocidad del agua en el interior de la tubería, en m/s.
- **A:** área de la sección interna de la tubería, en m².
- **D:** diámetro interior de la tubería en m.

La velocidad del agua dentro de la tubería es de 0,87 m/s. Una vez calculado, se procede a determinar el número de Reynolds, mediante la siguiente fórmula:

$$Re = \frac{v \cdot D}{\vartheta} = \frac{0,87 \cdot 0,0846}{1,007 \cdot 10^{-6}} = 73090$$

Donde:

- **Re:** número de Reynolds, adimensional.
- **v:** velocidad del agua en el interior de la tubería, en m/s.
- **D:** diámetro interior de la tubería, en m.
- **ϑ:** coeficiente de viscosidad cinemática del agua a 20 °C (1,007·10⁻⁶ m²/s).

Para números de Reynolds comprendidos entre 40000 y 10⁷, en tuberías de PVC, la fórmula más adecuada para el cálculo de las pérdidas de carga es la de Veronesse-Datei, como se observa a continuación:

$$J = \frac{0,00092}{D^{4,8}} \cdot Q^{1,8} = \frac{0,00092}{0,0846^{4,8}} \cdot 0,0049^{1,8} = 0,009892 \text{ m. c. a./m}$$

Donde:

- **J:** pérdidas de carga unitarias, en m.c.a./m.
- **Q:** caudal que circula por la tubería, en m³/s.
- **D:** diámetro interior de la tubería, en mm.

Una vez determinados los parámetros anteriores se calculan las pérdidas de carga totales:

$$h_r = J \cdot F \cdot L_f = 0,009892 \text{ m. c. a.} \cdot 0,357 \cdot 706,53 \text{ m} = 2,23 \text{ m. c. a.}$$

Se debe cumplir que $h_r \leq h_{r \text{ admisible}}$. Dado que 2,23 es menor que 2,70, se verifica la condición de economía de la instalación.

El procedimiento anterior se aplica a cada una de las terciarias, como se observa en la Tabla 3.

Tabla 3. Cálculo de las terciarias

Sub- unidad	Características de la tubería					Características del tramo				Pérdidas de carga		
	Material	Ø óptimo (mm)	Ø ext (mm)	Ø int (mm)	P nom (m.c.a.)	Caudal (L/h)	Longitud (m)	Nº salidas	F	v (m/s)	J (m.c.a./m)	hr (m.c.a.)
1	PVC	57,51	90	84,6	60	14016	556,9	7008	0,357	0,69	0,00596	1,30
2	PVC	59,51	90	84,6	60	15008	620,85	7504	0,357	0,74	0,00674	1,64
3	PVC	62,15	90	84,6	60	16368	599,98	8184	0,357	0,81	0,00788	1,86
4	PVC	61,76	90	84,6	60	16160	662,31	8080	0,357	0,80	0,00770	2,00
5	PVC	64,35	90	84,6	60	17544	635,88	8772	0,357	0,87	0,00892	2,23
6	PVC	47,28	75	70,6	60	9472	642,29	4736	0,357	0,67	0,00701	1,77
7	PVC	30,88	50	46,4	60	4040	290,83	2020	0,357	0,66	0,01134	1,30

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 optimizar el diámetro de la tubería en función del caudal que transporta se procederá a la división de la tubería principal en siete tramos: el primero desde la salida del cabezal de riego hasta la terciaria de la subunidad 7, el segundo desde dicho punto hasta la terciaria de la subunidad 6, y así sucesivamente, como se puede ver en el Plano 6. Distribución del sistema de riego.

A continuación se expone el cálculo del primer tramo de la tubería principal, que parte del cabezal de riego y acaba en la bifurcación con la tubería terciaria de la subunidad 7.

Para el dimensionamiento de la tubería principal se sigue el criterio de que el agua que transporta la tubería no sobrepase la velocidad de 2 m/s, empleando para ello la siguiente fórmula:

$$D = \sqrt{0,236 \cdot Q} = \sqrt{0,236 \cdot 92608} = 147,8 \text{ mm}$$

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 147,8 mm. Se debe adoptar una solución normalizada, por lo que se elige la tubería de 160 mm de diámetro exterior y 150,6 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:

- **$h_{r \text{ principal}}$** : pérdidas de carga en la tubería principal, en m.c.a.
- **J**: pérdidas de carga unitarias, en m.c.a./m.
- **L**: longitud de la tubería principal, en m.
- **a**: coeficiente de pérdidas de carga en puntos singulares.

Antes de proceder al cálculo de las pérdidas de carga (**J**), es necesario calcular la velocidad del agua dentro de la tubería. Para ello se emplea la siguiente fórmula:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0,0257}{\pi \cdot 0,1506^2} = 1,44 \text{ m/s}$$

Donde:

- **Q**: caudal que circula por la tubería, en m³/s.
- **v**: velocidad del agua en el interior de la tubería, en m/s.

- **A:** área de la sección interna de la tubería, en m².
- **D:** diámetro interior de la tubería en m.

La velocidad del agua dentro de la tubería es de 1,50 m/s. Una vez calculado, se procede a determinar el número de Reynolds, mediante la siguiente fórmula:

$$Re = \frac{v \cdot D}{\vartheta} = \frac{1,44 \cdot 0,1506}{1,007 \cdot 10^{-6}} = 215356$$

Donde:

- **Re:** número de Reynolds, adimensional.
- **v:** velocidad del agua en el interior de la tubería, en m/s.
- **D:** diámetro interior de la tubería, en m.
- **ϑ:** coeficiente de viscosidad cinemática del agua a 20 °C (1,007·10⁻⁶ m²/s).

En tuberías de PVC la fórmula más empleada para el cálculo de las pérdidas de carga es la de Varonesse-Datei, que se observa a continuación:

$$J = \frac{0,00092}{D^{4,8}} \cdot Q^{1,8} = \frac{0,00092}{0,1506^{4,8}} \cdot 0,0257^{1,8} = 0,01119 \text{ m. c. a./m}$$

Donde:

- **J:** pérdidas de carga unitarias, en m.c.a./m.
- **Q:** caudal que circula por la tubería, en m³/s.
- **D:** diámetro interior de la tubería, en mm.

Una vez determinados los parámetros anteriores se calculan las pérdidas de carga totales. Se estima que el coeficiente *a* toma el valor de 1,15.

$$h_r = J \cdot L \cdot a = 0,01119 \text{ m. c. a.} \cdot 55,06 \text{ m} \cdot 1,15 = 0,71 \text{ m. c. a.}$$

El procedimiento anterior se aplica a cada uno de los tramos de la tubería principal, como se observa en la Tabla 4.

Tabla 4. Cálculo de la tubería principal

Tramo	Características de la tubería					Características del tramo		Pérdidas de carga		
	Material	Ø óptimo (mm)	Ø ext (mm)	Ø int (mm)	P nom (m.c.a.)	Caudal (L/h)	Longitud (m)	v (m/s)	J (m.c.a./m)	hr (m.c.a.)
1	PVC	147,84	160	150,6	60	92608	55,06	1,44	0,01119	0,71
2	PVC	136,19	160	150,6	60	78592	96,73	1,23	0,00833	0,93
3	PVC	122,50	140	131,8	60	63584	72,8	1,29	0,01079	0,90
4	PVC	105,56	140	131,8	60	47216	140,29	0,96	0,00631	1,02
5	PVC	85,61	110	103,6	60	31056	72,87	1,02	0,00943	0,79
6	PVC	56,47	110	103,6	60	13512	135,42	0,45	0,00211	0,33
7	PVC	30,88	90	84,6	60	4040	77,98	0,20	0,00063	0,06

2.3.5. Resumen de necesidades de tuberías

En la Tabla 5 se puede observar el resumen de las necesidades de tuberías.

Tabla 5. Resumen de necesidades de tuberías

Uso	Material	Ø exterior (mm)	Ø interior (mm)	Presión nominal (m.c.a.)	Longitud necesaria (m)
Ramales portagoteros	PEBD	16,0	13,6	30	111623
Terciarias 1-5 y Principal tramo 7	PVC	90	84,6	60	3154
Terciaria 6	PVC	75	70,6	60	643
Terciaria 7	PVC	50	46,4	60	291
Principal tramos 1 y 2	PVC	160	150,6	60	152
Principal tramos 3 y 4	PVC	140	131,8	60	214
Principal tramos 5 y 6	PVC	110	103,6	60	209

2.4. Diseño del cabezal de riego

2.4.1. Datos iniciales

Para el diseño del cabezal de riego es necesario conocer el caudal que va a circular por el mismo y la presión que debe tener el agua.

Debido a que no se van a regar todas las subunidades de riego al mismo tiempo, sino de forma individualizada a lo largo del día, se debe considerar que el caudal que va a circular por el cabezal de riego coincide con el mayor de los caudales de las subunidades. En este sentido, la subunidad 5 es la que presenta un caudal mayor, con 17544 L/h o, lo que es lo mismo, 0,00487 m³/s. Este caudal se va a aumentar en un 15 % para prever posibles fugas, obteniendo un caudal de cálculo de 0,00560 m³/s.

La presión que debe tener el agua debe ser tal que compense las pérdidas de carga máximas de la instalación, que se producen en el último ramal portagoteros de la subunidad 2, con 6,48 m.c.a. de pérdida de carga. Por tanto, para que la presión en el último gotero del último ramal de la subunidad 2 sea de 30 m.c.a., la presión a la salida del cabezal de riego debe ser, al menos, de 36,48 m.c.a.

2.4.2. Dispositivos de filtrado

El agua de riego, que procede de la red de acequias del Canal de la Nava Sur, debe ser filtrada adecuadamente para prevenir posibles obturaciones de los goteros y el desgaste prematuro del cabezal de riego. Se van a emplear dos tipos de filtros: filtros de arena y filtros de malla.

2.4.2.1. Filtro de arena

El filtro de arena realiza el primer filtrado del agua, eliminando los contaminantes orgánicos, como algas, bacterias y restos vegetales, e inorgánicos, como las arenas, limos y arcillas.

El dispositivo consta de un depósito metálico o plástico lleno de arena silíceo o granítica. El agua, que penetra por un orificio en la parte superior del depósito,

atraviesa la arena y sale por un colector situado en la parte baja. El depósito dispone de una abertura en la parte superior para realizar el mantenimiento de la arena.

El espesor de la capa de arena debe ser, como mínimo, de 45 cm. El fabricante de los emisores recomienda emplear un filtro de arena de 120 mesh.

Para el dimensionamiento del filtro de arena se aplica el criterio de que la velocidad del agua no supere los 60 m/h y un caudal de 60 m³/h por m² de superficie filtrante, aplicando la siguiente fórmula:

$$S = \frac{Q}{v} = \frac{20,16 \text{ m}^3/\text{h}}{60 \text{ m}/\text{h}} = 0,34 \text{ m}^2$$

Donde:

- **S**: superficie filtrante, en m².
- **Q**: caudal, en m³/h.
- **v**: velocidad máxima del agua, en m/h.

El filtro de arena debe tener una superficie filtrante de 0,34 m². No obstante, conviene instalar dos filtros gemelos, de tal forma que el agua filtrada de uno permita limpiar el otro. Por tanto, la superficie filtrante de cada uno de los filtros de arena debe ser:

$$S = \frac{0,34 \text{ m}^2}{2} = 0,17 \text{ m}^2$$

El diámetro de los filtros se determina mediante la siguiente fórmula:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,17}{\pi}} = 0,47 \text{ m}$$

Donde:

- **D**: diámetro del filtro de arena, en m.
- **S**: superficie filtrante, en m².

Se instalarán dos filtros en paralelo de 0,50 m de diámetro, con un espesor de la capa de arena de, al menos, 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.

2.4.2.2. Filtro de malla

El filtrado en este tipo de dispositivos se realiza mediante una serie de mallas concéntricas fabricadas de material no corrosivo (acero o plástico). El agua proveniente de la tubería penetra en el interior del cilindro de malla filtrándose a través de sus paredes, pasando a la periferia del filtro y saliendo por la tubería del colector. Las partículas filtradas quedan retenidas en el interior del cartucho de malla.

Este tipo de filtros se colmatan con mucha rapidez en caso de aguas contaminadas, por lo que deben ser instalados a continuación del filtro de arena para que éste retenga la mayor parte de las partículas.

El fabricante de los emisores recomienda un tamaño del orificio de la malla de 120 mesh.

La velocidad del agua dentro del filtro debe ser de 0,4 m/s. Para calcular la superficie efectiva se debe incrementar el caudal de riego en un 20 %, obteniendo un caudal de cálculo de 24,19 m³/h. Se sabe que la superficie efectiva es el 30 % de la superficie total. La superficie efectiva de filtrado se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$S = \frac{24,19 \text{ m}^3/\text{h}}{3600 \text{ s/h} \cdot 0,4 \text{ m/s} \cdot 0,3} = 0,0560 \text{ m}^2 = 560 \text{ cm}^2$$

Se va a instalar un filtro de malla de cuerpo metálico arenado y tratado con metálico arenado y tratado con fosfato de cinc y posterior aplicación electrostática de una capa de pintura de epoxi-poliéster de 120-160 micras con función protectora y anticorrosiva. Irá equipado con una malla de filtrado de 120 mesh de acero inoxidable con soporte de PVC. Tendrá una capacidad de filtrado de 10-30 m³/h y una superficie de filtración de 800 cm².

Las pérdidas de carga cuando el filtro está limpio son de 1,2 m.c.a., mientras que cuando está sucio son de 3,5 m.c.a. Se instalarán dos tomas de manómetro de conexión rápida para verificar las pérdidas de carga del filtro. Cuando éstas superen los 3,5 m.c.a. se debe proceder a su limpieza. Extraordinariamente, una vez al año, debe realizarse una limpieza exhaustiva, sumergiendo el filtro en una solución de ácido nítrico al 5-10 % durante unos minutos.

2.4.3. Equipo de fertirrigación

El equipo de fertirrigación está compuesto por una serie de depósitos, un inyector de fertilizante, agitadores, válvulas de control y filtros.

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

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

Tras la inyección de los fertilizantes se debe limpiar el equipo dejando pasar agua limpia por la instalación durante, al menos, 15 minutos. Una vez al año se procederá a realizar una limpieza exhaustiva mediante una solución de ácido nítrico.

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

2.4.4. Automatización del sistema de riego

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

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. Cálculo de las necesidades de la bomba

2.5.1.1. Altura manométrica

La presión a la salida del cabezal de riego debe ser de 36,48 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:** 3 m.c.a.
- **Filtro de malla:** 3,5 m.c.a.
- **Contador:** 2 m.c.a.
- **Valvulería:** 5 m.c.a.
- **Inyector de fertilizante:** 6 m.c.a.
- **Elementos singulares:** 10 % de lo anterior: 1,95 m.c.a.

La toma de agua se encuentra elevada 1,5 m por encima de la altura de la bomba, de tal forma que ésta se encuentra siempre en carga y no 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 y la presión necesaria a la salida del cabezal, dando como resultado 57,93 m.c.a.

2.5.1.2. Potencia necesaria

La potencia teórica de la bomba se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$P = \frac{Q \cdot H}{75 \cdot \eta} = \frac{6,72 \cdot 57,93}{75 \cdot 0,8} = 6,48 \text{ CV} = 4,83 \text{ kW}$$

Donde:

- **Q:** caudal que debe impulsar la bomba, el L/s.
- **H:** altura manométrica de impulsión, en m.c.a.
- **η :** rendimiento característico de la bomba.

Se va a seleccionar una bomba de 7,5 CV (5,59 kW).

2.5.2. Descripción de la bomba

Se va a instalar una bomba eléctrica horizontal monoblock de 7,5 CV (5,59 kW), con una frecuencia de corriente de 50 Hz y un voltaje de 400 V en trifásico.

2.5.3. Tubería de aspiración y conexión con la toma de agua

La tubería de aspiración será de un diámetro ligeramente superior al de la tubería principal. Se va a instalar una tubería de acero galvanizado de 200 mm de diámetro exterior y 4 mm de espesor, fabricada en acero S235JR.

La toma de agua estará situada en el exterior de la caseta de riego, y consistirá en una columna de anillos de hormigón de 1,00 m de diámetro interior y 1,00 m de altura, machiembrados. La altura total de la columna será de 2,00 m. Esta columna permitirá mantener el nivel del agua a la entrada de la bomba, evitando que se descebe.

La conexión de la acequia con la columna de anillos de hormigón se realizará mediante tubería de PVC de 315 mm de diámetro exterior y 6,2 mm de diámetro interior. Irá enterrada a 1 m de profundidad sobre lecho de arena de río.

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

La instalación debe cumplir la siguiente normativa:

- REBT: Reglamento electrotécnico de baja tensión e Instrucciones técnicas complementarias.
- UNE 20-460-94 Parte 5-523: Intensidades admisibles en los cables y conductores aislados.
- UNE 20-434-90: Sistema de designación de cables.
- UNE 20-435-90 Parte 2: Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones de 1 a 30kV.
- UNE 20-460-90 Parte 4-43: Instalaciones eléctricas en edificios. Protección contra las sobrentensidadades.
- 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): Aparamenta 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: Aparamenta 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 sobrentensidadades.
- Normas NI de Iberdrola.

3.2. Descripción general de la instalación

El suministro eléctrico será a base de corriente alterna trifásica en baja tensión a 50 Hz, con una tensión nominal entre fases de 400 V y de 230 V entre fase y neutro.

La línea de suministro es propiedad de la empresa distribuidora, quien será la responsable de la instalación de acometida, compuesta por el transformador de alta en baja tensión, el cable de enlace del transformador con la instalación interior y la Caja de Protección y Medida, que alojará el contador, situados en el poste donde esté instalado el transformador.

De la Caja de Protección y Medida (CPM) parte la Derivación Individual (DI), que termina en el Cuadro General de Mando y Protección (CGMP), situado en el interior de la caseta de riego. El mismo contiene los dispositivos de control y seguridad de los distintos circuitos de la instalación eléctrica.

La instalación eléctrica constará de tres circuitos diferenciados. Uno estará dedicado a la bomba de riego, otro será de fuerza, al que irán conectados el resto de dispositivos del sistema de riego y los enchufes de la caseta de riego, y el tercero será para alumbrado.

Los conductores de la instalación interior irán montados en el interior de tubos de PVC instalados en la superficie de las paredes. Se verificará la estanqueidad de la instalación y el nivel de protección de los distintos dispositivos.

3.3. Necesidades de potencia

3.3.1. Alumbrado

Para la iluminación del interior de la caseta de riego se instalará una luminaria con dos lámparas fluorescentes de 36 W cada una y protección IP 20, que presentan un factor de potencia de 0,85. Además, se instalará una luminaria de emergencia de 8 W y protección IP 20.

La iluminación exterior de la caseta se realizará mediante un proyector LED de 80 W de potencia y protección IP 66.

3.3.2. Fuerza

La instalación de fuerza estará dividida en dos circuitos: uno para la bomba de riego y otro para el resto de elementos de riego y tomas de fuerza.

La bomba de riego tiene una potencia de 5,59 kW. La bomba de inyección de fertilizante tiene una potencia de 184 W. El factor de potencia de ambas bombas es de 0,85. Por su parte el sistema de automatización del riego tiene un consumo de 50 W.

Se instalarán así mismo dos enchufes monofásicos para la conexión de máquinas y herramientas auxiliares de uso eventual. Cada enchufe suministrará una potencia de 2500 W.

3.3.3. Potencia total

La potencia total requerida por los circuitos de fuerza se calcula mediante la siguiente fórmula. Se considera un coeficiente de simultaneidad para los enchufes de 0,7.

$$P_{fuerza} = 5590 W + 184 W + 50 W + 2 \cdot 2500 W \cdot 0,7 = 9324 W$$

Seguidamente se considera un rendimiento del conjunto de la instalación de fuerza del 80 %, por lo que la potencia consumida será la siguiente:

$$P_{fuerza\ corregida} = 9324 W / 0,8 = 11655 W$$

Las necesidades totales de potencia de la instalación se calculan mediante la suma de la potencia de la instalación de fuerza corregida y la potencia necesaria para el alumbrado, como se observa a continuación:

$$P_{total} = 11655 W + 2 \cdot 36 W + 8 W + 80 W = 11815 W = 11,82 kW$$

La potencia total aparente se calcula dividiendo la potencia total entre el factor de potencia total de la instalación, que se define como la suma cartesiana del factor de potencia del circuito de la bomba (0,85), del circuito de fuerza (0,85) y del circuito de alumbrado (0,85), por lo que el factor de potencia de la instalación es 0,85. A continuación se muestra el cálculo de la potencia total aparente:

$$P_{aparente} = 11,82 kW / \cos \varphi = 11,82 kW / 0,85 = 13,91 kVA$$

3.4. Criterios de cálculo

Para la línea aérea de unión del transformador con la CPM se emplearán cables de tipo RZ de aluminio con fiador de acero.

Para la Derivación Individual se emplearán cables de cobre de 0,6/1 kV de tensión asignada, con una sección mínima para los cables activos y el de protección de 6 mm² y de 1,5 mm² para el cable de mando. Las canalizaciones deben tener un grado de resistencia mecánica, como mínimo, de IP 417, con un diámetro exterior mínimo de 32 mm.

Para la Línea General de Alimentación, que conecta el transformador con la CPM se emplearán cables de tipo RZ1-K, con una sección mínima de 10 mm² en cobre o 16 mm² en aluminio. La caída de tensión no debe exceder el 1 %.

Se instalarán, como mínimo, un interruptor general automático con un poder de corte de 4500 A.

Se considerará como origen de la instalación la salida del transformador, y se aplicarán como caídas de tensión máximas admisibles las de un 4,5 % para alumbrado y un 6,5 % para otros usos.

Los conductores empleados en la instalación interior tendrán una tensión asignada no inferior a 450/700 V y los tubos cumplirán lo establecido en la ITC-BT-21.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor estarán dimensionados para una intensidad no inferior al 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Si alimentan a varios motores estarán dimensionados para una intensidad que sea la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia mas la intensidad a plena carga de todos los demás.

El cálculo de la sección mínima se realizará mediante los criterios de intensidad de corriente máxima y caída máxima admisible de tensión. Para el primer criterio es necesario conocer la intensidad de cálculo que recorra la línea, empleando para ello la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{K \cdot U \cdot \cos \varphi}$$

Donde:

- **P**: potencia de cálculo, en vatios.
- **K**: coeficiente de corrección, 1 en monofásico y $\sqrt{3}$ en trifásico.
- **U**: tensión nominal, 230 V en monofásico y 400 V en trifásico.
- **cos φ**: factor de potencia.

Conocida la intensidad de cálculo, se determina la intensidad de diseño, dividiendo la primera entre una serie de factores correctores, específicos de cada situación de línea.

Una vez calculada la intensidad de diseño, y en base a ésta, se determina la sección óptima del cable mediante las tablas correspondientes presentes en el REBT.

A continuación se calcula la caída de tensión de la línea mediante la siguiente fórmula:

$$e = \frac{l \cdot P}{\gamma \cdot U \cdot s}$$

Donde:

- **I**: longitud de la línea, en metros.
- **P**: potencia de cálculo, en vatios.
- γ : conductividad eléctrica, en $m/(\Omega \cdot mm^2)$.
- **U**: tensión nominal, 230 V en monofásico y 400 V en trifásico.
- **s**: sección del conductor, en mm^2 .

La caída de tensión debe ser menor que la caída de tensión máxima admisible, especificada anteriormente.

3.5. Cálculo de la instalación

3.5.1. Cálculo del circuito de la bomba

En primer lugar es necesario calcular la intensidad que circula por la línea, como se observa a continuación:

$$I = \frac{1,25 \cdot P}{K \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{1,25 \cdot 5590 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 0,85} = 11,87 \text{ A}$$

La intensidad que circula por el circuito de la bomba es de 11,87 A.

Una vez determinada la intensidad de cálculo se halla la intensidad de diseño, considerando una serie de coeficientes. Se va a emplear un coeficiente de corrección por temperatura de 0,90, para temperaturas de 50 °C y un coeficiente de corrección por agrupamiento de 0,70, para 4 conductores. La intensidad de diseño se observa a continuación:

$$I_{diseño} = \frac{11,87 \text{ A}}{0,90 \cdot 0,70} = 18,84 \text{ A}$$

Se van a emplear conductores individuales de tipo H07V-K (AS), fabricados con cobre electrolítico como material conductor y XLPE de material aislante termoestable, que tolera temperaturas de 90 °C. Se considera que el método de instalación es de tipo B según el REBT (conductores aislados en montaje en tubo superficial).

El diámetro mínimo que se puede emplear en este caso, según la tabla del REBT correspondiente, es de 2,5 mm^2 . Sin embargo, como medida de seguridad, se empleará el diámetro inmediatamente superior, de 4 mm^2 de sección.

A continuación se realiza la comprobación por caída de tensión, considerando una longitud del conductor de 10 m, como se puede ver a continuación:

$$e = \frac{l \cdot 1,25 \cdot P}{\gamma \cdot U \cdot s} = \frac{10 \text{ m} \cdot 1,25 \cdot 5590 \text{ W}}{45,5 \cdot 400 \text{ V} \cdot 4 \text{ mm}^2} = 0,96 \text{ V} \rightarrow \frac{0,96 \text{ V}}{400 \text{ V}} \cdot 100 = 0,24\%$$

La caída de tensión producida en el conductor es del 0,24 %, que es menor de 6,5 %, por lo que cumple con la condición.

Por tanto, el circuito de la bomba estará formado por cuatro conductores, tres de fase en color marrón, negro y gris, y uno de neutro en color azul, de conductores tipo H07V-K (AS) de 4 mm² de sección.

3.5.2. Cálculo del circuito de fuerza

En primer lugar es necesario calcular la intensidad que circula por la línea, como se observa a continuación:

$$I = \frac{1,25 \cdot P_{bomba} + P_{otros}}{K \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{1,25 \cdot 184 \text{ W} + 50 \text{ W} + 2 \cdot 2500 \text{ W} \cdot 0,7}{1 \cdot 230 \text{ V} \cdot 0,85} = 19,34 \text{ A}$$

La intensidad que circula por el circuito de fuerza es de 19,34 A.

Una vez determinada la intensidad de cálculo se halla la intensidad de diseño, considerando una serie de coeficientes. Se va a emplear un coeficiente de corrección por temperatura de 0,90, para temperaturas de 50 °C y un coeficiente de corrección por agrupamiento de 0,80, para 2 conductores. La intensidad de diseño se observa a continuación:

$$I_{diseño} = \frac{19,34 \text{ A}}{0,90 \cdot 0,80} = 26,86 \text{ A}$$

Se van a emplear conductores individuales de tipo H07V-K (AS), fabricados con cobre electrolítico como material conductor y XLPE de material aislante termoestable, que tolera temperaturas de 90 °C. Se considera que el método de instalación es de tipo B según el REBT (conductores aislados en montaje en tubo superficial).

El diámetro mínimo que se puede emplear en este caso, según la tabla del REBT correspondiente, es de 4 mm².

A continuación se realiza la comprobación por caída de tensión, considerando una longitud del conductor de 12 m, como se puede ver a continuación:

$$e = \frac{l \cdot 1,25 \cdot P}{\gamma \cdot U \cdot s} = \frac{12 \text{ m} \cdot 3780 \text{ W}}{45,5 \cdot 230 \text{ V} \cdot 4 \text{ mm}^2} = 1,08 \text{ V} \rightarrow \frac{1,08 \text{ V}}{230 \text{ V}} \cdot 100 = 0,47\%$$

La caída de tensión producida en el conductor es del 0,47 %, que es menor de 6,5 %, por lo que cumple con la condición.

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

3.5.3. Cálculo del circuito de alumbrado

En primer lugar es necesario calcular la intensidad que circula por la línea, como se observa a continuación:

$$I = \frac{P_{luminarias}}{K \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{160 \text{ W}}{1 \cdot 230 \text{ V} \cdot 0,85} = 0,82 \text{ A}$$

La intensidad que circula por el circuito de alumbrado es de 0,82 A.

Una vez determinada la intensidad de cálculo se halla la intensidad de diseño, considerando una serie de coeficientes. Se va a emplear un coeficiente de corrección por temperatura de 0,90, para temperaturas de 50 °C y un coeficiente de corrección por agrupamiento de 0,80, para 2 conductores. La intensidad de diseño se observa a continuación:

$$I_{diseño} = \frac{0,82 A}{0,90 \cdot 0,80} = 1,14 A$$

Se van a emplear conductores individuales de tipo H07V-K (AS), fabricados con cobre electrolítico como material conductor y XLPE de material aislante termoestable, que tolera temperaturas de 90 °C. Se considera que el método de instalación es de tipo B según el REBT (conductores aislados en montaje en tubo superficial).

El diámetro mínimo que se puede emplear en este caso, según la tabla del REBT correspondiente, es de 1,5 mm².

A continuación se realiza la comprobación por caída de tensión, considerando una longitud del conductor de 12 m, como se puede ver a continuación:

$$e = \frac{l \cdot 1,25 \cdot P}{\gamma \cdot U \cdot s} = \frac{5 m \cdot 160 W}{45,5 \cdot 230 V \cdot 1,5 mm^2} = 0,05 V \rightarrow \frac{0,05 V}{230 V} \cdot 100 = 0,02\%$$

La caída de tensión producida en el conductor es del 0,02 %, que es menor de 4,5 %, por lo que cumple con la condición.

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

3.5.4. Cálculo de la derivación individual

La derivación individual conecta la Caja de Protección y Medida (CPM), situada en el poste donde está instalado el transformador, con el Cuadro General de Mando y Protección (CGMP), situado en el interior. Se trata, pues, de una línea trifásica de corto recorrido.

El cálculo se realiza de la misma forma que los circuitos interiores de la caseta de riego, pero considerando la potencia total de la instalación.

En primer lugar es necesario calcular la intensidad que circula por la línea, como se observa a continuación. Se considera un circuito trifásico a 400 V.

$$I = \frac{P_{total}}{K \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{1,25 \cdot 5590 W + 184 W + 50 W + 2 \cdot 2500 W \cdot 0,7 + 160 W}{\sqrt{3} \cdot 400 V \cdot 0,85} = 18,48 A$$

La intensidad que circula por la derivación individual es de 18,48 A.

Una vez determinada la intensidad de cálculo se halla la intensidad de diseño, considerando una serie de coeficientes. Se va a emplear un coeficiente de corrección por temperatura de 0,90, para temperaturas de 50 °C y un coeficiente de corrección

por agrupamiento de 0,80, para 4 conductores. La intensidad de diseño se observa a continuación:

$$I_{diseño} = \frac{18,48 A}{0,90 \cdot 0,70} = 29,33 A$$

Se va a emplear cable multiconductor de tipo RZ1-K (AS), de tensión asignada 0,6/1 kV, fabricados con cobre electrolítico como material conductor, XLPE de material aislante de los conductores y poliolefina termoplástica tipo DMZ-E.

El diámetro mínimo que se puede emplear en este caso, según la tabla del REBT correspondiente, es de 4 mm². Sin embargo, existe la obligación de emplear, como mínimo, cables de 6 mm² de sección en este tipo de situaciones, con cable de mando de 1,5 mm² de sección.

A continuación se realiza la comprobación por caída de tensión, considerando una longitud del conductor de 3 m, como se puede ver a continuación:

$$e = \frac{l \cdot 1,25 \cdot P}{\gamma \cdot U \cdot s} = \frac{3 m \cdot 10881,5 W}{45,5 \cdot 400 V \cdot 6 mm^2} = 0,30 V \rightarrow \frac{0,30 V}{400 V} \cdot 100 = 0,08\%$$

La caída de tensión producida en el conductor es del 0,08 %, que es menor de 6,5 %, por lo que cumple con la condición.

Por tanto, la derivación individual estará formada por cuatro conductores de cobre, tres de fase en color marrón, negro y gris, y uno de neutro en color azul, de conductores tipo RZ1-K (AS), de 6 mm² de sección para las fases y 1,5 mm² para el neutro. Este cable irá tensado entre el poste y la caseta sobre un cable fiador de acero.

3.5.5. Cálculo de la línea general de alimentación

La línea general de distribución es la encargada de transportar la electricidad desde el transformador, situado en un poste en el exterior de la caseta de riego, hasta la Caja de Protección y Medida, sobre el mismo. El cálculo se realiza de la misma forma que la derivación individual.

En primer lugar es necesario calcular la intensidad que circula por la línea, como se observa a continuación. Se considera un circuito trifásico a 400 V.

$$I = \frac{P_{total}}{K \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{1,25 \cdot 5590 W + 184 W + 50 W + 2 \cdot 2500 W \cdot 0,7 + 160 W}{\sqrt{3} \cdot 400 V \cdot 0,85} = 18,48 A$$

La intensidad que circula por la línea es de 18,48 A.

Una vez determinada la intensidad de cálculo se halla la intensidad de diseño, considerando una serie de coeficientes. Se va a emplear un coeficiente de corrección por temperatura de 0,90, para temperaturas de 50 °C y un coeficiente de corrección por agrupamiento de 0,80, para 4 conductores. La intensidad de diseño se observa a continuación:

$$I_{diseño} = \frac{18,48 A}{0,90 \cdot 0,70} = 29,33 A$$

Se va a emplear cable multiconductor de tipo RZ1-K (AS), de tensión asignada 0,6/1 kV, fabricados con cobre electrolítico como material conductor para los conductores de fase y fiador de almelec para el neutro, y XLPE de material aislante.

El diámetro mínimo que se puede emplear en este caso, según la tabla del REBT correspondiente, es de 4 mm². Sin embargo, existe la obligación de emplear, como mínimo, cables de 10 mm² de cobre o de 16 mm² de aluminio. Se va a emplear un cable formado por 3 conductores de 16 mm² de aluminio para las fases, y fiador de almelec de 29,5 mm² de sección para el neutro.

A continuación se realiza la comprobación por caída de tensión, considerando una longitud del conductor de 3 m, como se puede ver a continuación:

$$e = \frac{l \cdot 1,25 \cdot P}{\gamma \cdot U \cdot s} = \frac{3 \text{ m} \cdot 10881,5 \text{ W}}{27,8 \cdot 400 \text{ V} \cdot 16 \text{ mm}^2} = 0,18 \text{ V} \rightarrow \frac{0,18 \text{ V}}{400 \text{ V}} \cdot 100 = 0,05\%$$

La caída de tensión producida en el conductor es del 0,05 %, que es menor de 1 %, por lo que cumple con la condición.

Por tanto, la línea general de alimentación estará formada por un cable tipo RZ1-K (AS), conformado por cuatro conductores, tres de fase de aluminio de 16 mm² y uno neutro fiador de almelec de 29,5 mm² de sección. Este cable irá fijado al poste donde esté instalado el transformador.

3.5.5. Toma de tierra

Según la instrucción MI BT-03 toda nueva edificación que cuente con instalación eléctrica debe disponer de toma de tierra de protección. La toma de tierra debe disponer de lo siguiente:

- Línea de enlace con tierra, formada por un anillo de cobre trenzado desnudo de sección 35 mm², dispuesto en el fondo de la cimentación (en este caso en el perímetro de la losa de cimentación).
- Electrodo, que se dimensionan de forma que su resistencia a tierra no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24 V.

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

Para calcular la resistencia a tierra se emplea la siguiente fórmula:

$$R = 2 \cdot \frac{\rho}{L}$$

Donde:

- **R**: resistencia máxima del terreno, en Ω.
- **ρ**: resistencia real del terreno, en Ω/m. Se estima en 500 Ω/m.
- **L**: longitud de la pica, en m.

Se puede considerar la caseta de riego como un local húmedo, por lo que la resistencia a tierra de las masas se debe calcular mediante la siguiente expresión:

$$R \leq 24/I_s = 24/0,3 A = 80 \Omega$$

Donde I_s es la sensibilidad del interruptor diferencial, en este caso 300 mA.

Una vez calculada la resistencia máxima de tierra se determina la longitud del cable que formará el anillo:

$$L = \frac{(2 \cdot 500 \Omega/m)}{80 \Omega} = 12,50 m$$

El anillo debe tener una longitud de, al menos, 12,50 m. Se va a instalar un anillo de 20 m de longitud, coincidiendo con el perímetro de la caseta de riego.

La corriente de defecto de la que protege el interruptor para un sistema trifásico de tensión nominal 400 V será la siguiente:

$$I_{m\acute{a}x} = \frac{400 V}{R} = \frac{400 V}{80 \Omega} = 4,75 A$$

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

3.5.6. Transformador

A partir de la potencia aparente, y considerando un rendimiento del 80 %, se calcula la potencia del transformador a instalar:

$$P_{transformador} = 13,91 kVA/0,8 = 17,39 kVA$$

Debido a las necesidades de potencia de la instalación, y a que el suministro eléctrico se realiza mediante una línea de 20 kV, se opta por instalar un transformador trifásico en baño de aceite de 25 kVA de potencia, de 24 kV de tensión asignada, 20 kV de tensión en el primario y 420 V de tensión de secundario en vacío, de 50 Hz de frecuencia. La tensión de cortocircuito será del 4 %, la resistencia de cortocircuito de 20 mΩ y reactancia de cortocircuito de 62 mΩ. La elección de este transformador se ha realizado en base a la recomendación UNESA 5204.

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

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

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

3.11. Mejora del factor de potencia

La instalación presenta un factor de potencia global de 0,85. Para evitar la penalización por parte de la compañía suministradora de energía por la potencia reactiva volcada a la red eléctrica, se va a instalar una batería de condensadores. El objetivo es corregir el factor de potencia a 0,95.

La potencia aparente total requerida por la instalación es de 13,91 kVA. La potencia reactiva requerida por la batería de condensadores se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Q = P \cdot (\tan \varphi - \tan \varphi')$$

Donde:

- **Q**: potencia reactiva requerida por la batería de condensadores, en kVAr.
- **P**: potencia aparente requerida por la instalación, en kVA.
- **φ** : arcocoseno del factor de potencia estimado sin mejorar (0,85).
- **φ'** : arcocoseno del factor de potencia mejorado (0,95).

Sustituyendo los datos anteriores se obtiene lo siguiente:

$$Q = 13,91 \text{ kVA} \cdot (\tan(\cos^{-1} 0,85) - \tan(\cos^{-1} 0,95)) = 4,05 \text{ kVAr}$$

La potencia requerida por la batería de condensadores es de 4,05 kVAr. Se va a instalar una batería automática de condensadores de 7,5 kVAr de capacidad, constituida por dos tramos de 2,5 y 5 kVAr, respectivamente. La capacidad total se calcula mediante la siguiente expresión:

$$C = \frac{Q}{(3 \cdot 380^2 \cdot \omega)} = \frac{7500 \text{ vAr}}{3 \cdot 380^2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50} = 5,51 \cdot 10^{-5} \text{ F} = 51 \mu\text{F}$$

Donde:

- **C**: capacidad total de la batería de condensadores, en F.
- **Q**: capacidad requerida por la batería de condensadores, en VAr.
- **ω** : $2 \cdot \pi \cdot 50$

La capacidad total de la batería de condensadores es de 51 μF .

Los condensadores se instalarán en triángulo, debido a que se necesita tres veces menos capacidad de esta forma que si se conectasen en estrella.

3.12. Intensidades de cortocircuito

Para el cálculo de las intensidades de cortocircuito la empresa distribuidora proporciona el valor de la potencia de cortocircuito en el punto de enganche, que es de 350 MVA.

3.12.1. Intensidad de cortocircuito en media tensión

La intensidad en el primario máxima de un cortocircuito en el lado de media tensión se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} = \frac{350}{\sqrt{3} \cdot 20} = 10,10 \text{ kA}$$

Donde:

- **I_{ccp}**: intensidad de cortocircuito en el primario, en A.
- **S_{cc}**: potencia de cortocircuito de la red, en MVA.
- **U_p**: tensión en el primario, en kV.

La intensidad de cortocircuito en el primario es de 10100 A.

3.12.2. Intensidad de cortocircuito en baja tensión

Se va a calcular la intensidad de cortocircuito en el CGMP de la caseta de riego. En primer lugar es necesario calcular la resistencia de fase de la derivación individual y de la línea general de distribución, empleando la siguiente fórmula:

$$R = \frac{\rho \cdot L}{S}$$

Donde:

- **R**: resistencia de fase, en Ω .
- **ρ** : resistividad del material conductor a 20 °C. Para el cobre toma un valor de 0,018 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$, mientras que para el aluminio toma un valor de 0,029 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.
- **L**: longitud del conductor, en m.
- **S**: Sección del conductor de fase, en mm^2 .

Una vez conocida la resistencia de fase se calcula la intensidad de cortocircuito, empleando al siguiente fórmula:

$$I_{cc} = \frac{0,8 \cdot U}{R}$$

Donde:

- **I_{cc}**: intensidad de cortocircuito, en A.
- **U**: tensión de alimentación de fase a neutro, en V.
- **R**: resistencia de fase entre el punto considerado y la alimentación, en Ω .

A continuación se calculan las intensidades de cortocircuito para la línea general de alimentación y para la derivación individual.

Intensidad de cortocircuito de la LGA

La línea general de alimentación está constituida por un cable de aluminio de 16 mm^2 de sección y longitud 3 m. Por tanto, la resistencia de fase será la siguiente:

$$R_{LGA} = \frac{0,029 \cdot 3}{16} = 0,0054 \Omega$$

La resistencia de fase es de 0,0054 Ω . Una vez calculada la resistencia de fase se determina la intensidad de cortocircuito, como se puede ver a continuación:

$$I_{cc\ LGA} = \frac{0,8 \cdot 230}{0,0054} = 34074\ A$$

La intensidad de cortocircuito de la línea general de alimentación es de 34074 A.

Intensidad de cortocircuito de la DI

La derivación individual está constituida por un cable de cobre de 6 mm² de sección y longitud 1 m. Por tanto, la resistencia de fase será la siguiente:

$$R_{DI} = \frac{0,018 \cdot 3}{6} = 0,0090\ \Omega$$

La resistencia de fase es de 0,0054 Ω. Una vez calculada la resistencia de fase se determina la intensidad de cortocircuito, como se puede ver a continuación:

$$I_{cc\ DI} = \frac{0,8 \cdot 230}{0,0090} = 20444\ A$$

La intensidad de cortocircuito de la derivación individual es de 20444 A.

3.13. Caja de protección y medida (CPM)

En la caja de protección y medida, situada en el poste donde esté instalado el transformador, se dispondrán fusibles en cada uno de los conductores de fase con un poder de corte al menos igual a la intensidad de cortocircuito en dicho punto, que es de 34074 A. También dispondrán de un borne de conexión para el neutro. Los fusibles serán de tipo NH de 250 A.

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

Se procurará alojar las partes activas de la instalación a distancias tales que no pueda haber contactos. Además se colocarán obstáculos de protección (armarios y tubos de PVC) fijados fuertemente, de forma que puedan resistir los esfuerzos mecánicos usuales que pueden presentarse en su función.

Para garantizar la protección contra contactos indirectos se realizará la puesta a tierra de todas las masas y dispositivos de corte por defecto, instalando interruptores diferenciales.

3.14. Cuadro general de mando y protección (CGPM)

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

El cuadro general de mando y protección contendrá lo siguiente:

- Interruptor de control de potencia de 20 kW.
- Un interruptor automático magnetotérmico de 200 A y 400 V, curva C y poder de corte de 35 kA que permite su accionamiento manual y protege todas las distribuciones contra sobrecargas y cortocircuitos.

- Un interruptor diferencial automático de 225 A de intensidad, 300 mA de sensibilidad y 400 V de tensión nominal.
- Circuito de la bomba: interruptor automático magnetotérmico de 80 A de intensidad nominal, 230/400 V de tensión nominal, capaz de soportar intensidades de cortocircuito de 35 kA.
- Circuito de fuerza: interruptor automático magnetotérmico de 50 A de intensidad nominal, 230/400 V de tensión nominal, capaz de soportar intensidades de cortocircuito de 35 kA.
- Circuito de alumbrado: interruptor automático magnetotérmico de 16 A de intensidad nominal, 230/400 V de tensión nominal, capaz de soportar intensidades de cortocircuito de 35 kA.
- Placa identificativa del instalador.

3.15. Tarifación eléctrica

Debido a las necesidades de energía de la instalación, se contratará una tarifa de tipo 3.0A (potencia superior a 15 kW).

La tarifa incluirá un descuento por la instalación de una batería de condensadores, de tal forma que no se facturará la energía reactiva volcada a la red eléctrica.

La tarifa tendrá discriminación horaria, dividiendo el día en tres períodos: punta, llano y valle. En la Tabla 6 se pueden observar las horas correspondientes a cada período:

Tabla 6. Períodos de discriminación horaria

	Punta	Llano	Valle
Invierno	18-22 h	8-18 h 22-24 h	0-8 h
Verano	11-15 h	8-11 h 15-24 h	0-8 h

Los cambios de horario de invierno a verano o viceversa coincidirán con la fecha del cambio oficial de hora.

A continuación, en la Tabla 7 se muestran los precios de la energía según la tarifa vigente:

Tabla 7. Precios de la energía

Potencia contratada	Punta	Llano	Valle
Término de potencia (€/kW·año)	42,203054	25,601311	18,211416
Término de energía (€/kWh)	0,166463	0,132892	0,098364

El pago por alquiler de los equipos de medida es de 2,79 €/mes, considerando un contador trifásico de triple tarifa, según la Orden ITC/3860/2007, de 28 de diciembre, por la que se revisan las tarifas eléctricas a partir del 1 de enero de 2008.

ANEJO VIII: PROGRAMACIÓN PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

ÍNDICE ANEJO VIII

1. Introducción	1
2. Actividades	1
3. Diagrama Gantt	2
4. Grafo PERT	3

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades del proceso productivo, períodos y relaciones existentes	1
---	---

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama Gantt del proceso de ejecución del proyecto	2
Figura 2. Grafo PERT 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, períodos y relaciones existentes

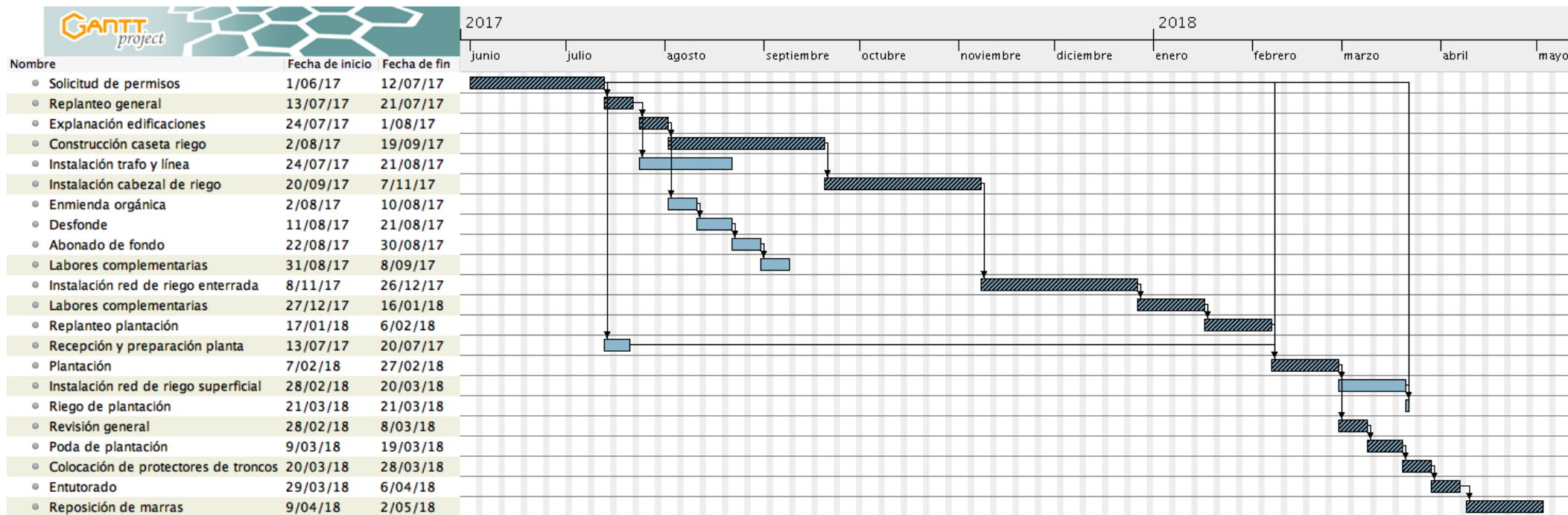
Nº	Actividad	Duración	Inicio	Fin	Predecesores
1	Solicitud de permisos	30	01/06/2017	12/07/2017	
2	Replanteo general	7	13/07/2017	21/07/2017	1
3	Explanación edificaciones	7	24/07/2017	01/08/2017	2
4	Construcción caseta riego	35	02/08/2017	19/09/2017	3
5	Instalación trafo y línea	21	15/09/2017	13/10/2017	2
6	Instalación cabezal de riego	35	01/10/2017	17/11/2017	4
7	Enmienda orgánica	7	15/10/2017	24/10/2017	2
8	Desfonde	7	25/10/2017	02/11/2017	7
9	Abonado de fondo	7	03/11/2017	13/11/2017	8
10	Labores complementarias	7	14/11/2017	22/11/2017	9
11	Instalación red de riego enterrada	35	20/11/2017	05/01/2018	6
12	Labores complementarias	15	08/01/2018	26/01/2018	11
13	Replanteo plantación	15	29/01/2018	16/02/2018	12
14	Recepción y preparación planta	6	25/01/2018	01/02/2018	
15	Plantación	15	19/02/2018	09/03/2018	13; 14
16	Instalación red de riego superficial	15	12/03/2018	30/03/2018	15
17	Riego de plantación	1	02/04/2018	02/04/2018	16
18	Revisión general	7	12/03/2018	20/03/2018	15
19	Poda de plantación	7	21/03/2018	29/03/2018	18
20	Colocación de protectores de troncos	7	30/03/2018	09/04/2018	19
21	Entutorado	7	30/03/2018	09/04/2018	19
22	Reposición de marras	18	15/05/2018	07/06/2018	21

Las actividades del proceso de ejecución se prolongarán a lo largo de 311 días.

3. Diagrama Gantt

A continuación, en la Figura 1, se muestra el diagrama Gantt de las actividades del proceso de ejecución del proyecto. Las actividades sombreadas constituyen el camino crítico, que es el conjunto de actividades concatenadas que deben realizarse en el menor tiempo posible y al coste óptimo.

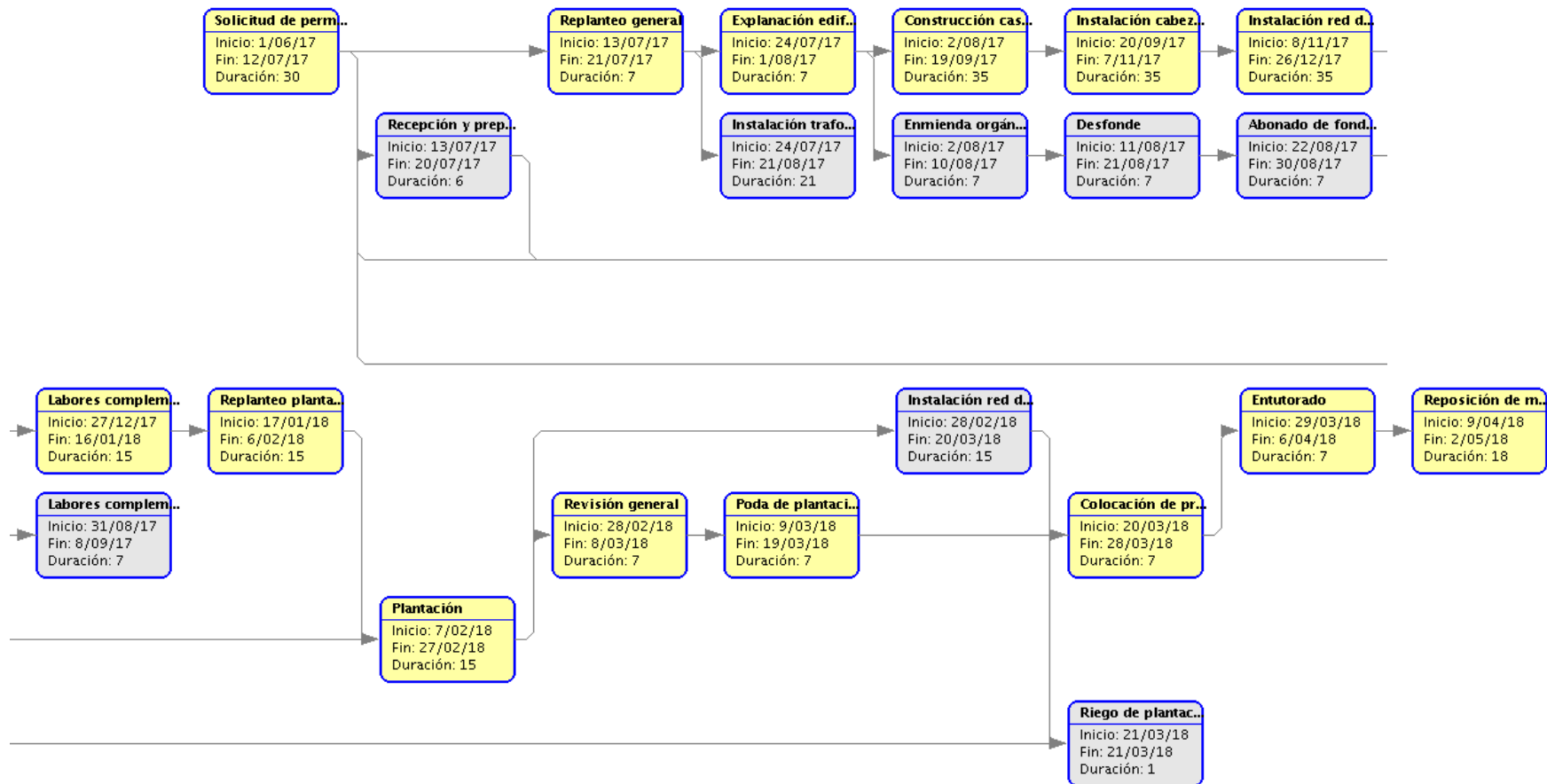
Figura 1. Diagrama Gantt del proceso de ejecución del proyecto



4. Grafo PERT

El grafo PERT (Program Evaluation and Review Technique) es un método que sirve para planificar proyectos en los que hace falta coordinar un gran número de actividades. En la Figura 2, que se muestra a continuación, se presenta el grafo PERT

Figura 2. Grafo PERT 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	1
3.4. Seguridad personal y manejo	2
3.5. Reglamentación	2
4. Instalación de riego	2
5. Mano de obra	2
6. Materias primas	3
6.1. Material vegetal	3
6.2. Fertilizantes	4
6.3. Fitosanitarios	6
7. Medidas de seguridad e higiene y protección general	7
7.1. Riesgos mecánicos	7
7.2. Riesgos de incendios	7
7.3. Higiene	7
8. Modificaciones	7

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.

Se procurará también no pisar las tuberías de PE con la maquinaria.

En el cabezal de riego hay que vigilar la limpieza de los filtros, limpiándolos cuando las pérdidas de carga superen los 4 m.c.a.

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.

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 a cerca 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 zanjás 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 realizar un corte a las raíces de las plantas de 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.

Etiquetas

El material vegetal que se emplee en la explotación debe estar certificado. La etiqueta correspondiente a este tipo de planta es de color azul, y en ella debe figurar la especie, la variedad, el patrón, la cantidad, el nombre del productor y el número de registro. Así mismo, en caso de que el material vegetal provenga del extranjero, deberá estar acompañado del respectivo pasaporte fitosanitario.

Factura

La factura debe ser lo suficientemente detallada. Se debe desglosar el importe del material por separado correspondiente a plantones, transporte e IVA.

La factura se hará efectiva por partes: La primera, cuando se encargue el material al vivero, a modo de fianza, y la segunda, una vez haya sido revisado el material entregado.

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 almendro 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.

Recomendaciones de aplicación

En la fertilización hay que tener en cuenta una serie de recomendaciones:

- La incorporación de nutrientes en el suelo se realizará por medio de fertilizantes líquidos. Se debe respetar estrictamente las cantidades establecidas en el Anejo IV. Ingeniería del proceso en lo relativo al aporte de fertilizantes en cada uno de los meses del año y años de entrada en producción.
- Una vez programadas las necesidades hídricas, el ordenador ajustará la dosis para que nunca se puedan sobrepasar los 2 g/L, con lo que se evitará la formación de precipitados.
- El proceso se debe terminar siempre con agua, para limpiar las tuberías y los goteros de restos de abonos.

Fertirrigación

Se van a emplear fertilizantes líquidos. Los fertilizantes específicos se detallan en el Anejo IV. Ingeniería del proceso.

Normas básicas de la fertirrigación:

- Regular los equipos de inyección para conseguir la dosis de fertilizantes establecida en el Anejo correspondiente.
- La fertilización durará como máximo el 80% del tiempo de riego y el 20% restante se aprovechará para la limpieza de las conducciones de riego, repartido al principio y al final.
- Cuanto mayor sea la frecuencia de la fertirrigación, mejores serán los resultados.
- Al final de la campaña de riego se deberán limpiar los filtros y dar un lavado a las tuberías con una solución ácida.

Definiciones

Se deben tener en cuenta los siguientes términos en relación con los fertilizantes y su impacto en el medio ambiente. Se deben respetar las indicaciones que figuren en los envases, así como las indicaciones que den los técnicos responsables de la explotación.

- **Contaminación.** Es la introducción de compuestos 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 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.

Composición y pureza

Los fertilizantes que se van a utilizar deben cumplir las siguientes normas en cuanto a composición y pureza:

- Real Decreto 506/2013, de 28 de junio, sobre Productos Fertilizantes.
- Corrección de errores del Real Decreto 506/2013, de 28 de junio, sobre productos fertilizantes.
- Orden AAA/2564/2015, de 27 de noviembre, por la que se modifican los anexos I, II, III, IV y VI del Real Decreto 506/2013, de 28 de junio sobre productos fertilizantes.
- Corrección de errores de la Orden AAA/2564/2015.
- Orden AAA/770/2014, de 28 de abril, por la que se aprueba el modelo normalizado de solicitud al Registro de Productos Fertilizantes.
- Orden APA/1593/2006, de 19 de mayo, por la que se crea y regula el Comité de Expertos en Fertilización.

El capataz de la explotación puede encargar un análisis de los fertilizantes empleados si tiene motivos de sospecha.

Riqueza

La riqueza de los productos empleados debe ser la indicada en el proyecto, al menos durante los seis primeros años de plantación.

Posteriormente se encargarán análisis periódicos de suelo para analizar el contenido de éste, y, si se producen variaciones considerables, se debe diseñar un programa de abonado distinto que se ajuste a las necesidades que se presenten en ese momento.

Envases y etiquetas

Los envases de los fertilizantes deben estar en buen estado. No se utilizarán aquellos cuyos envases estén dañados, ya que esto puede suponer algún cambio en la composición.

Las etiquetas de los envases deben ser perfectamente legibles, deben contener el nombre del producto y el contenido de éste en los distintos nutrientes.

No se utilizarán los productos cuya etiqueta esté en mal estado, bien sea rota o borrosa, ya que puede conllevar un fraude.

Facturas

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

Normativa

Los productos fitosanitarios que se usen en la explotación deberán atenerse a la normativa oficial vigente, y en concreto a la siguiente normativa:

- Ley 43/2002, de 20 de noviembre, de sanidad vegetal.
- Directiva 2009/128/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de octubre de 2009, por la que se establece el marco de la actuación comunitaria para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas.
- Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios.

Envases y etiquetas

Los productos fitosanitarios deberán estar envasados, precintados y etiquetados. Los envases deberán reunir las condiciones necesarias para la buena conservación de la calidad del producto. No serán admitidas aquellas partidas que no reúnan las debidas garantías.

En el envase, precinto, etiqueta o en acta deberán ir consignados el número de registro del producto, el nombre del producto, la composición química, pureza y demás características del producto.

Facturas

Los datos que hace referencia el apartado anterior deberán ir consignados en las facturas.

Manejo

En el envase, etiqueta, precinto o acta adjunta, se harán constar los peligros a que están sujetos los manipuladores, las técnicas convenientes de empleo, dosis admisibles, época de empleo y además instrucciones que sean indispensables para su buen uso.

En ningún caso se utilizará la máquina empleada en tratamientos herbicidas para otra clase de tratamientos de igual o distinto tipo, sin antes limpiar los tanques, mangueras, tuberías y demás partes del aparato con agua abundante y limpia.

Fraudes

En caso de duda de la autenticidad de los productos fitosanitarios y/o etiquetas, se procederá a tomar muestras y realizar un análisis de modo análogo a como se ha indicado en el capítulo anterior relativo a los fertilizantes.

7. Medidas de seguridad e higiene y protección general

7.1. Riesgos mecánicos

Se ha de tener en cuenta los riesgos específicos de cada máquina y aplicar las medidas de seguridad oportunas, descritas en los manuales de uso de las propias máquinas.

7.2. Riesgos de incendios

Se definen en este anejo las medidas a cumplir para obtener una protección que se ajuste, en la medida que sea aplicable, a la el Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico – Seguridad en Caso de Incendio (CTE-DB-SI).

Según la Norma, la característica de resistencia al fuego de la estructura ha de ser de R-30.

En la caseta de riego se instalará un extintor. Ha de ser de eficacia mínima 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
1 Caseta de riego					
1.1 Acondicionamiento del terreno					
1.1.1	0101B	m2	Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.		
	O01OA070	0,006 h	Peón ordinario	16,800	0,10
	M05PN010	0,010 h	Pala cargadora neumáticos 85 CV/1,2m3	40,440	0,40
		3,000 %	Costes indirectos	0,500	0,02
			Precio total por m2 .		0,52
1.1.2	0101A	m3	Excavación a cielo abierto, en terrenos disgregados, por medios mecánicos, con extracción de tierras sobre camión y vertido en el interior de la obra a una distancia menor de 140 m. ida y vuelta del vaciado y con p.p. de medios auxiliares.		
	O01OA070	0,025 h	Peón ordinario	16,800	0,42
	M05EC010	0,040 h	Excavadora hidráulica cadenas 90 CV	51,610	2,06
	M07CB030	0,040 h	Camión basculante 6x4 20 t	39,600	1,58
		3,000 %	Costes indirectos	4,060	0,12
			Precio total por m3 .		4,18
1.2 Cimentación					
1.2.1	0102A	m2	Encofrado y desencofrado con madera suelta en losas de cimentación, considerando 4 posturas. Según NTE-EME.		
	O01OB010	0,250 h	Oficial 1ª encofrador	19,360	4,84
	O01OB020	0,250 h	Ayudante encofrador	18,170	4,54
	P01EM290	0,005 m3	Madera pino encofrar 26 mm	264,510	1,32
	P03AAA020	0,100 kg	Alambre atar 1,30 mm	0,920	0,09
	P01UC030	0,050 kg	Puntas 20x100	7,850	0,39
		3,000 %	Costes indirectos	11,180	0,34
			Precio total por m2 .		11,52
1.2.2	0102B	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.		
	E04LM010	1,000 m3	HORMIGÓN HA-25/P/20/I LOSA V.MANUAL	99,710	99,71
	E04AB020	100,000 kg	ACERO CORRUGADO B 500 S	1,420	142,00
		3,000 %	Costes indirectos	241,710	7,25
			Precio total por m3 .		248,96

Nº	Código	Ud	Descripción	Total	
1.3 Estructura					
1.3.1	0103A	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.		
	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 rectangular 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
Precio total por kg .					3,86
1.4 Cerramientos					
1.4.1	0104A	m2	Fábrica de bloques huecos decorativos de hormigón con dos caras split, en color, de 40x20x20 cm. colocado a cara vista, 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 armadura según normativa, i/p.p. deformación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-FFB-6 y CTE-SE-F, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2. Marcado CE obligatorio según Anexo ZA de la Norma Europea UNE-EN 771-3:2011.		
	O01OA160	0,730 h	Cuadrilla H	37,350	27,27
	P01BSC050	13,000 u	Bloq.horm. standard 2c.split color 40x20x20	2,070	26,91
	P01MC040	0,019 m3	Mortero cem. gris II/B-M 32,5 M-5/CEM	63,820	1,21
	A03H090	0,010 m3	HORM. DOSIF. 330 kg /CEMENTO Tmáx.20	77,810	0,78
	P03ACA010	1,500 kg	Acero corrugado B 400 S/SD 6 mm	0,740	1,11
		3,000 %	Costes indirectos	57,280	1,72
Precio total por m2 .					59,00
1.4.2	0104B	kg	Acero laminado S275, en perfil L-100 laminado en caliente para cargaderos; i/corte, elaboración, montaje y p.p. de soldaduras, cartelas, placas de apoyo, rigidizadores y piezas especiales; despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado, según NTE-EA, CTE-DB-SE-A y EAE.		
	O01OB130	0,025 h	Oficial 1ª cerrajero	18,870	0,47
	O01OB140	0,025 h	Ayudante cerrajero	17,740	0,44
	P03ALP010	1,050 kg	Acero laminado S 275 JR	1,080	1,13
	P25OU080	0,010 l	Minio electrolítico	12,860	0,13
	P01DW090	0,150 m	Pequeño material	1,350	0,20
		3,000 %	Costes indirectos	2,370	0,07
Precio total por kg .					2,44

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
1.5 Cubierta				
1.5.1	0105A	m2	Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial, prelacada de 0,6 mm. con núcleo de espuma de poliuretano de 40 kg./m3. con un espesor total de 30 mm. sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, tapajuntas, accesorios de fijación, limahoyas, cumbrera, remates laterales, encuentros de chapa prelacada de 0,86 mm. y 500 mm. de desarrollo medio, instalado, i/medios auxiliares y elementos de seguridad, s/NTE-QTG-8,9,10 y 11. Medida en verdadera magnitud.	
	O01OA030	0,300 h	Oficial primera	5,93
	O01OA050	0,300 h	Ayudante	5,28
	P05WTA100	1,150 m2	P.sand-cub a.prelac+PUR+a.prelac 30mm	20,67
	P05CGP310	0,400 m	Remate ac.prelac. a=50cm e=0,8mm	4,80
	P05CW010	1,240 u	Tornillería y pequeño material	0,29
		3,000 %	Costes indirectos	1,11
Precio total por m2 .				38,08
1.6 Carpintería y cerrajería				
1.6.1	0106A	m2	Carpintería de aluminio anodizado natural de 15 micras, en ventanas corredera, mayores de 1 m2 y menores de 2 m2 de superficie total, 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.	
	O01OB130	0,200 h	Oficial 1ª cerrajero	3,77
	O01OB140	0,100 h	Ayudante cerrajero	1,77
	P12PW010	4,000 m	Premarco aluminio	25,24
		3,000 %	Costes indirectos	0,92
Precio total por m2 .				31,70
1.6.2	0106B	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.	
	O01OB250	1,000 h	Oficial 1ª vidriería	18,18
	P14AA030	1,006 m2	Vidrio float incoloro 4 mm	9,11
	P14KW055	3,500 m	Sellado con silicona incolora	3,40
	P14KW500	1,000 m2	Lámina SH4CLARL	14,44
	P01DW090	1,000 m	Pequeño material	1,35
		3,000 %	Costes indirectos	1,39
Precio total por m2 .				47,87

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
1.6.3	0106C	m2	Puerta abatible de una hoja, formada por cerco y bastidor de hoja con tubos huecos de acero laminado en frío de 60x40x2 mm. y barrotes de tubo de 40x20x1 mm., soldados entre sí, zócalo de chapa de acero galvanizada, patillas para recibido a obra, herrajes de colgar y seguridad, cerradura y tirador a dos caras, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra (sin incluir recibido de albañilería).		
	O01OB130	0,500 h	Oficial 1ª cerrajero	18,870	9,44
	O01OB140	0,500 h	Ayudante cerrajero	17,740	8,87
	P13CG040	1,000 m2	Puerta abatible chapa y tubo	166,480	166,48
	P13CX230	0,160 u	Transporte a obra	85,000	13,60
		3,000 %	Costes indirectos	198,390	5,95
			Precio total por m2 .		204,34
2 Cabezal de riego					
2.1	0200A	m	Tubería de PVC orientado de 315 mm. de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm. por encima de la generatriz con la misma arena, c/p.p. de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.		
	O01OB170	0,130 h	Oficial 1ª fontanero calefactor	19,950	2,59
	O01OA070	0,220 h	Peón ordinario	16,800	3,70
	M05EN020	0,020 h	Excav.hidráulica neumáticos 84 CV	40,440	0,81
	P26TO150	1,000 m	Tub.PVC orient. j.elást. PN16 DN=315mm	55,270	55,27
	P01AA020	0,250 m3	Arena de río 0/6 mm	17,390	4,35
	P02CVW010	0,007 kg	Lubricante tubos PVC junta elástica	9,550	0,07
		3,000 %	Costes indirectos	66,790	2,00
			Precio total por m .		68,79
2.2	0200B	m	Conducto central de pozo de registro, formado por anillos prefabricados de hormigón armado, provistos de resaltos para su acoplamiento, entre otras piezas, mediante juntas de goma, de 100 cm. de diámetro interior y 100 cm de altura útil, con pates de polipropileno montados en fábrica, y con p.p. de medios auxiliares, s/ CTE-HS=5. Marcado CE obligatorio según Anexo ZA de la Norma Europea UNE-EN 1917:2008 y Complemento Nacional UNE 127917:2005		
	O01OA030	1,000 h	Oficial primera	19,760	19,76
	O01OA060	0,770 h	Peón especializado	16,640	12,81
	P02EPA180	1,000 u	Anillo poz.ench-camp.circ.HA h=1m D=1000	204,350	204,35
	P02EPW100	1,000 u	Jta.goma base pozo ench.-camp. D=1000	12,020	12,02
	M07CG010	0,250 h	Camión con grúa 6 t	43,540	10,89
	P02EPW010	3,000 u	Pates PP 30x25	6,540	19,62
		3,000 %	Costes indirectos	279,450	8,38
			Precio total por m .		287,83

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
2.3	0200C	u	Electrobomba centrífuga monocelular de eje horizontal con bridas, montada en bancada con acoplamiento elástico entre el motor y la bomba, cuerpo de bomba de fundición, de 7,5 CV de potencia, salida DN80, i/válvula de retención y p.p. de tuberías de conexión, así como cuadro de maniobra en armario metálico intemperie conteniendo interruptores, diferencial magnetotérmico y de maniobra, contactor, relé guardamotor y demás elementos necesarios s/R.E.B.T., i/recibido, instalada.		
	O01OB170	3,700 h	Oficial 1ª fontanero calefactor	19,950	73,82
	O01OB195	3,700 h	Ayudante fontanero	17,920	66,30
	O01OB200	2,000 h	Oficial 1ª electricista	19,150	38,30
	P26EBS335	1,000 u	Bomba.banc.1450 rpm.7,5 CV-DN80	2.800,630	2.800,63
	P26VT005	1,000 u	Válv.de pie/retención D=4"	102,740	102,74
	P26EM050	1,000 u	Cuadro mando electrobomba 6-8 CV	1.483,830	1.483,83
		3,000 %	Costes indirectos	4.565,620	136,97
			Precio total por u .		4.702,59
2.4	0200D	m	Tubería acero galvanizado, DIN-2440 de 6" (DN-150), sin calorifugar, colocado en instalación de agua, incluso p.p. de uniones, soportación, accesorios, plataformas móviles, mano de obra, prueba hidráulica. Medida la unidad instalada.		
	O01OB170	1,500 h	Oficial 1ª fontanero calefactor	19,950	29,93
	O01OB195	1,500 h	Ayudante fontanero	17,920	26,88
	P17GS120	1,000 m	Tubo acero galvanizado 6" DN150 mm	125,740	125,74
		3,000 %	Costes indirectos	182,550	5,48
			Precio total por m .		188,03
2.5	0200E	u	Válvula de compuerta de fundición PN 16 de 150 mm. de diámetro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, completamente instalada.		
	O01OB170	0,900 h	Oficial 1ª fontanero calefactor	19,950	17,96
	O01OB180	0,900 h	Oficial 2ª fontanero calefactor	18,170	16,35
	P26VC026	1,000 u	Válv.comp.cierre elást. D=150mm	333,610	333,61
	P26UUB070	1,000 u	Unión brida-enchufe fund.dúctil D=150mm	89,760	89,76
	P26UUL240	1,000 u	Unión brida-liso fund.dúctil D=150mm	49,860	49,86
	P26UUG150	2,000 u	Goma plana D=150 mm	2,900	5,80
	P01UT055	20,000 u	Tornillo+tuerca ac.galvan.D=20 L=160 mm	1,320	26,40
		3,000 %	Costes indirectos	539,740	16,19
			Precio total por u .		555,93

Nº	Código	Ud	Descripción	Total	
2.6	0200F	u	Filtro de arena a presión de alto rendimiento, con altura de lecho filtrante de 1,20 m., para presión de trabajo de 2,5 kg/cm2, velocidad de filtración de 30 m3/h/m2. y caudal de 25 m3/h., con cuerpo de poliéster reforzado con FV, con colector convencional mediante brazos y difusor en PVC y polipropileno, equipado con purga de aire y agua manuales y tapón para vaciado de arenas, panel de manómetros para lectura en la entrada y salida, y batería de 4 válvulas de mariposa de diámetro 75 mm. con soportes, incluso relleno posterior del filtro monocapa de árido silíceo calibrado, montado y probado.		
	O01OB170	3,000 h	Oficial 1ª fontanero calefactor	19,950	59,85
	O01OB195	6,000 h	Ayudante fontanero	17,920	107,52
	P26DTR010	1,000 u	Filtro a.r.30m3/h/m2 25m3 2,5kg/cm2	2.620,040	2.620,04
	P01AA100	1,300 u	Saco 40 Kg chamota 5 a 10 mm	9,910	12,88
	P17XF020	1,000 u	Batería 4 válv.mariposa D=75 mm	786,820	786,82
		3,000 %	Costes indirectos	3.587,110	107,61
			Precio total por u .		3.694,72
2.7	0200G	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.		
	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 incl.malla de acero D=3"	371,620	371,62
		3,000 %	Costes indirectos	394,340	11,83
			Precio total por u .		406,17
2.8	0200H	u	Contador Woltman de 50 mm 2",conexionado al ramal de salida de los depósitos de fertilizante, incluso instalación de dos válvulas de corte de esfera de 50 mm, grifo de prueba, válvula de retención y demás material auxiliar, montado y funcionando, incluso verificación, y sin incluir la acometida, ni la red interior. (i/ timbrado contador por la Delegación de Industria). s/CTE-HS-4.		
	O01OB170	2,000 h	Oficial 1ª fontanero calefactor	19,950	39,90
	O01OB180	2,000 h	Oficial 2ª fontanero calefactor	18,170	36,34
	P17BI060	1,000 u	Contador agua Woltman 2"(50mm) clase B	374,330	374,33
	P17XE070	2,000 u	Válvula esfera latón roscar 2"	35,000	70,00
	P17BV410	1,000 u	Grifo de prueba DN-20	9,170	9,17
	P17XR060	1,000 u	Válvula retención latón roscar 2"	22,080	22,08
	P17W070	1,000 u	Verificación contador >=2" 50 mm	12,890	12,89
		3,000 %	Costes indirectos	564,710	16,94
			Precio total por u .		581,65

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
2.9	0200I	u	Ventosa/purgador automático 3 funciones, de fundición, con brida, de 150 mm. de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.		
	O01OB170	1,250 h	Oficial 1ª fontanero calefactor	19,950	24,94
	O01OB180	1,250 h	Oficial 2ª fontanero calefactor	18,170	22,71
	P26VV164	1,000 u	Ventosa/purgador autom.DN=150 mm	1.488,240	1.488,24
		3,000 %	Costes indirectos	1.535,890	46,08
			Precio total por u .		1.581,97
2.10	0200J	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 1000 litros de capacidad, i/piezas y accesorios, instalado.		
	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
			Precio total por u .		607,06
2.11	0200K	u	Suministro e instalación de inyector de fertilizante, compuesto por electrobomba centrífuga de 1/4 CV y depósito de expansión de membrana de 25 l. de capacidad, montaje monobloc, i/cuadro de maniobra compuesto por armario metálico intemperie conteniendo interruptores, diferencial, magnetotérmico y de maniobra, contactor, relé guardamotor y demás elementos necesarios, según R.E.B.T., i/cebido, instalado.		
	O01OA030	1,000 h	Oficial primera	19,760	19,76
	O01OA070	0,500 h	Peón ordinario	16,800	8,40
	O01OB170	1,000 h	Oficial 1ª fontanero calefactor	19,950	19,95
	O01OB195	1,000 h	Ayudante fontanero	17,920	17,92
	O01OB200	0,700 h	Oficial 1ª electricista	19,150	13,41
	P26EG010	1,000 u	Grupo presión compl.0,5 CV-25 l	367,840	367,84
	P26EM010	1,000 u	Cuadro mando electrobomba 0,5 CV	364,690	364,69
		3,000 %	Costes indirectos	811,970	24,36
			Precio total por u .		836,33
2.12	0200L	u	Programador electrónico de intemperie, de 12 estaciones con memoria incorporada, tiempo de riego por estación de 1 a 59 minutos, programa de seguridad de 10 minutos por estación, memoria inmortal, 3 programas de riego y 3 inicios de riego por programa e incremento de riego por porcentaje, transformador 220/24 V., toma para puesta en marcha de equipo de bombeo o válvula maestra, armario y protección antidescarga, incluso fijación, instalado.		
	O01OB200	1,500 h	Oficial 1ª electricista	19,150	28,73
	O01OB220	1,500 h	Ayudante electricista	17,920	26,88
	P26SP095	1,000 u	Prog.elect.intemperie 12estac. c/transf.	360,390	360,39
		3,000 %	Costes indirectos	416,000	12,48
			Precio total por u .		428,48

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
3 Instalación de riego				
3.1 Instalación de riego enterrada				
3.1.1 Movimiento de tierras				
3.1.1.1	030101A	m3	Excavación en zanjas, en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	
	O01OA070	0,130 h	Peón ordinario	21,88
	M05RN020	0,200 h	Retrocargadora neumáticos 75 CV	6,01
		3,000 %	Costes indirectos	0,25
			Precio total por m3 .	8,44
3.1.1.2	030101B	m3	Relleno, extendido y compactado de tierras propias en zanjas, por medios manuales, con pisón compactador manual tipo rana, en tongadas de 30 cm de espesor, sin aporte de tierras, incluso regado de las mismas, y con p.p. de medios auxiliares.	
	O01OA070	1,300 h	Peón ordinario	21,84
	M08RI010	0,750 h	Pisón vibrante 70 kg.	2,40
	P01DW050	1,000 m3	Agua	1,27
		3,000 %	Costes indirectos	0,77
			Precio total por m3 .	26,28
3.1.3	030102A	m	Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm2, de 50 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.	
	O01OB180	0,042 h	Oficial 2ª fontanero calefactor	0,76
	O01OB195	0,042 h	Ayudante fontanero	0,75
	P26TVP220	1,000 m	Tub.PVC liso j.peg. PN6 DN=50mm	2,40
	P02CVW020	0,004 l	Limpiador tubos PVC	0,05
	P02CVW030	0,008 kg	Adhesivo tubos PVC junta pegada	0,14
		3,000 %	Costes indirectos	0,12
			Precio total por m .	4,22
3.1.4	030102B	m	Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm2, de 75 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.	
	O01OB180	0,050 h	Oficial 2ª fontanero calefactor	0,91
	O01OB195	0,050 h	Ayudante fontanero	0,90
	P26TVP130	1,000 m	Tub.PVC liso j.peg. PN6 DN=75mm	3,44
	P02CVW020	0,009 l	Limpiador tubos PVC	0,12
	P02CVW030	0,018 kg	Adhesivo tubos PVC junta pegada	0,32
		3,000 %	Costes indirectos	0,17
			Precio total por m .	5,86

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
3.1.5	030102C	m	Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm2, de 90 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.		
	O01OB180	0,060 h	Oficial 2ª fontanero calefactor	18,170	1,09
	O01OB195	0,060 h	Ayudante fontanero	17,920	1,08
	P26TVP135	1,000 m	Tub.PVC liso j.peg. PN6 DN=90mm	4,870	4,87
	P02CVW020	0,013 l	Limpiador tubos PVC	13,460	0,17
	P02CVW030	0,025 kg	Adhesivo tubos PVC junta pegada	17,830	0,45
		3,000 %	Costes indirectos	7,660	0,23
			Precio total por m .		7,89
3.1.6	030102D	m	Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm2, de 110 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.		
	O01OB180	0,065 h	Oficial 2ª fontanero calefactor	18,170	1,18
	O01OB195	0,065 h	Ayudante fontanero	17,920	1,16
	P02CVW020	0,019 l	Limpiador tubos PVC	13,460	0,26
	P02CVW030	0,038 kg	Adhesivo tubos PVC junta pegada	17,830	0,68
	P26TVP240A	1,000 m	Tub.PVC liso j.peg. PN6 DN=110	10,320	10,32
		3,000 %	Costes indirectos	13,600	0,41
			Precio total por m .		14,01
3.1.7	030102E	m	Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm2, de 140 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.		
	O01OB195	0,065 h	Ayudante fontanero	17,920	1,16
	P02CVW020	0,019 l	Limpiador tubos PVC	13,460	0,26
	P02CVW030	0,038 kg	Adhesivo tubos PVC junta pegada	17,830	0,68
	O01OB180	0,065 h	Oficial 2ª fontanero calefactor	18,170	1,18
	P26TVP240e	1,000 m	Tub.PVC liso j.peg. PN6 DN=140	12,640	12,64
		3,000 %	Costes indirectos	15,920	0,48
			Precio total por m .		16,40

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
3.1.8	030102F	m	Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm2, de 160 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.	
	O01OB195	0,065 h	Ayudante fontanero	17,920
	P02CVW020	0,019 l	Limpiador tubos PVC	13,460
	P02CVW030	0,038 kg	Adhesivo tubos PVC junta pegada	17,830
	O01OB180	0,065 h	Oficial 2ª fontanero calefactor	18,170
	O01OB180i	1,000 m	Tub.PVC liso j.peg. PN6 DN=160	14,920
		3,000 %	Costes indirectos	18,200
			Precio total por m .	18,75
3.1.9	030102G	u	Electroválvula de PVC para una tensión de 24 V. con apertura manual y regulación de caudal, con conexión de 3 1/2", completamente instalada sin i/pequeño material.	
	O01OB170	0,125 h	Oficial 1ª fontanero calefactor	19,950
	O01OB200	0,020 h	Oficial 1ª electricista	19,150
	O01OB195	0,125 h	Ayudante fontanero	17,920
	P26SV085b	1,000 u	Electrov. PVC reguladora caudal 3 1/2"	68,050
		3,000 %	Costes indirectos	73,160
			Precio total por u .	75,35
3.1.10	030102H	m	Línea eléctrica de cobre de 7x1,5 mm2, 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.	
	O01OB200	0,045 h	Oficial 1ª electricista	19,150
	O01OB220	0,065 h	Ayudante electricista	17,920
	P26SL062	1,000 m	Línea eléctrica p/electrovál. 7x1,5mm2	1,980
	P26SL060	11,000 u	Conector 3 cables 1,5 mm2	1,420
		3,000 %	Costes indirectos	19,620
			Precio total por m .	20,21
3.1.11	030102I	u	Válvula metálica reguladora de presión, con manómetro incorporado, de 1", colocada en redes de riego, completamente instalada.	
	O01OB170	0,350 h	Oficial 1ª fontanero calefactor	19,950
	O01OB180	0,350 h	Oficial 2ª fontanero calefactor	18,170
	P26VR131	1,000 u	Válv.regul pres.c/manóm. D=1"	123,350
		3,000 %	Costes indirectos	136,690
			Precio total por u .	140,79

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
3.1.12	030102J	u	Arqueta de plástico de planta rectangular para la instalación de 1 electroválvula y/o accesorios de riego, i/arreglo de las tierras, instalada.		
	O01OA070	0,200 h	Peón ordinario	16,800	3,36
	P26QA010	1,000 u	Arqueta rect.plást. 1 válv.c/tapa	12,020	12,02
		3,000 %	Costes indirectos	15,380	0,46
			Precio total por u .		15,84
3.2 Instalación de riego superficial					
3.2.1	0302A	m	Instalación de ramales portagoteros, realizado con tubería de polietileno de baja densidad de 16 mm de diámetro, así como conexión a la tubería general de alimentación del sector de riego, incluso piezas pequeñas de unión, sin incluir tubería general de alimentación ni los automatismos y controles.		
	O01OB170	0,010 h	Oficial 1ª fontanero calefactor	19,950	0,20
	P26TPB006	1,000 m	Tub.polietileno BD PE40 PN4 DN=16mm	0,200	0,20
		3,000 %	Costes indirectos	0,400	0,01
			Precio total por m .		0,41
3.2.2	0302B	u	Gotero de pinchar autocompensante de 2 litros/hora, colocado sobre tubería, i/perforación manual de la línea para su instalación.		
	O01OB170	0,005 h	Oficial 1ª fontanero calefactor	19,950	0,10
	P26RG010	1,000 u	Gotero pinchar autocomp. 2 l/h	0,180	0,18
		3,000 %	Costes indirectos	0,280	0,01
			Precio total por u .		0,29
4 Instalación eléctrica					
4.1	0400A	u	Regleta de superficie de 2x36 W. AF con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa de acero de 0,7 mm., pintado con pintura epoxi poliéster y secado al horno, sistema de anclaje formado por chapa galvanizada sujeta con tornillos incorporados, equipo eléctrico formado por reactancias, condensador, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes trifosforo nueva generación y bornes de conexión. Instalada, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.		
	O01OB200	0,300 h	Oficial 1ª electricista	19,150	5,75
	O01OB220	0,300 h	Ayudante electricista	17,920	5,38
	P16BA040	1,000 u	Regleta de superficie 2x36 W. AF	34,380	34,38
	P16CC090	2,000 u	Tubo flu.trifósf.36 W./827-830-840-865	4,310	8,62
	P01DW090	1,000 m	Pequeño material	1,350	1,35
		3,000 %	Costes indirectos	55,480	1,66
			Precio total por u .		57,14

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
4.2	0400B	u	Bloque autónomo de emergencia (diámetro 40mm) IP20 IK04. Enrasado techo, de 200 lúm con fuente de luz LED. Altura de colocación de 2,2 a 5m. Luminaria formada por tres módulos independientes: conjunto óptico, sistema electrónico y baterías. Conjunto óptico formado por un reflector en material sintético pintado en diferentes colores y dos opciones de lente: evacuación y antipánico. Sistema electrónico y baterías alojadas en módulos de material sintético, unidos por fuelles flexibles de EPDM. Autonomía de 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd. Opción de telemando. Construido según normas: EN 60598-2-22, EN 60598-1, EN 1838, CE, 2006/95/CE, 2004/108/CE, 2002/95/CE RoHS, 2002/96/CE.		
	O01OB200	0,600 h	Oficial 1ª electricista	19,150	11,49
	P16EDM010	1,000 u	Bl.Aut.Emerg.Daisalux Izar N30	112,110	112,11
	P01DW090	1,000 m	Pequeño material	1,350	1,35
		3,000 %	Costes indirectos	124,950	3,75
			Precio total por u .		128,70
4.3	0400C	u	Proyector con 34 LED de alto brillo equipado con sistema que permite ajustar fácilmente la apertura del haz durante su funcionamiento (haz medio). Construido con carcasa, marco frontal y cubierta posterior de aluminio inyectado a alta presión (IP66), y vidrio extra blanco templado. LED con temperatura de color neutra y 50.000 horas de vida útil. Instalado incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.		
	O01OB200	1,000 h	Oficial 1ª electricista	19,150	19,15
	P16AB520	1,000 u	Proyector 34 LED NW haz ajustable	882,000	882,00
	P01DW090	1,000 m	Pequeño material	1,350	1,35
		3,000 %	Costes indirectos	902,500	27,08
			Precio total por u .		929,58
4.4	0400D	u	Gastos de tramitación y control administrativo de instalación de baja tensión, en instalaciones que requieren proyecto.		
	P15T015	1,000 u	Tramitación y control administr. instalac. BT c/proy.	107,250	107,25
		3,000 %	Costes indirectos	107,250	3,22
			Precio total por u .		110,47
4.5	0400E	u	Inspección inicial por un Organismo de Control Autorizado (O.C.A), por potencia instalada en kW, en local mojado con una potencia instalada superior a 25 Kw; según REBT, ITC-BT-05. (Precio por Kw contratado).		
	P15T035	1,000 u	Inspec.O.C.A. local mojado P>25 Kw / pot. KW	9,440	9,44
		3,000 %	Costes indirectos	9,440	0,28
			Precio total por u .		9,72

Nº	Código	Ud	Descripción	Total	
4.6	0400F	u	Centro de transformación intemperie, trifásico, en baño de aceite UNESA 5201-D, según normas UNE 20.138, de 25 KVA. de potencia para una tensión nominal de 18 KV./380, compuesto por apoyo metálico galvanizado 12C-2000, armado e izado, cruceta metálica galvanizada CH-300, base fusible XS, 24 KV.-100 A., instalada, cadena de aisladores 3 elementos completa, aislador 1503, pararrayos autoválvula de 10 KA.-17,5 KV., interruptor tetrapolar 160 A. para protección de trafo B.T. con cortacircuitos de 100 A., protección antiescalo para apoyo metálico, pica toma de tierra para neutro y autoválvulas, cable de cobre 1x50 mm2, aislamiento 0,6/1 KV. para neutro y autoválvulas, anillo equipotencial con cable de cobre desnudo de 50 mm2 y electrodo toma de tierra de 1,5 m., bastidor metálico para soporte trafo hasta 50 KVA., apertura de hoyo en tierra y hormigonado para apoyo metálico, basamento de hormigón de 3x3x0,20 m. con mallazo para corriente paso y contacto, cable de cobre de 3,5x25 mm2 aislamiento 0,6/1 KV., grapado sobre apoyo, terminal bimetálico de cobre de 1x25 mm2, tubo de acero galvanizado de 48, armario para contadores, contadores trifásicos de activa y reactiva y bancada de ladrillo enfoscado de cemento para anclaje del armario de medida.		
	O01OB200	12,000 h	Oficial 1ª electricista	19,150	229,80
	O01OB220	12,000 h	Ayudante electricista	17,920	215,04
	M02GE170	3,000 h	Grúa telescópica s/camión 20 t	55,140	165,42
	P15BC020	1,000 u	Transf.baño aceite 25 KVA-20kV Unesa	3.845,790	3.845,79
	P15AH150	1,000 u	Apoyo C-2000 h=12 m. celosia	1.064,800	1.064,80
	P15CA070	3,000 u	Base fusible XS 24kV.-100A.	256,680	770,04
	P15AH330	3,000 u	Elemento aislador vidrio rotura 40 KN	16,000	48,00
	P15AC120	3,000 u	Pararrayos (autoválv.) 18 Kv 10 KA oxido zinc	82,500	247,50
	P15FV020	1,000 u	Interruptor tetrapolar 160 A.	126,840	126,84
	P15AH300	1,000 u	Prot.antiescalo apoyo cruceta	150,900	150,90
	P27SA055	6,000 u	Pica t.t. neutro y autoválvulas	11,830	70,98
	P23PC010	20,000 m	Cable cobre 50 mm2	9,010	180,20
	P15EB020	10,000 m	Conduc cobre desnudo 50 mm2	5,820	58,20
	P15EA030	6,000 u	Electrodo toma de tierra 1,5 m.	11,120	66,72
	P15AH310	1,000 u	Bastidor met.soporte trafo 100kVA torre	200,000	200,00
	E02PM020	1,800 m3	EXCAVACIÓN POZOS A MÁQUINA T.FLOJOS	17,970	32,35
	E04CMM090	1,800 m3	HORMIGÓN HA-25/P/40/Ila CIM. V. MANUAL	99,960	179,93
	E05HLA060	1,800 m3	HA-25/P/20 ENCOFRADO MADERA LOSAS (100 kg/m3)	323,600	582,48
	P15AD045	10,000 m	Cond.aisla. RV-k 0,6-1kV 3,5x25 mm2 Cu	14,080	140,80
	P15AC170	12,000 u	Terminal bimetálico 1x25mm2 tubular	0,460	5,52
	P17GS070	3,000 m	Tubo acero galvanizado 2" DN50 mm	26,520	79,56
	P15CI040	1,000 u	Armario poliéster 1000x750 mm	685,780	685,78
	E07LP030	1,200 m2	FÁB.LADRILLO PERFORADO 7cm 1P. INTERIOR MORTERO M-5	34,440	41,33

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
	E08PFA010	2,700 m2	ENFOSCADO BUENA VISTA CSIII-W1 VERTICAL	9,750	26,33
	P15DC030	1,000 u	Contador trifas. reacti 90 A	344,320	344,32
	P15DC020	1,000 u	Contador trifas. activa 90 A	315,090	315,09
		3,000 %	Costes indirectos	9.873,720	296,21
			Precio total por u .		10.169,93
4.7	0400G	m	Red de toma de tierra de estructura, realizada con cable de cobre desnudo de 35 mm2, uniéndolo mediante soldadura aluminotérmica a la armadura de cada zapata, incluyendo parte proporcional de pica, registro de comprobación y puente de prueba. Según REBT, ITC-BT-18 e ITC-BT-26.		
	O01OB200	0,100 h	Oficial 1ª electricista	19,150	1,92
	O01OB220	0,100 h	Ayudante electricista	17,920	1,79
	P15EB010	1,000 m	Conduc cobre desnudo 35 mm2	3,660	3,66
	P15AH430	1,000 u	p.p. pequeño material para instalación	1,400	1,40
		3,000 %	Costes indirectos	8,770	0,26
			Precio total por m .		9,03
4.8	0400H	m	Línea general de alimentación aerea trifásica posada sobre fachada, formada por conductores de aluminio aislados con polietileno reticulado (XLPE), en haz de espiral RZ Al 3x16mm2 y 1x29,5mm2 almelec, con aislamiento 0,6/1Kv, fijada a la fachada mediante abrazadera de acero con tornillo autoroscante plastificada resistente a las acciones de la intemperie. Totalmente instalado y conexionado; según REBT, ITC-BT-11 e ITC-BT-06.		
	O01OB200	0,150 h	Oficial 1ª electricista	19,150	2,87
	O01OB210	0,150 h	Oficial 2ª electricista	17,920	2,69
	P15AJ030b	1,000 m	Cond. RZ Al 0,6/1 kV 3x16 mm2 + 1x29,5 mm2 almelec	5,180	5,18
	P15AH395	3,000 u	Abrazadera de acero con tornillo autoroscante SAF-25	0,540	1,62
	P15AH430	0,200 u	p.p. pequeño material para instalación	1,400	0,28
		3,000 %	Costes indirectos	12,640	0,38
			Precio total por m .		13,02

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
4.9	0400I	m	Derivación individual (DI) enterrada trifásica aérea, formada por multiconductores de cobre aislados, RZ1-K (AS) 5x16 mm2 + 1x1,5 mm2 de hilo de mando color rojo, para una tensión nominal 0,6/1 kV, no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, instalado sobre fiador de acero tensado. Totalmente instalado y conexionado; según REBT, ITC-BT-15 y ITC-BT-07.		
	O01OB200	0,100 h	Oficial 1ª electricista	19,150	1,92
	O01OB210	0,100 h	Oficial 2ª electricista	17,920	1,79
	P15AX060	1,000 m	Multicond.ais.RZ1-k(AS) 0,6-1kV 5x16 + 1x1,5 mm2 Cu	37,850	37,85
	P03AAG040	2,982 kg	Alambre galvanizado plastificado	1,990	5,93
	P15AH430	0,200 u	p.p. pequeño material para instalación	1,400	0,28
		3,000 %	Costes indirectos	47,770	1,43
			Precio total por m .		49,20
4.10	0400J	u	Cuadro general de mando y protección, formado por caja empotrable de doble aislamiento con puerta con grado de protección IP40-IK08, de 36 elementos, perfil omega, embarrado de protección, 1 IGA de corte omnipolar (IGA) 200A (4P), 1 interruptor diferencial de 225A/4P/300mA y 4 PIAS de corte omnipolar: 1 de 80A (4P) para la bomba, 1 de 50A (4P) para el circuito de fuerza y 1 de 16A (I+N) para alumbrado. Instalado, conexionado y rotulado; según REBT.		
	O01OB200	1,000 h	Oficial 1ª electricista	19,150	19,15
	P15FH120	1,000 u	Caja con puerta opaca 36 ele.	84,630	84,63
	P15FK260	1,000 u	PIA 4x200A, 6/35kA curva C	159,600	159,60
	P15FJ110	1,000 u	Diferencial 225A/4P/300mA tipo AC	260,180	260,18
	P15FK020	3,000 u	PIA (I+N) 50A, 6/35kA curva C	49,500	148,50
	P15FK030	1,000 u	PIA (I+N) 16A, 6/35kA curva C	50,490	50,49
	P15FK250	1,000 u	PIA 4x25A, 80/35kA curva C	137,100	137,10
	P15AH430	1,000 u	p.p. pequeño material para instalación	1,400	1,40
		3,000 %	Costes indirectos	861,050	25,83
			Precio total por u .		886,88

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
4.11	0400K	m	Circuito eléctrico formado por conductores unipolares de cobre aislados H07V-K 3x1,5 mm², para una tensión nominal de 450/750V, realizado con tubo PVC rígido M25/gp75 montado en superficie, en sistema monofásico (fase, neutro y protección), incluido p.p./ de cajas de registro y regletas de conexión. Instalación y conexionado; según REBT, ITC-BT-25.		
	O01OB200	0,100 h	Oficial 1ª electricista	19,150	1,92
	O01OB210	0,100 h	Oficial 2ª electricista	17,920	1,79
	P15GA010	3,000 m	Cond. H07V-K 750V 1x1,5 mm ² Cu	0,830	2,49
	P15GD110	1,000 m	Tubo PVC rígido M 25/gp7 gris	1,530	1,53
	P15GD160	0,400 u	p.p. uniones, accesorios y abrazaderas	1,240	0,50
	P15GK270	0,200 u	p.p. cajas de registro y regletas de conexión	1,500	0,30
		3,000 %	Costes indirectos	8,530	0,26
			Precio total por m .		8,79
4.12	0400L	m	Circuito eléctrico formado por conductores unipolares de cobre aislados H07V-K 3x4 mm², para una tensión nominal de 450/750V, realizado con tubo PVC rígido M25/gp75 montado en superficie, en sistema monofásico (fase, neutro y protección), incluido p.p./ de cajas de registro y regletas de conexión. Instalación y conexionado; según REBT.		
	O01OB200	0,100 h	Oficial 1ª electricista	19,150	1,92
	O01OB210	0,100 h	Oficial 2ª electricista	17,920	1,79
	P15GA030	3,000 m	Cond. H07V-K 750V 1x4 mm ² Cu	2,080	6,24
	P15GD110	1,000 m	Tubo PVC rígido M 25/gp7 gris	1,530	1,53
	P15GD160	0,400 u	p.p. uniones, accesorios y abrazaderas	1,240	0,50
	P15GK270	0,200 u	p.p. cajas de registro y regletas de conexión	1,500	0,30
		3,000 %	Costes indirectos	12,280	0,37
			Precio total por m .		12,65
4.13	0400M	m	Circuito eléctrico formado por conductores unipolares de cobre aislados H07V-K 5x4 mm², para una tensión nominal de 450/750V, realizado con tubo PVC rígido M25/gp75 montado en superficie, en sistema trifásico (tres fases, neutro y protección), incluido p.p./ de cajas de registro y regletas de conexión. Instalación y conexionado; según REBT.		
	O01OB200	0,120 h	Oficial 1ª electricista	19,150	2,30
	O01OB210	0,120 h	Oficial 2ª electricista	17,920	2,15
	P15GD160	0,400 u	p.p. uniones, accesorios y abrazaderas	1,240	0,50
	P15GD110	1,000 m	Tubo PVC rígido M 25/gp7 gris	1,530	1,53
	P15GA030	5,000 m	Cond. H07V-K 750V 1x4 mm ² Cu	2,080	10,40
	P15GK270	0,200 u	p.p. cajas de registro y regletas de conexión	1,500	0,30
		3,000 %	Costes indirectos	17,180	0,52
			Precio total por m .		17,70

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
4.14	0400N	u	Batería automática de condensadores de 7,5 kVAr de capacidad, constituida por dos tramos de 2,5 y 5 kVAr, respectivamente. Completamente instalada.	
	0400NN	1,000 u	Batería automática de condensadores de 7,5 kVAr	848,540
		3,000 %	Costes indirectos	848,540
			Precio total por u .	874,00
5 Plantación				
5.1 Actuaciones previas				
5.1.1	0501A	Ha	Estercolado de fondo en terreno suelto, con aportación de 81 t/ha de estiércol de vacuno bien hecho, extendido con medios mecánicos.	
	O01OB285	2,000 h	Peón ordinario agroforestal	11,150
	M10PT060	2,000 h	Tractor agrícola de 140 CV	32,540
	M07AC010	2,000 h	Remolque estercolador	3,670
	P28DA040	81,000 t	Estiércol vacuno	10,910
		3,000 %	Costes indirectos	978,430
			Precio total por Ha .	1.007,78
5.1.2	0501B	Ha	Labor de desfonde con tractor agrícola de 140 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.	
	M10PT060	3,000 h	Tractor agrícola de 140 CV	32,540
	M10PW020	3,000 h	Arado de desfonde monosurco	3,860
	O01OB285	3,000 h	Peón ordinario agroforestal	11,150
		3,000 %	Costes indirectos	142,650
			Precio total por Ha .	146,93
5.1.3	0501C	Ha	Abonado de la tierra vegetal con sulfato potásico de 50% de riqueza de K2O, siendo la dosis de 543 kg./Ha, realizado con abonadora centrífuga de 1000 l. de capacidad, arrastrada por un tractor neumático de 140 CV.	
	O01OB286	0,065 h	Peón especializado agroforestal	17,630
	M10PT040	0,260 h	Tractor agrícola 140 CV	20,070
	M10AN010	0,260 h	Abonadora centrífuga 1000 L	15,050
	P28DF015	543,000 kg	Sulfato potásico 50% K2O	1,500
		3,000 %	Costes indirectos	824,780
			Precio total por Ha .	849,52
5.1.4	0501D	Ha	Laboreo mecánico de terreno de consistencia media o floja, comprendiendo dos pases cruzados de cultivador suspendido ligero de 15 brazos.	
	O01OA060	2,200 h	Peón especializado	16,640
	M10PT010	2,200 h	Tractor agrícola 140 CV c/ cultivador	36,420
		3,000 %	Costes indirectos	116,730
			Precio total por Ha .	120,23

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
5.1.5	0501E	Ha	Unidad de replanteo por hectarea con equipo topográfico compuesto por topógrafo y ayudante, con estación total, jalones, cuerdas y medios auxiliares		
	O01OC520	0,670 h	Topógrafo	35,100	23,52
		3,000 %	Costes indirectos	23,520	0,71
			Precio total por Ha .		24,23
5.2 Plantación					
5.2.2	0502B	u	Almendo de variedad Mardía injertada sobre Rootpac 40 de un año de injerto. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado..		
	P28EC105	1,000 u	PRUNUS DULCIS MARDÍA+ROOTPAC 40, 1 AÑO INJERTO	6,570	6,57
		3,000 %	Costes indirectos	6,570	0,20
			Precio total por u .		6,77
5.2.3	0502C	u	Almendo de variedad Penta injertada sobre Rootpac 40 de un año de injerto. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado.		
	P28EC106	1,000 u	PRUNUS DULCIS PENTA+ROOTPAC 40, 1 AÑO INJERTO	6,570	6,57
		3,000 %	Costes indirectos	6,570	0,20
			Precio total por u .		6,77
5.2.4	0502D	Ha	Plantación con arado plantador y tractor agrícola de 140 CV, distancia entre plantones de 5 m, anchura entre líneas de árboles de 6 m. Nudo de injerto 4 cm por encima del nivel del suelo. i/pp de remolque y tractor auxiliar.		
	O01OA060	4,000 h	Peón especializado	16,640	66,56
	M10PT010b	4,000 h	Tractor agrícola 140 CV c/ arado plantador	36,420	145,68
		3,000 %	Costes indirectos	212,240	6,37
			Precio total por Ha .		218,61
5.4	0503A	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.		
	O01OB270	0,020 h	Oficial 1ª jardinería	18,800	0,38
	O01OB280	0,020 h	Peón jardinería	16,530	0,33
	P28PF145	1,000 u	Tubo protector polipropil.h=60cm	0,730	0,73
		3,000 %	Costes indirectos	1,440	0,04
			Precio total por u .		1,48

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
5.5	0503B	u	Entutorado de plantas jóvenes con tutor de bambú de 1,50 m. de altura y 22/24 mm. de diámetro, hincado 40 cm. en el terreno y atado de la planta con aros de macarrón plástico cada 30 cm.		
	O01OB270	0,010 h	Oficial 1ª jardinería	18,800	0,19
	O01OB280	0,010 h	Peón jardinería	16,530	0,17
	P28PF010	1,000 u	Kit tutor arbustos bambú h=1,5 m	0,350	0,35
		3,000 %	Costes indirectos	0,710	0,02
			Precio total por u .		0,73
5.6	0503C	Ha	Revisión general de las plantas, colocando bien las que se hallen en mala posición		
	O01OB285	4,000 h	Peón ordinario agroforestal	11,150	44,60
		3,000 %	Costes indirectos	44,600	1,34
			Precio total por Ha .		45,94
5.7	0503D	Ha	Poda de plantación, rebajando los plantones a una altura de 1,10 m.		
	O01OB286	6,000 h	Peón especializado agroforestal	17,630	105,78
		3,000 %	Costes indirectos	105,780	3,17
			Precio total por Ha .		108,95
6 Maquinaria y equipos					
6.1	0600A	ud	Atomizador neumático arrastrado 2.000 l de capacidad, con sistema de aplicación mediante boquillas de chorro cónico y deflectores verticales.		
	0600AA	1,000 ud	ATOMIZADOR NEUMÁTICO ARRASTRADO DE 2000 L	4.459,510	4.459,51
		3,000 %	Costes indirectos	4.459,510	133,79
			Precio total por ud .		4.593,30
6.2	0600B	ud	Pulverizador hidráulico de 600 l de capacidad y dispuesto de boquillas de chorro en abanico para tratamientos herbicidas.		
	0600BB	1,000 ud	PULVERIZADOR HIDRÁULICO DE 600 L	3.159,360	3.159,36
		3,000 %	Costes indirectos	3.159,360	94,78
			Precio total por ud .		3.254,14
6.3	0600C	ud	Tractor agrícola de 110 CV de potencia nominal.		
	0600CC	1,000 ud	Tractor agrícola de 110 CV	54.783,180	54.783,18
		3,000 %	Costes indirectos	54.783,180	1.643,50
			Precio total por ud .		56.426,68
6.4	0600D	ud	Equipo de poda neumático arrastrado, con todos los utensilios necesarios, incluidas 6 tijeras neumáticas.		
	0600DD	1,000 ud	Equipo de poda neumático arrastrado	1.856,000	1.856,00
		3,000 %	Costes indirectos	1.856,000	55,68
			Precio total por ud .		1.911,68

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
6.5	0600E	ud	Desbrozadora-trituradora para restos de poda 165 de 28 martillos.		
	0600EE	1,000 ud	Trituradora-desbrozadora	1.843,000	1.843,00
		3,000 %	Costes indirectos	1.843,000	55,29
			Precio total por ud .		1.898,29

ANEJO XI: ESTUDIO ECONÓMICO

ÍNDICE ANEJO XI

1. Introducción	1
2. Criterios de rentabilidad	1
3. Inversión	1
4. Ingresos	2
4.1. Cobros ordinarios	2
4.1.1. Venta de la cosecha	2
4.1.2. Ayudas PAC	2
4.2. Cobros extraordinarios	3
5. Pagos	4
5.1. Pagos ordinarios	4
5.2. Pagos extraordinarios	9
6. Financiación	10
6.1. Financiación propia	10
6.2. Financiación ajena	12
7. Análisis de sensibilidad	15
8. Conclusiones	17

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuantía de la inversión inicial (resumen del presupuesto) _____	1
Tabla 2. Venta de la cosecha _____	2
Tabla 3. Cobros extraordinarios _____	3
Tabla 4. Pagos ordinarios en el año 1 _____	4
Tabla 5. Pagos ordinarios en el año 2 _____	4
Tabla 6. Pagos ordinarios en el año 3 _____	5
Tabla 7. Pagos ordinarios en el año 4 _____	5
Tabla 8. Pagos ordinarios en el año 5 _____	6
Tabla 9. Pagos ordinarios en el año 6 _____	6
Tabla 10. Pagos ordinarios en el año 7 _____	7
Tabla 11. Pagos ordinarios en el año 8 _____	7
Tabla 12. Pagos ordinarios en el año 9 y siguientes (años impares) _____	8
Tabla 13. Pagos ordinarios en el año 9 y siguientes (años pares) _____	8
Tabla 14. Resumen de tratamientos fitosanitarios _____	9
Tabla 15. Pagos extraordinarios _____	9
Tabla 16. Variación del IPC en España en el período 2006-2015 _____	10
Tabla 16. Flujos de caja considerando financiación propia _____	10
Tabla 17. Flujos anuales (incluyendo inversión) para financiación propia ____	11
Tabla 18. Indicadores de rentabilidad para financiación propia _____	11
Tabla 19. Anualidades del préstamo _____	13
Tabla 20. Flujos de caja considerando financiación ajena _____	13
Tabla 21. Flujos anuales (incluyendo inversión) para financiación ajena ____	13
Tabla 22. Indicadores de rentabilidad para financiación ajena _____	14

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Variación de los flujos anuales con financiación propia _____	12
Gráfico 2. Relación Van y tasa de actualización con financiación propia ____	12
Gráfico 3. Variación de los flujos anuales con financiación ajena _____	15
Gráfico 4. Relación Van y tasa de actualización con financiación ajena ____	15
Gráfico 5. Resultados del análisis de sensibilidad con financiación propia ____	16
Gráfico 6. Resultados del análisis de sensibilidad con financiación ajena ____	17

1. Introducción

El objetivo del presente anejo es determinar la rentabilidad de la inversión en el proyecto. Los parámetros que definen una inversión son los siguientes:

- **Pago de la inversión (K).** Es el número de unidades monetarias que el inversor debe desembolsar para conseguir que el proyecto empiece a funcionar como tal.
- **Vida útil de proyecto (n).** Es el número de años estimados durante los cuales la inversión genera rendimientos.
- **Flujo de caja (Ri).** Resultados de efectuar la diferencia entre cobros y pagos, ya sean estos ordinarios o extraordinarios, en cada uno de los años de la vida del proyecto.

2. Criterios de rentabilidad

Los parámetros anteriores se aplican a los siguientes métodos de evaluación:

- **Valor actual neto (VAN).** Indica la ganancia o la rentabilidad neta generada por el proyecto. Se puede describir como la diferencia entre lo que el inversor da a la inversión (K) y lo que la inversión devuelve al inversor (Rj). Cuando un proyecto tiene un VAN mayor que cero, se dice que para el interés elegido resulta viable desde el punto de vista financiero. Se calcula mediante la expresión:

$$VAN = -K + R_i \cdot x \cdot \frac{(1+i)^n - 1}{i \cdot (1+i)^n}$$

- **Relación beneficio/inversión (Q).** Mide el cociente entre el VAN y la cifra de inversión (K). Indica la ganancia neta generada por el proyecto por cada unidad monetaria invertida. A mayor Q más interesa la inversión.

$$Q = VAN/K$$

- **Plazo de recuperación.** Es el número de años que transcurren entre el inicio del proyecto hasta que la suma de los cobros actualizados se hace exactamente igual a la suma de los pagos actualizados. La inversión es más interesante cuanto más reducido sea su plazo de recuperación.
- **Tasa interna de rentabilidad (TIR).** Tipo de interés que haría que el VAN fuera nulo. Para que la inversión sea rentable, este valor debe de ser mayor al tipo de interés del mercado.

3. Inversión

En la Tabla 1 se muestra la cuantía de la inversión inicial desglosada por capítulos, que se corresponde con el resumen del presupuesto, como se puede ver en el Documento 5. Presupuesto.

Tabla 1. Cuantía de la inversión inicial (resumen del presupuesto)

Capítulo	Importe (€)
1 Caseta de riego	6.702,92
2 Cabezal de riego	20.061,33
3 Instalación de riego	232.470,94
4 Instalación eléctrica	14.530,03
5 Plantación	202.864,55

Tabla 1 (Cont.). Cuantía de la inversión inicial (resumen del presupuesto)

Capítulo	Importe (€)	
6 Maquinaria y equipos	68.084,09	
7 Seguridad y salud	3.665,67	
Presupuesto de ejecución material (PEM)	548.379,53	
16% de gastos generales	87.740,72	
6% de beneficio industrial	32.902,77	
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)	669.023,03	
Honorarios		
Proyecto	2% s/ PEM	10.967,59
Dirección de obra	2% s/ PEM	10.967,59
Estudio de seguridad y salud	1% s/ PEM	5.483,80
Coordinación de seguridad y salud	1% s/ PEM	5.483,80
		701.925,81

Para la evaluación financiera se considera el presupuesto general sin IVA, pues es un concepto deducible. El presupuesto general sin IVA asciende a 701.925,81 €.

Se considerará para la evaluación económica que la vida útil de la plantación, las construcciones y las instalaciones será de 25 años. La vida útil de la maquinaria dependerá de las características de cada equipo.

4. Ingresos

4.1. Cobros ordinarios

4.1.1. Venta de la cosecha

Los cobros ordinarios son los derivados de la venta de la cosecha. Se considerará la venta de toda la producción a precio medio de mercado.

Tabla 2. Venta de la cosecha

Año	Producción almendra con cáscara (kg/ha)	Precio (€/kg)	Importe (38,9 ha)
4	1500	1,3	75.855 €
5	3000	1,3	151.710 €
6	4500	1,3	227.565 €
7	6000	1,3	303.420 €
8	7000	1,3	353.990 €
9	7500	1,3	379.275 €

4.1.2. Ayudas PAC

La cuantía anual total de las ayudas PAC que percibirá la explotación está formada por los tres conceptos siguientes:

- **Pago básico.** Se corresponde con el pago que percibe actualmente el arrendatario, que asciende a 128 €/ha.

- **Pago verde.** Los cultivos permanentes, como el almendro, cumplen automáticamente con la condicionalidad de *greening*. Se prevé que la ayuda percibida por este concepto sea de 50 €/ha.
- **Ayudas acopladas.** El cultivo del almendro tiene una ayuda acoplada de 120,75 €/ha.

El importe total de la ayuda es el siguiente:

$$\text{Ayudas PAC} = (128 + 50 + 120,75) \text{ €/ha} \cdot 38,9 \text{ ha} = 11621,38 \text{ €/año}$$

4.2. Cobros extraordinarios

Los cobros extraordinarios derivan de la venta de los inmovilizados tras su vida útil, y son iguales al valor residual. El valor de cada uno de ellos al final de su vida útil se determina mediante la siguiente fórmula:

$$V_f = V_0 - \left(\frac{N \cdot (V_0 - V_r)}{n} \right)$$

Donde:

- **V_f**: valor final del inmovilizado en el año n de la plantación.
- **V₀**: valor inicial del inmovilizado.
- **V_r**: valor residual del inmovilizado, que se considera como un 15 % del valor inicial o de adquisición.
- **N**: número de años transcurridos desde la última reposición.
- **n**: vida útil del inmovilizado, en años.

En la Tabla 3 se muestra el desglose de los cobros extraordinarios de la plantación en proyecto.

Tabla 3. Cobros extraordinarios

Inmovilizado	V ₀	Año de compra	n	Momento de reposición	V _r	V _f
Tractor 110 CV	56426,68	1	15	15	8464,00	24451,56
Atomizador	4593,30	1	10	11 y 21	689,00	3031,58
Trituradora-desbrozadora	1898,29	1	10	11 y 21	284,74	1252,87
Pulverizador	3254,14	1	10	11 y 21	488,12	2147,73
Equipo de poda	1911,68	4	10	11 y 21	286,75	1261,71
Gotos	13428,16	1	10	11 y 21	0,00	8056,90
Sistema de riego	252532,27	1	25	-	0,00	212127,11
Caseta de riego	6702,92	1	25	-	0,00	5630,45

Así mismo, se considera cobro extraordinario el préstamo que se solicitará al comienzo del proyecto. En el apartado 6. Financiación se detallan las condiciones de la financiación ajena.

5. Pagos

5.1. Pagos ordinarios

En las Tablas 4 y siguientes se muestran los pagos ordinarios que se originan cada año.

Tabla 4. Pagos ordinarios en el año 1

Clase	Concepto	Consumo anual	Precio unitario	Total pagos (€)
Energía y lubricantes	Carburantes	29684,59	0,634 €/L	18820,03
	Lubricantes	29,37	2,29 €/L	67,28
	Potencia contratada	20 kW	25,60 €/kW·año	512,00
	Consumo eléctrico	1762,65	0,13 €/kWh	229,14
	Alquiler equipos medida	12	2,79 €/mes	33,48
Fitosanitarios*		1	8884,36 €	8884,36
Mano de obra	Encargado explotación	1	16000,00 €/año	16000,00
	Peón especializado	66 h	10,00 €/h	660,00
Seguros e impuestos	Seguro tractor	1	74,00 €/año	74,00
	IBI	38,9	40 €/ha	1556,00
	Canon agua	38,9	100 €/ha	3890,00
Conservación y mantenimiento	Instalaciones	1	4106,48 €/año	4106,48
	Maquinaria	1	1021,26 €/año	1021,26
TOTAL				55854,03

Tabla 5. Pagos ordinarios en el año 2

Clase	Concepto	Consumo anual	Precio unitario	Total pagos (€)
Energía y lubricantes	Carburantes	28941,60	0,634 €/L	18348,97
	Lubricantes	58,51	2,29 €/L	133,99
	Potencia contratada	20 kW	25,60 €/kW·año	512,00
	Consumo eléctrico	2635,65	0,13 €/kWh	342,63
	Alquiler equipos medida	12	2,79 €/mes	33,48
Fitosanitarios*		1	9371,39 €	9371,39
Mano de obra	Encargado explotación	1	16000,00 €/año	16000,00
	Peón especializado	66 h	10,00 €/h	660,00
Seguros e impuestos	Seguro tractor	1	74,00 €/año	74,00
	IBI	38,9	40 €/ha	1556,00
	Canon agua	38,9	100 €/ha	3890,00
Conservación y mantenimiento	Instalaciones	1	4106,48 €/año	4106,48
	Maquinaria	1	1021,26 €/año	1021,26
TOTAL				56050,2

Tabla 6. Pagos ordinarios en el año 3

Clase	Concepto	Consumo anual	Precio unitario	Total pagos (€)
Energía y lubricantes	Carburantes	28941,60	0,634 €/L	18348,97
	Lubricantes	58,51	2,29 €/L	133,99
	Potencia contratada	20 kW	25,60 €/kW·año	512,00
	Consumo eléctrico	3514,44	0,13 €/kWh	456,88
	Alquiler equipos medida	12	2,79 €/mes	33,48
Fitosanitarios*		1	9371,39 €	9371,39
Mano de obra	Encargado explotación	1	16000,00 €/año	16000,00
	Peón especializado	108 h	10,00 €/h	1080,00
Seguros e impuestos	Seguro tractor	1	74,00 €/año	74,00
	IBI	38,9	40 €/ha	1556,00
Conservación y mantenimiento	Canon agua	38,9	100 €/ha	3890,00
	Instalaciones	1	4106,48 €/año	4106,48
	Maquinaria	1	1021,26 €/año	1021,26
TOTAL				56584,45

Tabla 7. Pagos ordinarios en el año 4

Clase	Concepto	Consumo anual	Precio unitario	Total pagos (€)
Energía y lubricantes	Carburantes	28941,60	0,634 €/L	18348,97
	Lubricantes	58,51	2,29 €/L	133,99
	Potencia contratada	20 kW	25,60 €/kW·año	512,00
	Consumo eléctrico	4407,81	0,13 €/kWh	573,02
	Alquiler equipos medida	12	2,79 €/mes	33,48
Fertilizantes y fitosanitarios	N-32	9239,14	0,17 €/L	1570,65
	P-52	972,50	1,29 €/L	1254,53
	K-32	5470,90	1,46 €/L	7987,51
	Fitosanitarios*	1	9371,39 €	9371,39
Mano de obra	Encargado explotación	1	16000,00 €/año	16000,00
	Peón especializado	120 h	10,00 €/h	1200,00
Cosecha	Labor contratada	38,9 ha	170 €/ha	6613,00
Seguros e impuestos	Seguro tractor	1	74,00 €/año	74,00
	IBI	38,9	40 €/ha	1556,00
	Canon agua	38,9	100 €/ha	3890,00
Conservación y mantenimiento	Instalaciones	1	4106,48 €/año	4106,48
	Maquinaria	1	1021,26 €/año	1021,26
TOTAL				74246,28

Tabla 8. Pagos ordinarios en el año 5

Clase	Concepto	Consumo anual	Precio unitario	Total pagos (€)
Energía y lubricantes	Carburantes	28941,60	0,634 €/L	18348,97
	Lubricantes	58,51	2,29 €/L	133,99
	Potencia contratada	20 kW	25,60 €/kW·año	512,00
	Consumo eléctrico	5293,17	0,13 €/kWh	688,11
	Alquiler equipos medida	12	2,79 €/mes	33,48
Fertilizantes y fitosanitarios	N-32	13615,00	0,17 €/L	2314,55
	P-52	972,50	1,29 €/L	1254,53
	K-32	5470,90	1,46 €/L	7987,51
	Fitosanitarios*	1	9371,39 €	9371,39
Mano de obra	Encargado explotación	1	16000,00 €/año	16000,00
Cosecha	Labor contratada	38,9 ha	170 €/ha	6613,00
Seguros e impuestos	Seguro tractor	1	74,00 €/año	74,00
	IBI	38,9	40 €/ha	1556,00
	Canon agua	38,9	100 €/ha	3890,00
Conservación y mantenimiento	Instalaciones	1	4106,48 €/año	4106,48
	Maquinaria	1	1021,26 €/año	1021,26
TOTAL				73905,27

Tabla 9. Pagos ordinarios en el año 6

Clase	Concepto	Consumo anual	Precio unitario	Total pagos (€)
Energía y lubricantes	Carburantes	28941,60	0,634 €/L	18348,97
	Lubricantes	58,51	2,29 €/L	133,99
	Potencia contratada	20 kW	25,60 €/kW·año	512,00
	Consumo eléctrico	6172,31	0,13 €/kWh	802,40
	Alquiler equipos medida	12	2,79 €/mes	33,48
Fertilizantes y fitosanitarios	N-32	17869,88	0,17 €/L	3037,88
	P-52	1196,56	1,29 €/L	1543,56
	K-32	5714,02	1,46 €/L	8342,47
	Fitosanitarios*	1	9371,39 €	9371,39
Mano de obra	Encargado explotación	1	16000,00 €/año	16000,00
	Peón especializado	96 h	10,00 €/h	960,00
Cosecha	Labor contratada	38,9 ha	170 €/ha	6613,00
Seguros e impuestos	Seguro tractor	1	74,00 €/año	74,00
	IBI	38,9	40 €/ha	1556,00
	Canon agua	38,9	100 €/ha	3890,00
Conservación y mantenimiento	Instalaciones	1	4106,48 €/año	4106,48
	Maquinaria	1	1021,26 €/año	1021,26
TOTAL				76346,88

Tabla 10. Pagos ordinarios en el año 7

Clase	Concepto	Consumo anual	Precio unitario	Total pagos (€)
Energía y lubricantes	Carburantes	28941,60	0,634 €/L	18348,97
	Lubricantes	58,51	2,29 €/L	133,99
	Potencia contratada	20 kW	25,60 €/kW·año	512,00
	Consumo eléctrico	7052,15	0,13 €/kWh	916,78
	Alquiler equipos medida	12	2,79 €/mes	33,48
Fertilizantes y fitosanitarios	N-32	22246,52	0,17 €/L	3781,90
	P-52	1421,80	1,29 €/L	1834,12
	K-32	10333,79	1,46 €/L	15087,33
	Fitosanitarios*	1	9371,39 €	9371,39
Mano de obra	Encargado explotación	1	16000,00 €/año	16000,00
Cosecha	Labor contratada	38,9 ha	170 €/ha	6613,00
Seguros e impuestos	Seguro tractor	1	74,00 €/año	74,00
	IBI	38,9	40 €/ha	1556,00
	Canon agua	38,9	100 €/ha	3890,00
Conservación y mantenimiento	Instalaciones	1	4106,48 €/año	4106,48
	Maquinaria	1	1021,26 €/año	1021,26
TOTAL				83280,7

Tabla 11. Pagos ordinarios en el año 8

Clase	Concepto	Consumo anual	Precio unitario	Total pagos (€)
Energía y lubricantes	Carburantes	28941,60	0,634 €/L	18348,97
	Lubricantes	58,51	2,29 €/L	133,99
	Potencia contratada	20 kW	25,60 €/kW·año	512,00
	Consumo eléctrico	7931,29	0,13 €/kWh	1031,07
	Alquiler equipos medida	12	2,79 €/mes	33,48
Fertilizantes y fitosanitarios	N-32	25042,65	0,17 €/L	4257,25
	P-52	1645,47	1,29 €/L	2122,66
	K-32	12642,11	1,46 €/L	18457,48
	Fitosanitarios*	1	9371,39 €	9371,39
Mano de obra	Encargado explotación	1	16000,00 €/año	16000,00
	Peón especializado	96 h	10,00 €/h	960,00
Cosecha	Labor contratada	38,9 ha	170 €/ha	6613,00
Seguros e impuestos	Seguro tractor	1	74,00 €/año	74,00
	IBI	38,9	40 €/ha	1556,00
	Canon agua	38,9	100 €/ha	3890,00
Conservación y mantenimiento	Instalaciones	1	4106,48 €/año	4106,48
	Maquinaria	1	1021,26 €/año	1021,26
TOTAL				88489,03

Tabla 12. Pagos ordinarios en el año 9 y siguientes (años impares)

Clase	Concepto	Consumo anual	Precio unitario	Total pagos (€)
Energía y lubricantes	Carburantes	28941,60	0,634 €/L	18348,97
	Lubricantes	58,51	2,29 €/L	133,99
	Potencia contratada	20 kW	25,60 €/kW·año	512,00
	Consumo eléctrico	8810,79	0,13 €/kWh	1145,40
	Alquiler equipos medida	12	2,79 €/mes	33,48
Fertilizantes y fitosanitarios	N-32	26501,01	0,17 €/L	4505,17
	P-52	1795,24	1,29 €/L	2315,86
	K-32	15073,75	1,46 €/L	22007,68
	Fitosanitarios*	1	9371,39 €	9371,39
Mano de obra	Encargado explotación	1	16000,00 €/año	16000,00
Cosecha	Labor contratada	38,9 ha	170 €/ha	6613,00
Seguros e impuestos	Seguro tractor	1	74,00 €/año	74,00
	IBI	38,9	40 €/ha	1556,00
	Canon agua	38,9	100 €/ha	3890,00
Conservación y mantenimiento	Instalaciones	1	4106,48 €/año	4106,48
	Maquinaria	1	1021,26 €/año	1021,26
TOTAL				91634,68

Tabla 13. Pagos ordinarios en el año 9 y siguientes (años pares)

Clase	Concepto	Consumo anual	Precio unitario	Total pagos (€)
Energía y lubricantes	Carburantes	28941,60	0,634 €/L	18348,97
	Lubricantes	58,51	2,29 €/L	133,99
	Potencia contratada	20 kW	25,60 €/kW·año	512,00
	Consumo eléctrico	8810,79	0,13 €/kWh	1145,40
	Alquiler equipos medida	12	2,79 €/mes	33,48
Fertilizantes y fitosanitarios	N-32	26501,01	0,17 €/L	4505,17
	P-52	1795,24	1,29 €/L	2315,86
	K-32	15073,75	1,46 €/L	22007,68
	Fitosanitarios*	1	9371,39 €	9371,39
Mano de obra	Encargado explotación	1	16000,00 €/año	16000,00
	Peón especializado	96 h	10,00 €/h	960,00
Cosecha	Labor contratada	38,9 ha	170 €/ha	6613,00
Seguros e impuestos	Seguro tractor	1	74,00 €/año	74,00
	IBI	38,9	40 €/ha	1556,00
	Canon agua	38,9	100 €/ha	3890,00
Conservación y mantenimiento	Instalaciones	1	4106,48 €/año	4106,48
	Maquinaria	1	1021,26 €/año	1021,26
TOTAL				92594,68

A continuación, en la Tabla 14, 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 9371,39 €. El año 1 se realiza un tratamiento menos de Glifosato, por lo que el coste total anual del año 1 es de 8884,36 €.

Tabla 14. Resumen de tratamientos fitosanitarios

Materia activa	Dosis	Cantidad total	Precio unitario	Importe (€)
ACEITE DE PARAFINA (CAS 8042-47-5) 83% [EC] P/V	1 L/ha	38,9 L	2,75 €/L	106,98
ZIRAM 76% [WG] P/P	0,25-0,35 %	116,70 kg	8,93 €/kg	1042,13
LAMBDA CIHALOTRIN 1,5% [CS] P/V	1,3 L/ha	50,57 L	18,60 €/L	940,60
TAU-FLUVALINATO 10% [EW] P/V	0,025-0,05 %	11,67 L	125,13 €/L	1460,27
TEBUCONAZOL 25% [WG] P/P (ESP.)	0,5 kg/ha	19,45 kg	15 €/L	291,75
ACETAMIPRID 20% [SG] P/P	25 g/hl	9,73 kg	107,24 €/kg	1043,45
IMIDACLOPRID 20% [SL] P/V	0,5 L/ha	19,45 L	18,17 €/L	353,41
DELTAMETRIN 10% [EC] P/V	0,075-0,125 L/ha	35,01 L	40,70 €/L	1424,91
CAPTAN 80% [WG] P/P	0,15-0,25 %	77,80 kg	8,30 €/L	645,74
Oxicloruro de cobre	0,4 kg/ha	15,56	7,33 €/kg	114,05
GLIFOSATO 36% (SAL ISOPROPILAMINA) [SL] P/V	4 L/ha	622,40 L	3,13 €/L	1948,11
TOTAL				9371,39

5.2. Pagos extraordinarios

Los pagos extraordinarios son los originados por la reposición de la maquinaria y las instalaciones al final de su vida útil. Además, también se consideran pagos extraordinarios las cuotas del préstamo solicitado y la cuantía fraccionada de la inversión inicial, que se detallan en el apartado 6. Financiación. En la Tabla 15 se pueden observar los pagos extraordinarios de cada año.

Tabla 15. Pagos extraordinarios

Año	Concepto	Importe
0	Inversión inicial	701.925,81
15	Tractor 110 CV	56426,68
11 y 21	Atomizador	4593,30
11 y 21	Trituradora-desbrozadora	1898,29
11 y 21	Pulverizador	3254,14
11 y 21	Equipo de poda	1911,68
11 y 21	Goteros	13428,16

6. Financiación

Para el cálculo de los criterios de rentabilidad se van a tener en cuenta una serie de factores factores: la inflación, la tasa de incremento de cobros, la tasa de incremento de pagos, la tasa mínima de actualización y el tanto por ciento de incremento de dicha tasa.

La tasa de inflación se calcula a partir del IPC. EN la Tabla 16 se muestra la variación del IPC en España entre los años 2002 y 2015.

Tabla 16. Variación del IPC en España en el período 2006-2015

2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Tasa de inflación
3,5	2,8	4,1	-0,3	1,8	3,2	2,4	1,4	-0,2	-0,5	1,82

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 %.

Se va a considerar una tasa mínima de actualización del 2,12 % y un incremento del 0,5 %.

6.1. Financiación propia

En la Tabla 16 se puede observar los pagos y los cobros, tanto ordinarios como extraordinarios, así como los flujos de caja generados a lo largo de la vida del proyecto, considerando financiación propia.

Tabla 16. Flujos de caja considerando financiación propia

Año	Cobros		Pagos		Flujo inicial	Flujos de caja
	Ordinarios	Extraordinarios	Ordinarios	Extraordinarios		
1	11.621,38	0,00	55.854,03	0,00	6.768,60	-51.001,25
2	11.621,38	0,00	56.050,20	0,00	6.768,60	-51.197,42
3	11.621,38	0,00	56.584,45	0,00	6.768,60	-51.731,67
4	87.476,38	0,00	74.246,28	0,00	6.768,60	23.966,50
5	163.331,38	0,00	73.905,27	0,00	6.768,60	117.667,51
6	239.186,38	0,00	76.346,88	0,00	6.768,60	208.585,90
7	315.041,38	0,00	83.280,70	0,00	6.768,60	295.012,08
8	365.611,38	0,00	88.489,03	0,00	6.768,60	352.043,75
9	390.896,38	0,00	91.634,68	0,00	6.768,60	380.018,10
10	390.896,38	0,00	92.594,68	0,00	6.768,60	379.058,10
11	390.896,38	15.750,79	91.634,68	25.085,57	6.768,60	370.683,32
12	390.896,38	0,00	92.594,68	0,00	6.768,60	379.058,10
13	390.896,38	0,00	91.634,68	0,00	6.768,60	380.018,10
14	390.896,38	0,00	92.594,68	0,00	6.768,60	379.058,10
15	390.896,38	24.451,56	91.634,68	56.426,68	6.768,60	348.042,98
16	390.896,38	0,00	92.594,68	0,00	6.768,60	379.058,10
17	390.896,38	0,00	91.634,68	0,00	6.768,60	380.018,10
18	390.896,38	0,00	92.594,68	0,00	6.768,60	379.058,10
19	390.896,38	0,00	91.634,68	0,00	6.768,60	380.018,10
20	390.896,38	0,00	92.594,68	0,00	6.768,60	379.058,10
21	390.896,38	15.750,79	91.634,68	25.085,57	6.768,60	370.683,32
22	390.896,38	0,00	92.594,68	0,00	6.768,60	379.058,10
23	390.896,38	0,00	91.634,68	0,00	6.768,60	380.018,10
24	390.896,38	0,00	92.594,68	0,00	6.768,60	379.058,10
25	390.896,38	217.757,56	91.634,68	0,00	6.768,60	597.775,66

En la Tabla 17 se pueden observar los flujos de caja anuales considerando la inflación.

Tabla 17. Flujos anuales (incluyendo inversión) para financiación propia

Año	Valor nominal	Valor real según inflación	Año	Valor nominal	Valor real según inflación
Inicial	-701.925,81	-701.925,81	13	414.485,94	327.853,33
1	-51.441,92	-50.522,41	14	424.448,03	329.732,10
2	-52.086,49	-50.241,07	15	403.388,68	307.770,73
3	-53.090,08	-50.293,76	16	447.474,98	335.304,41
4	11.141,20	10.365,72	17	460.612,56	338.979,32
5	98.009,44	89.557,60	18	471.664,31	340.908,12
6	185.947,65	166.875,33	19	485.435,04	344.589,76
7	273.115,41	240.721,32	20	497.073,16	346.544,06
8	335.882,27	290.751,75	21	504.447,79	345.399,16
9	372.691,17	316.848,22	22	523.761,43	352.213,07
10	381.665,89	318.678,25	23	538.891,07	355.909,73
11	384.578,20	315.370,19	24	551.791,91	357.915,99
12	402.528,99	324.190,33	25	957.799,00	610.164,68

A continuación, en la Tabla 18, se muestran los indicaciones de rentabilidad considerando financiación propia. Se presentan la tasa de actualización, el Valor Actual Neto (VAN), el tiempo de recuperación y la relación beneficio/inversión (Q).

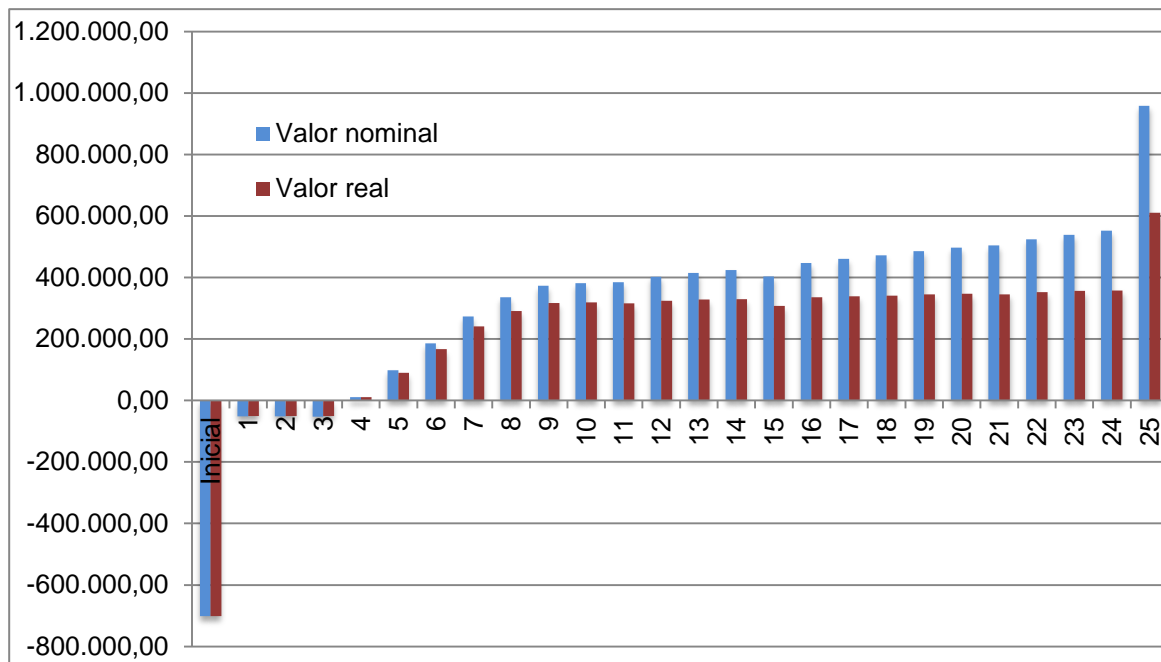
Tabla 18. Indicadores de rentabilidad para financiación propia

Tasa de act	VAN	T. recuperación	Q	Tasa de act.	VAN	T. recuperación	Q
1,00	4.914.430,24	9	7,00	8,50	1.179.027,28	11	1,68
1,50	4.481.824,42	9	6,39	9,00	1.059.716,94	11	1,51
2,00	4.087.907,08	9	5,82	9,50	949.289,78	12	1,35
2,50	3.728.803,43	9	5,31	10,00	846.982,86	12	1,21
3,00	3.401.060,66	9	4,85	10,50	752.106,19	12	1,07
3,50	3.101.598,89	9	4,42	11,00	664.035,15	13	0,95
4,00	2.827.668,10	10	4,03	11,50	582.203,78	13	0,83
4,50	2.576.810,36	10	3,67	12,00	506.098,78	13	0,72
5,00	2.346.826,59	10	3,34	12,50	435.254,17	14	0,62
5,50	2.135.747,38	10	3,04	13,00	369.246,51	14	0,53
6,00	1.941.807,20	10	2,77	13,50	307.690,68	15	0,44
6,50	1.763.421,76	10	2,51	14,00	250.236,09	16	0,36
7,00	1.599.167,97	10	2,28	14,50	196.563,28	17	0,28
7,50	1.447.766,32	11	2,06	15,00	146.380,87	18	0,21
8,00	1.308.065,23	11	1,86	15,50	99.422,91	19	0,14

La tasa interna de rendimiento (TIR) es del 16,68 %.

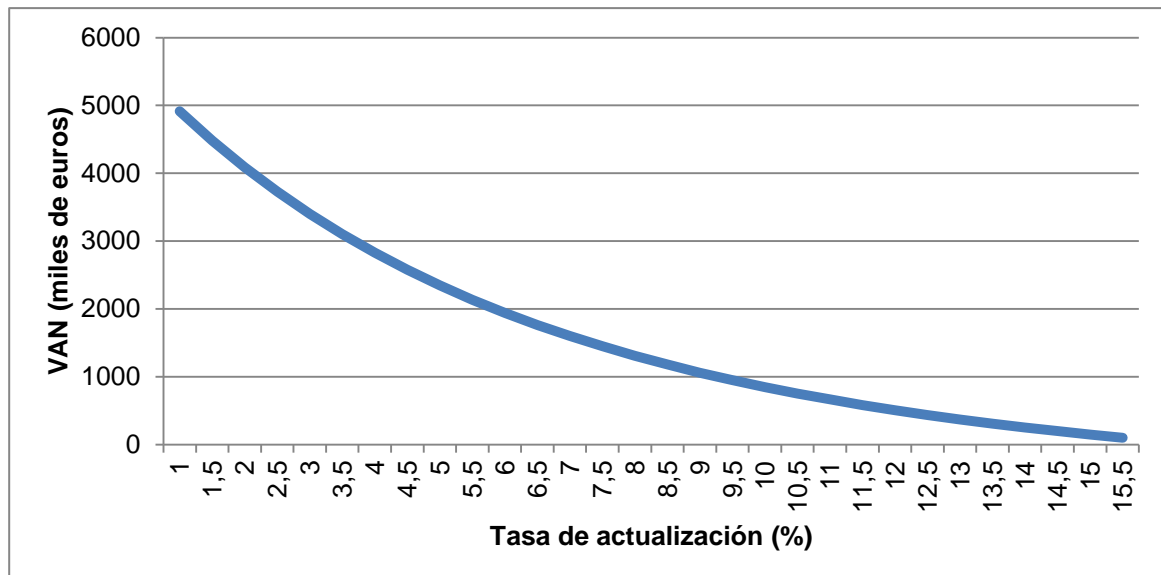
En el Gráfico 1 se muestra la variación de los flujos anuales considerando financiación propia.

Gráfico 1. Variación de los flujos anuales con financiación propia



En el Gráfico 2, que se muestra a continuación, se presenta la relación entre VAN y tasa de actualización considerando financiación propia.

Gráfico 2. Relación Van y tasa de actualización con financiación propia



6.2. Financiación ajena

La financiación del proyecto puede ser mixta, solicitando un préstamo que cubra aproximadamente el 50 % del capital invertido. Tras consultar varias entidades financieras, el préstamo concedido es de 350.000 €, con un tipo de interés de 7,03 %, un período de carencia de 2 años y un sistema anual de devolución de cuotas constantes.

La Tabla 19 presenta las anualidades del préstamo que debe pagar el promotor en cada uno de los años.

Tabla 19. Anualidades del préstamo

Año	1	2	3	4	5
Importe (€)	24.605,00	24.605,00	58.681,88	58.681,88	58.681,88

Año	6	7	8	9	10
Importe (€)	58.681,88	58.681,88	58.681,88	58.681,88	58.681,88

En la Tabla 20 se muestran los flujos de caja considerando financiación ajena.

Tabla 20. Flujos de caja considerando financiación ajena

Año	Cobros		Pagos		Flujo inicial	Flujos de caja
	Ordinarios	Extraordinarios	Ordinarios	Extraordinarios		
1	11.621,38	0,00	55.854,03	24.605,00	6.768,60	-75.606,25
2	11.621,38	0,00	56.050,20	24.605,00	6.768,60	-75.802,42
3	11.621,38	0,00	56.584,45	58.681,88	6.768,60	-110.413,55
4	87.476,38	0,00	74.246,28	58.681,88	6.768,60	-52.220,38
5	163.331,38	0,00	73.905,27	58.681,88	6.768,60	23.975,63
6	239.186,38	0,00	76.346,88	58.681,88	6.768,60	97.389,02
7	315.041,38	0,00	83.280,70	58.681,88	6.768,60	166.310,20
8	365.611,38	0,00	88.489,03	58.681,88	6.768,60	211.671,87
9	390.896,38	0,00	91.634,68	58.681,88	6.768,60	233.811,22
10	390.896,38	0,00	92.594,68	58.681,88	6.768,60	232.851,22
11	390.896,38	15.750,79	91.634,68	25.085,57	6.768,60	283.158,32
12	390.896,38	0,00	92.594,68	0,00	6.768,60	291.533,10
13	390.896,38	0,00	91.634,68	0,00	6.768,60	292.493,10
14	390.896,38	0,00	92.594,68	0,00	6.768,60	291.533,10
15	390.896,38	24.451,56	91.634,68	56.426,68	6.768,60	260.517,98
16	390.896,38	0,00	92.594,68	0,00	6.768,60	291.533,10
17	390.896,38	0,00	91.634,68	0,00	6.768,60	292.493,10
18	390.896,38	0,00	92.594,68	0,00	6.768,60	291.533,10
19	390.896,38	0,00	91.634,68	0,00	6.768,60	292.493,10
20	390.896,38	0,00	92.594,68	0,00	6.768,60	291.533,10
21	390.896,38	15.750,79	91.634,68	25.085,57	6.768,60	283.158,32
22	390.896,38	0,00	92.594,68	0,00	6.768,60	291.533,10
23	390.896,38	0,00	91.634,68	0,00	6.768,60	292.493,10
24	390.896,38	0,00	92.594,68	0,00	6.768,60	291.533,10
25	390.896,38	217.757,56	91.634,68	0,00	6.768,60	510.250,66

En la Tabla 21 se pueden observar los flujos de caja anuales considerando la inflación.

Tabla 21. Flujos anuales (incluyendo inversión) para financiación ajena

Año	Valor nominal	Valor real según inflación	Año	Valor nominal	Valor real según inflación
Inicial	-351.925,81	-351.925,81	13	414.485,94	327.853,33
1	-76.046,92	-74.687,60	14	424.448,03	329.732,10
2	-76.691,49	-73.974,32	15	403.388,68	307.770,73
3	-111.771,96	-105.884,79	16	447.474,98	335.304,41
4	-47.540,68	-44.231,64	17	460.612,56	338.979,32
5	39.327,56	35.936,15	18	471.664,31	340.908,12
6	127.265,77	114.212,35	19	485.435,04	344.589,76
7	214.433,53	188.999,67	20	497.073,16	346.544,06

Tabla 21 (Cont.). Flujos anuales (incluyendo inversión) para financiación ajena

Año	Valor nominal	Valor real según inflación	Año	Valor nominal	Valor real según inflación
8	277.200,39	239.954,61	21	504.447,79	345.399,16
9	314.009,29	266.959,06	22	523.761,43	352.213,07
10	322.984,01	269.680,84	23	538.891,07	355.909,73
11	384.578,20	315.370,19	24	551.791,91	357.915,99
12	402.528,99	324.190,33	25	957.799,00	610.164,68

A continuación, en la Tabla 22, se muestran los indicaciones de rentabilidad considerando financiación ajena. Se presentan la tasa de actualización, el Valor Actual Neto (VAN), el tiempo de recuperación y la relación beneficio/inversión (Q).

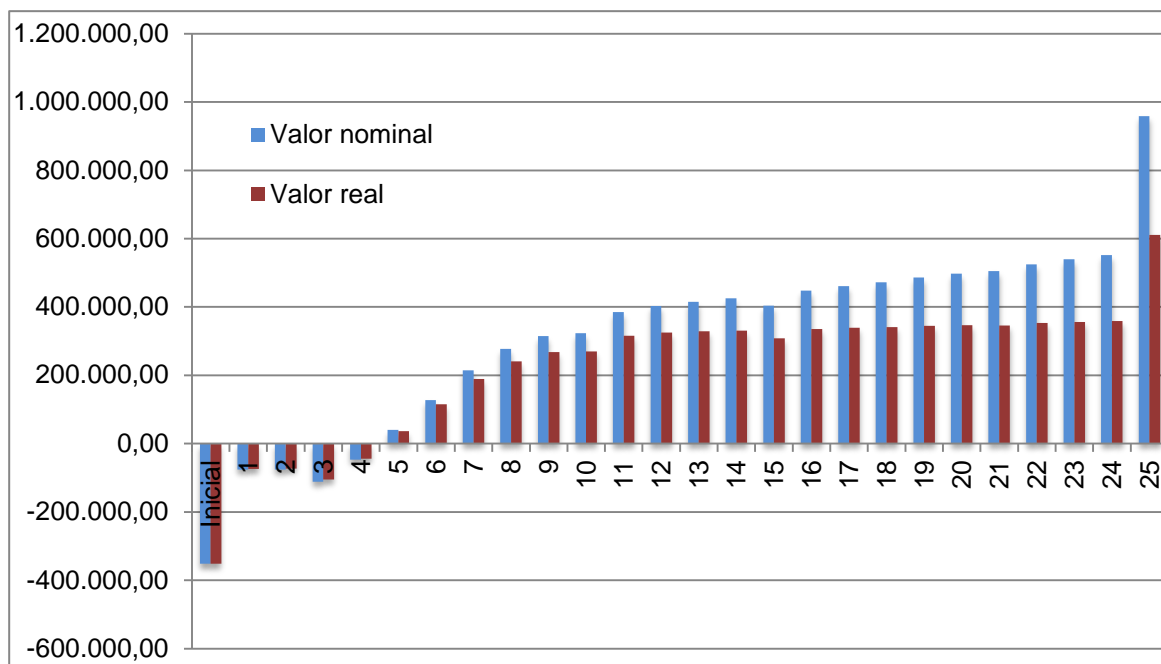
Tabla 22. Indicadores de rentabilidad para financiación ajena

Tasa de act	VAN	T. recuperación	Q	Tasa de act.	VAN	T. recuperación	Q
1,00	4.825.061,34	9	13,71	8,50	1.234.456,87	11	3,51
1,50	4.404.890,88	9	12,52	9,00	1.122.260,86	11	3,19
2,00	4.022.928,41	9	11,43	9,50	1.018.704,31	11	2,89
2,50	3.675.321,44	9	10,44	10,00	923.034,46	11	2,62
3,00	3.358.638,26	9	9,54	10,50	834.571,04	11	2,37
3,50	3.069.818,99	9	8,72	11,00	752.698,68	12	2,14
4,00	2.806.132,57	9	7,97	11,50	676.860,25	12	1,92
4,50	2.565.139,04	10	7,29	12,00	606.550,81	12	1,72
5,00	2.344.656,36	10	6,66	12,50	541.312,38	12	1,54
5,50	2.142.731,28	10	6,09	13,00	480.729,14	13	1,37
6,00	1.957.613,61	10	5,56	13,50	424.423,24	13	1,21
6,50	1.787.733,63	10	5,08	14,00	372.051,00	13	1,06
7,00	1.631.682,08	10	4,64	14,50	323.299,58	14	0,92
7,50	1.488.192,57	10	4,23	15,00	277.883,92	14	0,79
8,00	1.356.126,03	11	3,85	15,50	235.544,05	15	0,67

La tasa interna de rendimiento (TIR) es del 19,15%.

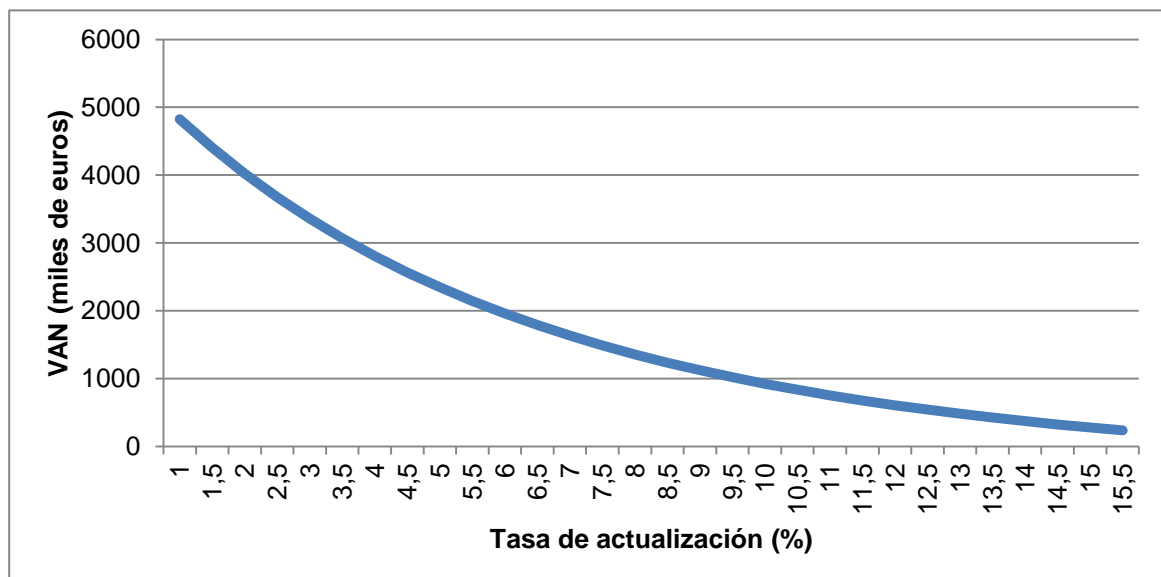
En el Gráfico 3 se muestra la variación de los flujos anuales considerando financiación ajena.

Gráfico 3. Variación de los flujos anuales con financiación ajena



En el Gráfico 4, que se muestra a continuación, se presenta la relación entre VAN y tasa de actualización considerando financiación ajena.

Gráfico 4. Relación Van y tasa de actualización con financiación ajena



7. Análisis de sensibilidad

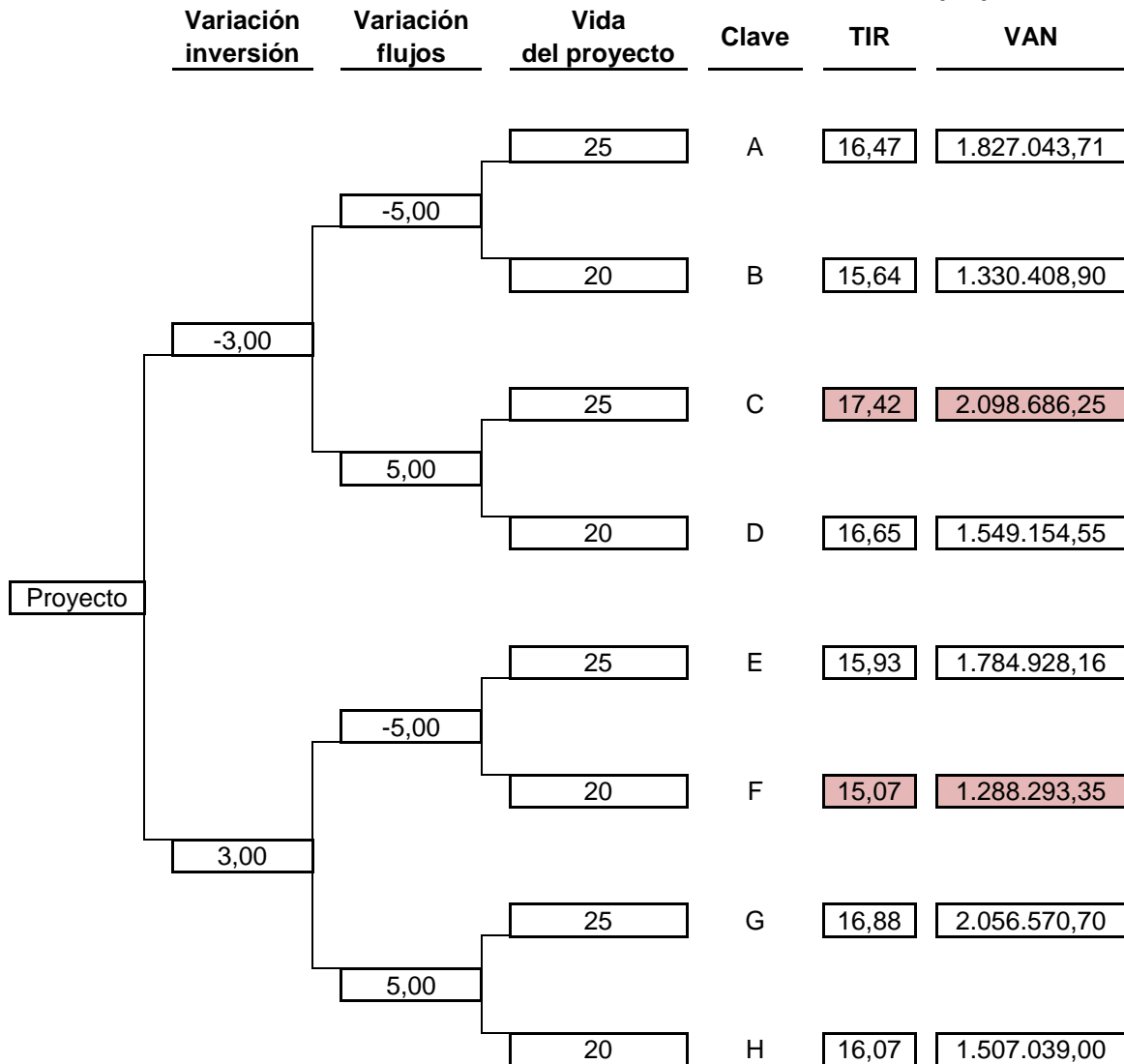
En el análisis de sensibilidad se considera la variación de la productividad y la variación de los costes representativos, de la siguiente forma:

- La variación sobre las cantidades estimadas inicialmente del pago de la inversión será de ± 3 %.

- La variación sobre las cantidades estimadas inicialmente de los flujos de caja será de ± 5 %.
- La duración mínima del proyecto será de 20 años.

En el Gráfico 5 se muestran las 8 combinaciones posibles considerando financiación propia, indicando su VAN y su TIR.

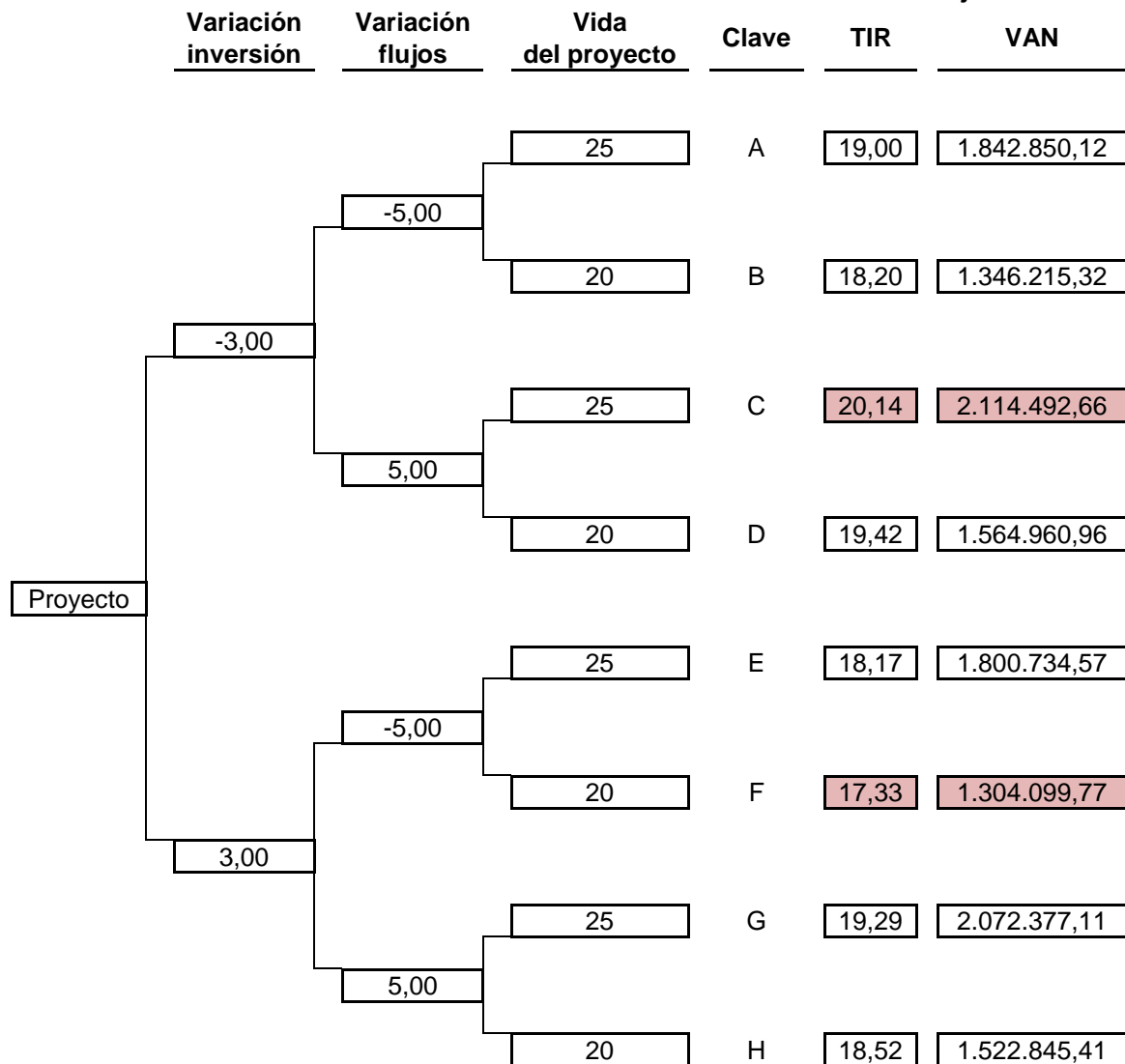
Gráfico 5. Resultados del análisis de sensibilidad con financiación propia



La situación más favorable es la C, con una TIR del 17,42 % y un VAN de 2.098.686,25 €. Por su parte, la situación más desfavorable es la F, con una TIR del 15,07 % y un VAN de 1.288.293,35 €.

En el Gráfico 6 se muestran las 8 combinaciones posibles considerando financiación ajena, indicando su VAN y su TIR.

Gráfico 6. Resultados del análisis de sensibilidad con financiación ajena



La situación más favorable es la C, con una TIR del 20,14 % y un VAN de 2.114.492,66 €. Por su parte, la situación más desfavorable es la F, con una TIR del 17,33 % y un VAN de 1.304.099,77 €.

8. Conclusiones

El VAN y la TIR son bastante elevados, considerando tanto financiación propia como ajena. La TIR, en ambos casos, es considerablemente superior a la tasa de actualización considerada. Por tanto, se cumplen las condiciones necesarias de viabilidad económica del proyecto.

El plazo de recuperación y la relación beneficio/inversión también muestran la viabilidad del proyecto.

Observando los resultados del análisis de sensibilidad se puede comprobar que el proyecto es viable incluso en la situación más desfavorable (aumento de los gastos un 3 %, disminución de los ingresos un 5 % y vida útil de 20 años), tanto con financiación propia como ajena.

ANEJO XII: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE ANEJO XII

1. Memoria	1
1.1. Identificación de las obras	1
1.2. Objeto del estudio	1
1.3. Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra	2
1.4. Análisis general de riesgos	3
1.4.1. Riesgos profesionales	3
1.4.1.1. En movimiento de tierras	3
1.4.1.2. En bases, rellenos, terraplenes, etc.	3
1.4.1.3. En hormigones	3
1.4.1.4. En soldaduras	4
1.4.1.5. Riesgos producidos por agentes atmosféricos	4
1.4.2. Riesgos de daños a terceros	4
1.5. Prevención de riesgos profesionales	4
1.5.1. Protecciones individuales	4
1.5.2. Protecciones colectivas	5
1.5.3. Medidas preventivas	7
1.5.4. Formación	11
1.5.5. Medicina preventiva y primeros auxilios	11
1.5.5.1. Botiquines	11
1.5.5.2. Asistencia a accidentados	12
1.5.5.3. Vigilancia de la salud	12
1.5.6. Servicios de higiene	13
1.6. Prevención de riesgos de daños a terceros	13
1.7. Prevención de riesgos en maquinaria, instalaciones provisionales y medios auxiliares	13
1.7.1. Maquinaria	13
1.7.1.1. Grúas autopropulsadas	13
1.7.1.2. Sierra circular eléctrica	14
1.7.1.3. Grupo de soldadura	15
1.7.1.4. Convertidores y vibradores eléctricos	15
1.7.1.5. Vibradores neumáticos	16
1.7.1.6. Compresores de aire	16
1.7.1.7. Martillo picador	16
1.7.1.8. Hormigonera eléctrica	17
1.7.1.9. Pala cargadora y retroexcavadora	17
1.7.1.10. Camiones basculantes	18
1.7.1.11. Herramientas manuales	18
1.7.2. Instalación eléctrica provisional	19
1.7.3. Medios auxiliares	22
1.7.3.1. Andamios	22
1.7.3.2. Encofrados	23
1.8. Disposiciones generales de seguridad y salud	23
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 _____	28
2.2.1. Coordinadores en material de seguridad y salud _____	28
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 _____	30
2.2.5. Seguros de responsabilidad civil y todo riesgo de construcción y montaje _____	31
2.2.6. Señalización de la obra _____	31
2.2.7. Instalaciones de higiene y bienestar _____	31
2.2.8. Formación e información a los trabajadores _____	32
2.2.9. Control de entrega de los equipos de protección individual _____	32
2.2.10. Normas para la certificación de elementos de seguridad _____	32
3. Mediciones _____	34
4. Presupuesto _____	39
4.1. Cuadro de precios Nº 1 _____	39
4.2. Cuadro de precios Nº 2 _____	41
4.3. Presupuesto general y resumen de presupuestos _____	46

1. Memoria

1.1. Identificación de las obras

El presente Estudio de Seguridad y Salud se realiza para el “Proyecto de plantación de 38,9 ha de almendro en regadío en el término municipal de Villaumbrales (Palencia)”. A continuación se muestran los datos básicos de proyecto:

- **Autor del proyecto:** Ignacio Prieto Tejedor
- **Emplazamiento:** Polígono 600, parcela 171. Villaumbrales (Palencia)
- **Promotor:** Ignacio Prieto Martínez
- **Presupuesto total del proyecto:** 849.330,20 €
- **Plazo de ejecución de las obras:** 311 días

1.2. Objeto del estudio

El Estudio de Seguridad y Salud establece las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

El Estudio de Seguridad y Salud sirve para dar unas directrices básicas a la empresa constructora para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, bajo el control de la dirección facultativa, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de edificación y obras públicas. El promotor está obligado a elaborar un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de obras en los que se den alguno de los supuestos siguientes:

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450759,08 €.
- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado anterior, el promotor está obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud.

El presente proyecto incluye la construcción de conducciones subterráneas en el sistema de riego, por lo que es obligatorio la redacción de un Estudio de Seguridad y Salud.

Según el mencionado Real Decreto, la empresa constructora de la obra está obligada a redactar un Plan de Seguridad y Salud adaptando este Estudio a sus medidas y métodos de ejecución. Dicho plan ha de incluir los medios humanos y materiales necesarios, así como la asignación de los recursos económicos precisos para la consecución de los objetivos propuestos, facilitando la mencionada labor de previsión, prevención y protección profesional, bajo el control de la Dirección Facultativa.

De acuerdo con la normativa mencionada, el Plan se debe someter antes del inicio de las obras a la aprobación del Coordinador en Materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, manteniéndose, después de su aprobación, una copia a su disposición.

El presente Estudio es de obligada presentación ante la autoridad laboral encargada de conceder la apertura del centro de trabajo, y debe estar a disposición permanente de la Inspección de Trabajo de la Seguridad Social.

Se considera en el presente Estudio:

- Preservar la integridad de los trabajadores y de todas las personas del entorno.
- La organización del trabajo tal que el riesgo sea mínimo.
- Determinar las instalaciones y útiles necesarios para la protección colectiva e individual del personal.
- Definir las instalaciones para la higiene y bienestar de los trabajadores.
- Establecer las normas de utilización de los elementos de seguridad.
- Proporcionar a los trabajadores los conocimientos necesarios para el uso correcto y seguro de los útiles de maquinaria que se les encomiende.
- El transporte del personal.
- Los trabajos con maquinaria ligera.
- Los primeros auxilios y evacuación de heridos.
- El servicio de prevención.
- Los delegados de prevención.

Igualmente, se implanta la obligatoriedad de la creación de un Libro de Incidencias, con toda la funcionalidad que el citado Real Decreto 1627/1997 le concede, siendo el Coordinador en Materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de las obras o, en su defecto, la Dirección Facultativa, el responsable del envío en un plazo de 24 horas de una copia de las notas que en él se escriban a la Inspección de Trabajo de la Seguridad Social. También se deben notificar las anotaciones en el libro al contratista y a los representantes de los trabajadores.

Es responsabilidad del contratista la ejecución de las medidas preventivas fijadas en el Plan y responde solidariamente de las consecuencias que se deriven de la no consideración de las medidas previstas por parte de los subcontratistas o similares, respecto a las no observaciones que fueren imputables a éstos.

La Inspección de Trabajo de la Seguridad Social puede comprobar, en cualquier momento, la ejecución correcta y concreta de las medidas previstas en el Plan de Seguridad y Salud de la obra, así como la Dirección Facultativa.

1.3. Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra

Los principios generales de aplicación son:

- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.

- La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.
- La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- La adaptación, en función de la evolución de la obra, del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre los contratistas, subcontratas y trabajadores autónomos.
- Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

1.4. Análisis general de riesgos

1.4.1. Riesgos profesionales

1.4.1.1. En movimiento de tierras

- Atropellos.
- Atrapamientos.
- Colisiones y vuelcos.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Desprendimientos.
- Interferencia con líneas de media tensión.
- Ruidos.
- Vibraciones.
- Proyección de partículas a los ojos.
- Polvo.

1.4.1.2. En bases, rellenos, terraplenes, etc.

- Atropellos por maquinaria y vehículos.
- Atrapamientos por maquinaria y vehículos.
- Colisiones y vuelcos.
- Caídas a distinto nivel.
- Salpicaduras.
- Polvo.
- Ruido.

1.4.1.3. En hormigones

- Caídas de personas al mismo y distinto nivel.
- Caída de materiales.

- Dermatitis por cemento.
- Cortes y golpes.
- Salpicaduras.
- Proyección de partículas a los ojos.
- Heridas producidas por objetos punzantes y cortantes.
- Atropellos por maquinas o vehículos.

1.4.1.4. En soldaduras

- Explosiones.
- Humos metálicos.
- Radiaciones.

1.4.1.5. Riesgos producidos por agentes atmosféricos

Riesgos eléctricos

- Interferencias con líneas de media tensión.
- Derivados de maquinaria, conducciones, etc. que utilicen o produzcan energía eléctrica en la obra.

Riesgos de incendios

- En almacenes, vehículos, encofrados de madera.

1.4.2. Riesgos de daños a terceros

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 ala posible circulación de personas ajenas una vez iniciados los trabajos.

1.5. Prevención de riesgos profesionales

1.5.1. Protecciones individuales

- **Protección de la cabeza:** Cascos para todas las personas que participan en la obra, incluidos los visitantes, gafas contra impacto y antipolvo, gafas para oxicorte, mascarillas antipolvo y protectores auditivos.
- **Protección de las extremidades:** Guantes de uso general, guantes de goma, guantes de soldador, guantes dieléctricos, manguitos de soldador, botas de agua, botas de seguridad de lona, botas de seguridad de cuero, botas dieléctricas y polainas de soldador.
- **Protección del cuerpo:** Monos o buzos, trajes de agua, prendas reflectantes y cinturón de seguridad.

1.5.2. 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 mm² de sección, la resistencia obtenida sea inferior a 20 Ω. Cada salida de alumbrado del cuadro general, se dotará de un interruptor diferencial de 30 mA de sensibilidad.

Análogamente, cada salida de fuerza del cuadro general, se dotará de un interruptor diferencial de 300 mA de sensibilidad.

- 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.

1.5.3. Medidas preventivas

A continuación se recogen, para las unidades de obra más representativas, las medidas que se deben disponer.

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 la misma 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 zanjashan 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 áreaspróximas como consecuencia de los mismos, 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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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: oficinas, almacenes, etc. 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.

1.5.4. 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.

1.5.5. 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.

1.5.5.1. 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.

1.5.5.2. 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.

1.5.5.3. 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.

1.5.6. 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 deberá 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

1.6. 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 señalizar los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma, colocándose, en su caso, los cerramientos necesarios.

1.7. Prevención de riesgos en maquinaria, instalaciones provisionales y medios auxiliares

1.7.1. Maquinaria

1.7.1.1. Grúas autopropulsadas

Riesgos más frecuentes

- Golpes de la carga.

- Rotura del cable estorbo.
- Falta de visibilidad.
- Caída de la carga.
- Caída o vuelco de la grúa.
- Atropellos.

Medios de protección

Protecciones personales:

- 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 automóbiles 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.

1.7.1.2. 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:

- Es obligatorio el uso del casco.
- El disco debe tener una protección.
- La transmisión motor-máquina debe tener una carcasa protectora.
- Se debe trabajar con mascarilla.
- La máquina se debe conectar a tierra a través del relé diferencial
- Los dientes del disco deben estar afilados.

Protecciones colectivas:

- La máquina debe disponer de un interruptor de marcha y parada.
- La zona de trabajo debe estar limpia.

- Las maderas que se utilicen deben estar desprovistas de clavos.
- En lugares cerrados, se debe trabajar preferentemente con instalación de extracción de aire.
- En el caso de usarla para cortar material cerámico, se debe disponer de un sistema de humidificación para evitar la formación de polvo.

1.7.1.3. Grupo de soldadura

Riesgos más frecuentes

- Quemaduras.
- Intoxicaciones.
- Descargas eléctricas.
- Lesiones en la vista.
- Caídas desde alturas.
- Golpes.

Medios de protección

Protecciones personales:

- 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.

1.7.1.4. 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.

1.7.1.5. 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.

1.7.1.6. 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.

1.7.1.7. 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.

1.7.1.8. 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.

1.7.1.9. 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.

1.7.1.10. 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.

1.7.1.11. 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 maquina se usará también protector auditivo, mascarillas, guantes de cuero, pantallas y protectores de disco.

Protecciones colectivas:

- Todas las máquinas eléctricas debe 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.

1.7.2. 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 debe 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 conexasionada a un cuadro principal o auxiliar debe disponer de manguera con hilo de tierra.

Protección contra contactos directos

Las medidas de protección son:

- Alejamiento de las partes activas de la instalación para evitar un contacto fortuito con las manos o por manipulación de objetos.
- Interposición de obstáculos que impidan el contacto accidental.
- Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de aislamiento apropiado que conserve sus propiedades con el paso del tiempo y que linde la corriente de contacto a un valor no superior a 1 mA.

Protección contra contactos indirectos

Se debe tener en cuenta:

- Instalaciones con tensión hasta 250 V con relación a la tierra. Con tensiones hasta de 50 V en medios secos y no conductores, o 24 V en medios húmedos o mojados, no es necesario sistema de protección alguno. Con tensiones superiores a 50 V, es necesario un sistema de protección.
- Instalaciones con tensiones superiores a 250 V con relación a la tierra. En todos los casos es necesario un sistema de protección, cualquiera que sea el medio.

Puesta a tierra de las masas

La puesta a tierra se define como toda ligazón metálica directa sin fusible de corte alguno, con objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones no haya diferencia de potencial peligrosa, y que al mismo tiempo permita el paso a tierra de descargas eléctricas de origen atmosférico.

Según las características del terreno se debe usar el electrodo apropiado de los tres tipos sancionados por la práctica. Se debe mantener una vigilancia y comprobación constante de las puestas a tierra.

Otras medidas de protección:

- Se deben extremar las medidas de seguridad en los emplazamientos cuya humedad relativa alcance o supere el 70% y en los locales mojados o con ambientes corrosivos.
- Todo conmutador, seccionador e interruptor debe estar protegido mediante carcasas o cajas metálicas.

- Cuando se produzca un incendio en una instalación eléctrica lo primero que debe hacerse es dejarla sin tensión.
- En caso de reparación de cualquier parte de la instalación se debe colocar un cartel visible con la inscripción "no meter tensión, personal trabajando".
- Siempre que sea posible se deben enterrar las líneas de conducción, protegiéndolas adecuadamente por medio de tubos que posean una resistencia tanto eléctrica como mecánica probada.

Señalización

Se deben colocar en lugares apropiados uno o varios avisos en los que:

- Se prohíba la entrada a las personas no autorizadas a los locales donde está instalado el equipo eléctrico.
- Se prohíba a las personas no autorizadas al manejo de los aparatos eléctricos.
- Se den instrucciones sobre las medidas que han de tomarse en caso de incendio
- Se den instrucciones para salvar a las personas que están en contacto con conductores de baja tensión y para reanimar a los que hayan sufrido un choque eléctrico.

Útiles eléctricos de mano

Las condiciones de utilización de cada material se deben ajustar a lo indicado por el fabricante en la placa de características o, en su defecto, a las indicaciones de tensión e intensidad que facilite el mismo, ya que la protección contra contactos indirectos puede no ser suficiente para cualquier tipo de condiciones ambientales, si no se utiliza el material dentro de los márgenes para los que ha sido proyectado.

Se debe verificar el aislamiento y protección que recubren a los conductores.

Las tomas de corriente prolongada y conectores se deben instalar de tal forma que las piezas desnudas bajo tensión no sean nunca accesibles durante la utilización del aparato.

Sólo se pueden utilizar lámparas portátiles manuales que están en perfecto estado y hayan sido concebidas a este efecto, según normas del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. El mango y el cesto protector de la lámpara debe ser de material aislante y el cable flexible de alimentación debe garantizar el suficiente aislamiento contra contactos eléctricos.

Las herramientas eléctricas portátiles como esmeriladoras, taladradoras, remachadoras y sierras deben llevar un aislamiento de Clase II.

Estas máquinas llevan en su placa de características dos cuadros concéntricos o inscritos uno en el otro y no deben ser puestas a tierra.

Almacenes

Los almacenes son locales cerrados, cobertizos y zonas al aire libre que albergan los materiales siguientes:

- Materiales de construcción.

- Materiales de montaje.
- Útiles y herramientas.
- Repuestos.
- Material y medios de seguridad.
- Varios.

Los almacenes deben estar comunicados con las zonas de actividad que se suministran de estos mediante los adecuados accesos. Han de disponer de cerramientos dotados de puertas, controlándose en todo momento la entrada a los mismos. La distribución interior de los almacenes debe ser la adecuada para que cumplan su finalidad de la forma más eficaz, teniendo presente evitar de riesgos del personal que hade manipular los materiales almacenados. La disposición de pasillos, zonas de apilamiento y estanterías ha de hacerse teniendo presente estas circunstancias.

Las operaciones que se realizan habitualmente en los almacenes incluyen la descarga y recepción de materiales, su almacenamiento y la salida seguida del transporte hasta el lugar de utilización de los materiales.

1.7.3. Medios auxiliares

1.7.3.1. Andamios

Plataforma de trabajo

El ancho mínimo del conjunto debe ser de 60 cm. Los elementos que la compongan se deben fijar a la estructura portante de modo que no puedan darse basculaciones, deslizamientos u otros movimientos peligrosos.

Cuando se encuentren a dos o más metros de altura, su perímetro se ha de proteger mediante barandillas resistentes de 90 cm de altura. En el caso de andamiajes, por la parte interior la altura de las barandillas puede ser de 70 cm. de altura.

Esta medida debe completarse con rodapiés de 20 cm de altura para evitar posibles caídas de materiales, así como con otra barra o listón intermedio que cubra el hueco que quede entre ambas.

Si se realiza con madera ésta debe ser sana, sin nudos ni grietas que puedan lugar a roturas, siendo su espesor mínimo de 5 cm.

Si son metálicas, deben tener una resistencia suficiente al esfuerzo a que van a ser sometidas.

Se cargaran, únicamente, los materiales necesarios para asegurar la continuidad del trabajo.

Andamios tubulares

Los apoyos en el suelo se deben realizar sobre zonas que no ofrezcan puntos débiles, por lo que es preferible usar durmientes de madera o bases de hormigón, que repartan las cargas sobre una mayor superficie y ayuden a mantener la horizontalidad de la plataforma de trabajo.

Se deben disponer varios puntos de anclaje distribuidos por cada cuerpo de andamio y cada planta de la obra, para evitar vuelcos. Todos los cuerpos del conjunto deben disponer de arriostramientos del tipo de “cruces de San Andrés”.

Durante el montaje, se vigilará el grado de apriete de cada abrazadera para que sea el idóneo, evitando tanto que no sea suficiente y pueda soltarse, como que sea excesivo y pueda partirse.

En todo momento se debe mantener acotada la zona inferior a la que se realizan los trabajos y se eso no fuera suficiente, para evitar daños a terceros, se mantendrá una persona como vigilante.

Para los trabajos de montaje, desmontaje, ascenso y descenso, se utilizarán cinturones de seguridad y dispositivos anticaída, caso que la altura del conjunto supere en más de 3 metros o se dispongan escaleras laterales especiales con suficiente protección contra caídas desde altura.

1.7.3.2. Encofrados

No se permite la circulación de operarios entre puntales una vez terminado el encofrado, en todo caso se hará junto a puntales arriostrados sin golpearlos.

La circulación sobre tableros de fondo, de operarios y/o carretillas manuales, se debe realizar repartiendo la carga sobre tablonos o elementos equivalentes. No se pueden transmitir al encofrado vibraciones de motores.

Los operarios, cuando trabajen en alturas superiores a 3 m, han de estar protegidos contra caída eventual, mediante red de protección y/o cinturón de seguridad anclado a punto fijo.

En épocas de fuertes vientos se deben atirantar con cables o cuerdas los encofrados de elementos verticales de hormigón con esbeltez mayor de 10.

En épocas de fuertes lluvias, se deben proteger los fondos de vigas, forjados o losas con lonas impermeabilizadas o plásticos.

El desencofrado se debe realizar cuando lo determine el Director de las obras, siempre bajo la vigilancia del encargado de los trabajos y en el orden siguiente:

- Al comenzar el desencofrado, se aflojan gradualmente las cuñas y los elementos de apriete.
- La clavazón de retira por medio de barras con extremos preparados para ello.
- Advertir que en el momento de quitar el apuntalamiento nadie permanezca bajo la zona de caída del encofrado. Para ello, al quitar los últimos puntales, los operarios se deben auxiliar con cuerdas que les eviten quedar bajo la zona de peligro.

Al finalizar los trabajos de desencofrado, las maderas y puntales se apilan de modo que no puedan caer elementos sueltos a niveles inferiores. Los clavos se eliminan o doblan, dejando la zona limpia de los mismos.

1.8. Disposiciones generales de seguridad y salud

La realización de este Estudio de Seguridad y Salud en las obras, y las decisiones tomadas en él, se atienen a la normativa siguiente:

- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio, por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud para la Utilización por Trabajadores de los Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 487/1997 de 14 de abril, sobre Manipulación de Cargas.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Ley 31/1995, del 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborables.
- Real Decreto Legislativo 1/1995, de 24 de marzo, Estatuto de los Trabajadores.

En Palencia, octubre de 2016

Fdo.: Ignacio Prieto Tejedor

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 Laborales.
- 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 los mismos.

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:
 - El mantenimiento de la obra en buen estado y limpieza.
 - La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
 - La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
 - El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control de obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
 - La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
 - Almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
 - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
 - La adaptación del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajos.
 - La cooperación entre todos los intervinientes de la obra.
2. Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
3. Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Real Decreto.
4. Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a seguridad y salud.
5. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en todo lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratado. Además responderán solidariamente a las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Las responsabilidades del Coordinador, de la Dirección Facultativa y del Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

2.1.5.2. 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:
 - El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
 - Almacenamiento y evacuación de los residuos y escombros.
 - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
 - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
 - La cooperación entre todos los intervinientes de la obra.
 - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
2. Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anejo IV del Real Decreto.
3. Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.
4. Cumplir las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
5. Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/97.
6. Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1997.
7. Atender las indicaciones y cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

2.2. 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, notificándose 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.
- El comedor dispondrá de mesas y asientos con respaldo, pilas lavavajillas, calienta comidas, calefacción y un recipiente para desperdicios.
- Para la limpieza y conservación de estos locales se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria.

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, octubre de 2016

Fdo.: Ignacio Prieto Tejedor

Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

3. Mediciones

1 Protecciones individuales

Nº	Ud	Descripción						Medición
1.1	U	PANTALLA DE CABEZA SOLDADOR	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			3				3,000	
							3,000	3,000
							Total u :	3,000
1.2	U	SEMI MÁSCARA ANTIPOLVO 1 FILTRO	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			12				12,000	
							12,000	12,000
							Total u :	12,000
1.3	U	FILTRO RECAMBIO MASCARILLA	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			36				36,000	
							36,000	36,000
							Total u :	36,000
1.4	U	CASCO PROTECTORES AUDITIVOS	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			12				12,000	
							12,000	12,000
							Total u :	12,000
1.5	U	JUEGO TAPONES ANTIRRUIDO ESPUMA CON CORDÓN	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			12				12,000	
							12,000	12,000
							Total u :	12,000
1.6	U	GAFAS CONTRA IMPACTOS	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			12				12,000	
							12,000	12,000
							Total u :	12,000

1 Protecciones individuales

Nº	Ud	Descripción						Medición
1.7	U	CASCO DE SEGURIDAD AJUST. ATALAJES	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			12				12,000	
							12,000	12,000
							Total u :	12,000
1.8	U	FAJA DE PROTECCIÓN LUMBAR	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			3				3,000	
							3,000	3,000
							Total u :	3,000
1.9	U	MONO DE TRABAJO POLIESTER-ALGODÓN	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			12				12,000	
							12,000	12,000
							Total u :	12,000
1.10	U	IMPERMEABLE 3/4. PLÁSTICO	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			12				12,000	
							12,000	12,000
							Total u :	12,000
1.11	U	MANDIL CUERO PARA SOLDADOR	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			3				3,000	
							3,000	3,000
							Total u :	3,000
1.12	U	PAR GUANTES PIEL VACUNO	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			12				12,000	
							12,000	12,000
							Total u :	12,000

1 Protecciones individuales

Nº	Ud	Descripción						Medición
1.13	U	PAR GUANTES DE NITRILO						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			12				12,000	
							12,000	12,000
							Total u :	12,000
1.14	U	PAR GUANTES SOLDADOR						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			3				3,000	
							3,000	3,000
							Total u :	3,000
1.15	U	PAR DE BOTAS DE SEGURIDAD						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			12				12,000	
							12,000	12,000
							Total u :	12,000
1.16	U	PAR DE BOTAS ALTAS DE AGUA (NEGRAS)						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			12				12,000	
							12,000	12,000
							Total u :	12,000

2 Protecciones colectivas

Nº	Ud	Descripción						Medición
2.1	U	PROTECCIÓN HUECO 2x2m. C/MALLAZO						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			2	5,000	2,000		20,000	
							20,000	20,000
							Total u :	20,000
2.2	M	BARANDILLA PUNTALES Y TUBOS						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			8	10,000			80,000	
							80,000	80,000
							Total m :	80,000

2 Protecciones colectivas

Nº	Ud	Descripción						Medición
2.3	U	SEÑAL CUADRADA L=60cm I/SOPORTE	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			2				2,000	
							2,000	2,000
			Total u :					
2.4	U	CARTEL PVC. 220x300 mm. OBL., PROH. ADVER.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			2				2,000	
							2,000	2,000
			Total u :					
2.5	M	CINTA BALIZAMIENTO BICOLOR 8 cm.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			400,000				400,000	
							400,000	400,000
			Total m :					
2.6	U	VALLA CONTENCIÓN DE PEATONES	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			2				2,000	
							2,000	2,000
			Total u :					

3 Extinción de incendios

Nº	Ud	Descripción						Medición
3.1	U	EXTINTOR POLVO ABC 9 kg. PR.INC.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			3				3,000	
							3,000	3,000
			Total u :					

4 Instalaciones del personal

Nº	Ud	Descripción						Medición
4.1	Mes	ALQUILER CASETA ASEO 8,92 m2	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			3				3,000	
							3,000	3,000
			Total mes :					

5 Servicios de prevención

Nº	Ud	Descripción						Medición
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
5.1	U	BOTIQUÍN DE URGENCIA						
							1,000	
							1,000	1,000
							Total u :	1,000
5.2	U	REPOSICIÓN BOTIQUÍN						
							2,000	
							2,000	2,000
							Total u :	2,000

4. Presupuesto

4.1. Cuadro de precios Nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
1 Protecciones individuales			
1.1	u PANTALLA DE CABEZA SOLDADOR	2,54 €	DOS EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
1.2	u SEMI MÁSCARA ANTIPOLVO 1 FILTRO	5,63 €	CINCO EUROS CON SESENTA Y TRES CÉNTIMOS
1.3	u FILTRO RECAMBIO MASCARILLA	1,67 €	UN EURO CON SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS
1.4	u CASCOS PROTECTORES AUDITIVOS	3,76 €	TRES EUROS CON SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS
1.5	u JUEGO TAPONES ANTIRRUIDO ESPUMA CON CORDÓN	0,32 €	TREINTA Y DOS CÉNTIMOS
1.6	u GAFAS CONTRA IMPACTOS	2,76 €	DOS EUROS CON SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS
1.7	u CASCO DE SEGURIDAD AJUST. ATALAJES	4,77 €	CUATRO EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS
1.8	u FAJA DE PROTECCIÓN LUMBAR	5,76 €	CINCO EUROS CON SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS
1.9	u MONO DE TRABAJO POLIESTER-ALGODÓN	15,98 €	QUINCE EUROS CON NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS
1.10	u IMPERMEABLE 3/4. PLÁSTICO	8,30 €	OCHO EUROS CON TREINTA CÉNTIMOS
1.11	u MANDIL CUERO PARA SOLDADOR	3,03 €	TRES EUROS CON TRES CÉNTIMOS
1.12	u PAR GUANTES PIEL VACUNO	1,76 €	UN EURO CON SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS
1.13	u PAR GUANTES DE NITRILO	1,19 €	UN EURO CON DIECINUEVE CÉNTIMOS
1.14	u PAR GUANTES SOLDADOR	1,38 €	UN EURO CON TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS
1.15	u PAR DE BOTAS DE SEGURIDAD	26,00 €	VEINTISEIS EUROS
1.16	u PAR DE BOTAS ALTAS DE AGUA (NEGRAS)	7,06 €	SIETE EUROS CON SEIS CÉNTIMOS

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
2 Protecciones colectivas			
2.1	u PROTECCIÓN HUECO 2x2m. C/MALLAZO	40,44 €	CUARENTA EUROS CON CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
2.2	m BARANDILLA PUNTALES Y TUBOS	7,88 €	SIETE EUROS CON OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS
2.3	u SEÑAL CUADRADA L=60cm I/SOPORTE	24,12 €	VEINTICUATRO EUROS CON DOCE CÉNTIMOS
2.4	u CARTEL PVC. 220x300 mm. OBL., PROH. ADVER.	4,57 €	CUATRO EUROS CON CINCUESTA Y SIETE CÉNTIMOS
2.5	m CINTA BALIZAMIENTO BICOLOR 8 cm.	0,94 €	NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
2.6	u VALLA CONTENCIÓN DE PEATONES	7,91 €	SIETE EUROS CON NOVENTA Y UN CÉNTIMOS
3 Extinción de incendios			
3.1	u EXTINTOR POLVO ABC 9 kg. PR.INC.	56,79 €	CINCUESTA Y SEIS EUROS CON SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
4 Instalaciones del personal			
4.1	mes ALQUILER CASETA ASEO 8,92 m2	158,97 €	CIENTO CINCUENTA Y OCHO EUROS CON NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS
5 Servicios de prevención			
5.1	u BOTIQUÍN DE URGENCIA	67,84 €	SESENTA Y SIETE EUROS CON OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
5.2	u REPOSICIÓN BOTIQUÍN	16,77 €	DIECISEIS EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS

4.2. Cuadro de precios N° 2

Código	Ud	Descripción		
0.1	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.		
			Materiales	2,47 €
			3 % Costes indirectos	0,07 €
			Total por u	2,54
		Son DOS EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS por u		
0.2	u	Semi-mascarilla antipolvo un filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.		
			Materiales	5,47 €
			3 % Costes indirectos	0,16 €
			Total por u	5,63
		Son CINCO EUROS CON SESENTA Y TRES CÉNTIMOS por u		
0.3	u	Filtro de recambio de mascarilla para polvo y humos. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.		
			Materiales	1,62 €
			3 % Costes indirectos	0,05 €
			Total por u	1,67
		Son UN EURO CON SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS por u		
0.4	u	Protectores auditivos con arnés a la nuca, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.		
			Materiales	3,65 €
			3 % Costes indirectos	0,11 €
			Total por u	3,76
		Son TRES EUROS CON SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS por u		
0.5	u	Juego de tapones antirruído de espuma de poliuretano ajustables con cordón. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.		
			Materiales	0,31 €
			3 % Costes indirectos	0,01 €
			Total por u	0,32
		Son TREINTA Y DOS CÉNTIMOS por u		
0.6	u	Gafas protectoras contra impactos, incoloras, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.		
			Materiales	2,68 €
			3 % Costes indirectos	0,08 €
			Total por u	2,76
		Son DOS EUROS CON SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS por u		

Código	Ud	Descripción		
0.7	u	Casco de seguridad con atalaje provisto de 6 puntos de anclaje, para uso normal y eléctrico hasta 440 V. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.		
			Materiales	4,63 €
			3 % Costes indirectos	0,14 €
			Total por u	4,77
		Son CUATRO EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS por u		
0.8	u	Faja protección lumbar (amortizable en 4 usos). Certificado CE EN385. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.		
			Materiales	5,59 €
			3 % Costes indirectos	0,17 €
			Total por u	5,76
		Son CINCO EUROS CON SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS por u		
0.9	u	Mono de trabajo de una pieza de poliéster-algodón (amortizable en un uso). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.		
			Materiales	15,51 €
			3 % Costes indirectos	0,47 €
			Total por u	15,98
		Son QUINCE EUROS CON NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS por u		
0.10	u	Impermeable 3/4 de plástico, color amarillo (amortizable en 1 uso). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.		
			Materiales	8,06 €
			3 % Costes indirectos	0,24 €
			Total por u	8,30
		Son OCHO EUROS CON TREINTA CÉNTIMOS por u		
0.11	u	Mandil de cuero para soldador (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.		
			Materiales	2,94 €
			3 % Costes indirectos	0,09 €
			Total por u	3,03
		Son TRES EUROS CON TRES CÉNTIMOS por u		
0.12	u	Par de guantes de uso general de piel de vacuno. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.		
			Materiales	1,71 €
			3 % Costes indirectos	0,05 €
			Total por u	1,76
		Son UN EURO CON SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS por u		
0.13	u	Par de guantes de nitrilo de alta resistencia. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.		
			Materiales	1,16 €
			3 % Costes indirectos	0,03 €
			Total por u	1,19
		Son UN EURO CON DIECINUEVE CÉNTIMOS por u		

Código	Ud	Descripción		
0.14	u	Par de guantes para soldador (amortizables en 2 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.		
			Materiales	1,34 €
			3 % Costes indirectos	0,04 €
			Total por u	1,38
		Son UN EURO CON TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS por u		
0.15	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.		
			Materiales	25,24 €
			3 % Costes indirectos	0,76 €
			Total por u	26,00
		Son VEINTISEIS EUROS por u		
0.16	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.		
			Materiales	6,85 €
			3 % Costes indirectos	0,21 €
			Total por u	7,06
		Son SIETE EUROS CON SEIS CÉNTIMOS por u		
0.17	u	Cubrición de hueco horizontal de 2,00x2,00 m. con mallazo electrosoldado de 15x15 cm. D=5 mm., fijado con conectores al zuncho del hueco y pasante sobre las tabicas y empotrado un metro en la capa de compresión por cada lado, incluso cinta de señalización a 0,90 m. de altura fijada con pies derechos (amortizable en un solo uso). s/R.D. 486/97.		
			Mano de obra	8,73 €
			Materiales	30,53 €
			3 % Costes indirectos	1,18 €
			Total por u	40,44
		Son CUARENTA EUROS CON CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS por u		
0.18	m	Barandilla de protección de perímetros de forjados, compuesta por puntales metálicos telescópicos colocados cada 2,5 m., (amortizable en 8 usos), fijado por apriete al forjado, pasamanos y travesaño intermedio formado por tubo 50 mm. (amortizable en 10 usos), pintado en amarillo y negro, y rodapié de 15x5 cm. (amortizable en 3 usos), para aberturas corridas, incluso colocación y desmontaje. s/R.D. 486/97.		
			Mano de obra	4,57 €
			Materiales	3,08 €
			3 % Costes indirectos	0,23 €
			Total por m	7,88
		Son SIETE EUROS CON OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS por m		

Código	Ud	Descripción		
0.19	u	Señal de seguridad cuadrada de 60x60 cm, normalizada, con soporte de acero galvanizado de 80x40x2 mm y 2 m de altura, amortizable en cinco usos, i/p.p. de apertura de pozo, hormigonado H-100/40, colocación y desmontaje. s/R.D. 485/97.		
			Mano de obra	5,94 €
			Maquinaria	0,14 €
			Materiales	17,35 €
			Por redondeo	-0,01 €
			3 % Costes indirectos	0,70 €
			Total por u	24,12
		Son VEINTICUATRO EUROS CON DOCE CÉNTIMOS por u		
0.20	u	Cartel serigrafiado sobre planchas de PVC blanco de 0,6 mm. de espesor nominal. Tamaño 220x300 mm. Válidas para señales de obligación, prohibición y advertencia i/colocación. s/R.D. 485/97.		
			Mano de obra	1,68 €
			Materiales	2,76 €
			3 % Costes indirectos	0,13 €
			Total por u	4,57
		Son CUATRO EUROS CON CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS por u		
0.21	m	Cinta de balizamiento bicolor rojo/blanco de material plástico, incluso colocación y desmontaje. s/R.D. 485/97.		
			Mano de obra	0,84 €
			Materiales	0,07 €
			3 % Costes indirectos	0,03 €
			Total por m	0,94
		Son NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS por m		
0.22	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.		
			Mano de obra	1,68 €
			Materiales	6,00 €
			3 % Costes indirectos	0,23 €
			Total por u	7,91
		Son SIETE EUROS CON NOVENTA Y UN CÉNTIMOS por u		
0.23	u	Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/144B, de 9 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y manguera con difusor, según norma EN-3:1996. Medida la unidad instalada. s/R.D. 486/97.		
			Mano de obra	1,68 €
			Materiales	53,46 €
			3 % Costes indirectos	1,65 €
			Total por u	56,79
		Son CINCUENTA Y SEIS EUROS CON SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS por u		

Código	Ud	Descripción		
0.24	mes	Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseos en obra de 4,00x2,23x2,63 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, con 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, dos placas de ducha y lavabo de tres 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.		
			Mano de obra	1,43 €
			Materiales	152,91 €
			3 % Costes indirectos	4,63 €
			Total por mes	158,97
		Son CIENTO CINCUENTA Y OCHO EUROS CON NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS por mes		
0.25	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.		
			Mano de obra	1,68 €
			Materiales	64,18 €
			3 % Costes indirectos	1,98 €
			Total por u	67,84
		Son SESENTA Y SIETE EUROS CON OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS por u		
0.26	u	Reposición de material de botiquín de urgencia.		
			Materiales	16,28 €
			3 % Costes indirectos	0,49 €
			Total por u	16,77
		Son DIECISEIS EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS por u		

4.3. Presupuesto general y resumen de presupuestos

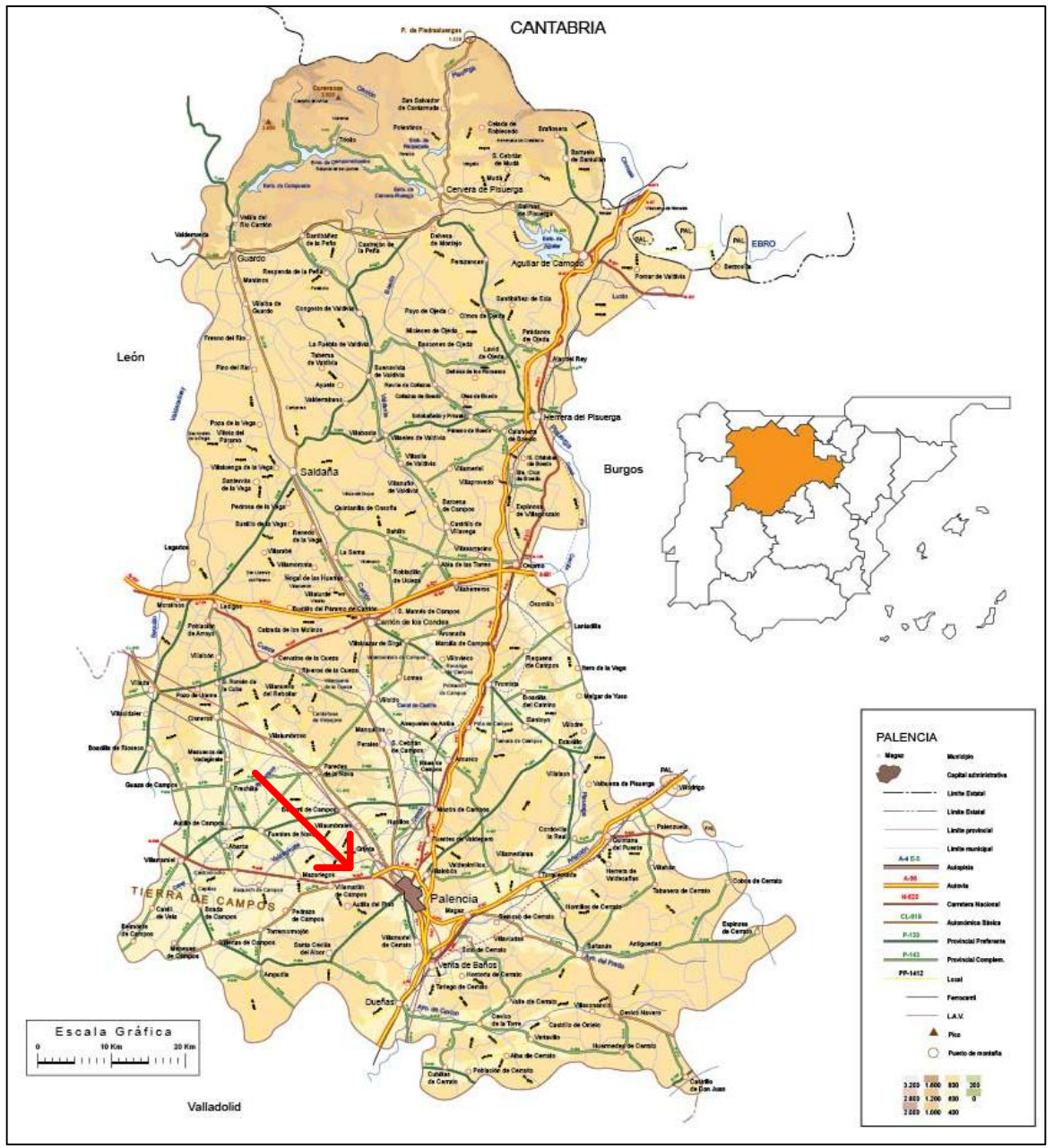
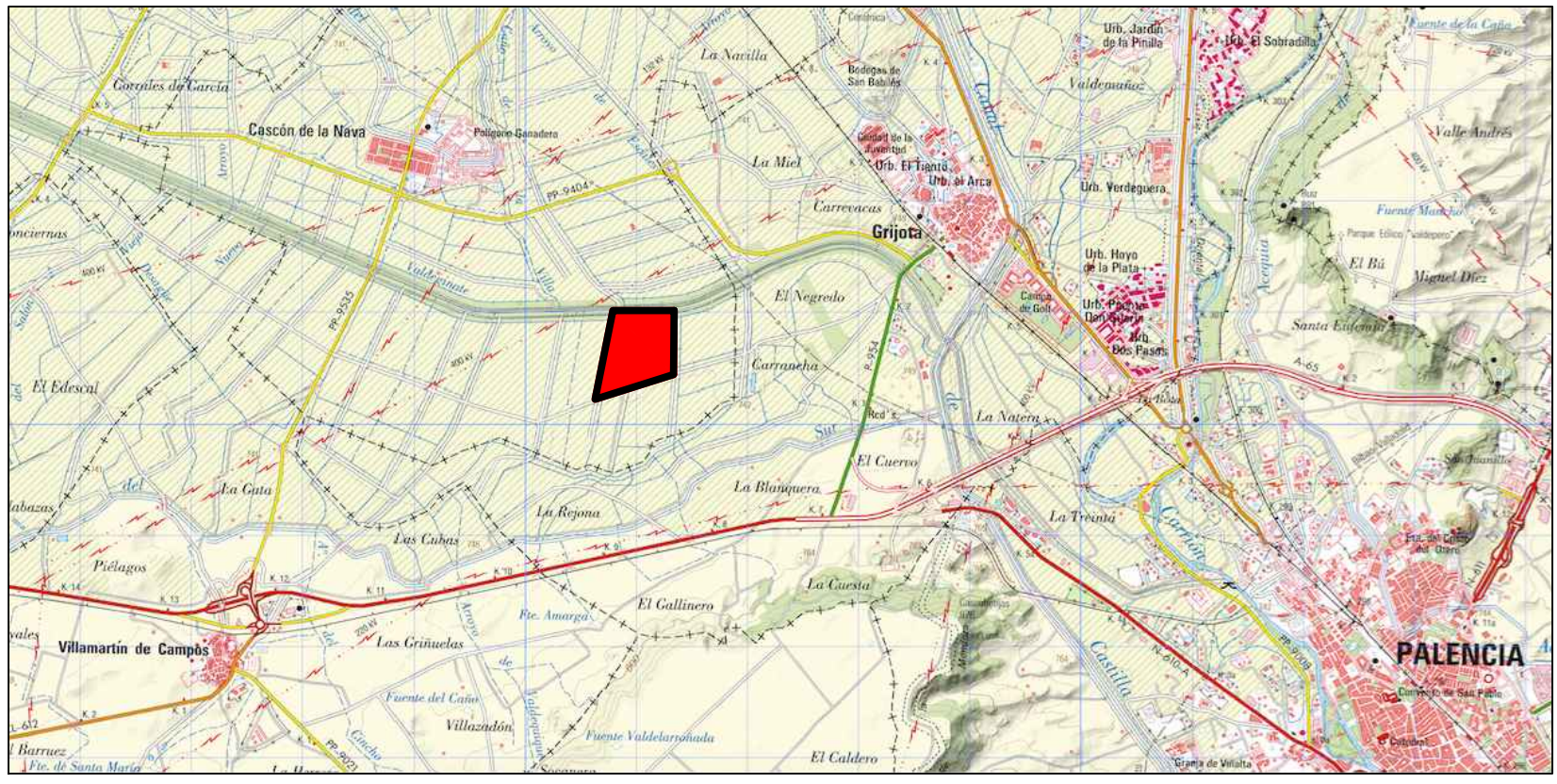
Capítulo	Importe (€)
1 Protecciones individuales	1.028,61
2 Protecciones colectivas	1.888,40
3 Extinción de incendios	170,37
4 Instalaciones del personal	476,91
5 Servicios de prevención	101,38
Presupuesto de ejecución material (PEM)	3.665,67
16% de gastos generales	586,51
6% de beneficio industrial	219,94
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)	4.472,12
21% IVA	939,15
Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)	5.411,27

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de CINCO MIL CUATROCIENTOS ONCE EUROS CON VEINTISIETE CÉNTIMOS.

DOCUMENTO 2: PLANOS

ÍNDICE DE PLANOS

- Plano 1. Situación y emplazamiento**
- Plano 2. Distribución general de la plantación**
- Plano 3. Detalles de la plantación**
- Plano 4. Caseta de riego**
- Plano 5. Detalles de la caseta de riego**
- Plano 6. Distribución del sistema de riego**
- Plano 7. Detalles del sistema de riego**
- Plano 8. Cabezal de riego**
- Plano 9. Instalación eléctrica**
- Plano 10. Elementos de seguridad y salud**





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

Proyecto de plantación de 38,9 ha de almendro en regadío
en el término municipal de Villaumbrales (Palencia)

TÍTULO DEL PROYECTO



PROMOTOR **Ignacio Prieto Martínez**

ESCALA **Varias**

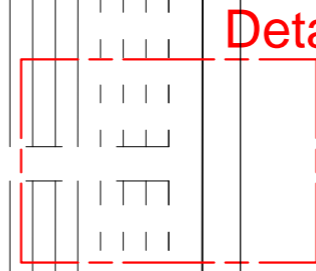
Nº PLANO **1**

TÍTULO DEL PLANO **Situación y emplazamiento**

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural
ALUMNO/A: Ignacio Prieto Tejedor
FECHA: 10 de octubre de 2016

X = 365794,17
Y = 4655971,01
Z = 736,79

X = 366339,46
Y = 4655988,46
Z = 737,07



LÍNEA	-----	—————
VARIEDAD	Mardía	Penta
PATRÓN	Rootpac 40	Rootpac 40
Nº ÁRBOLES	5967	5609

379,73

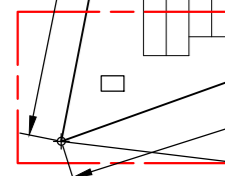
273,4

270,17



363,8

X = 366336,98
Y = 4655445,44
Z = 737,35

Detalle 1



X = 365644,85
Y = 4655223,31
Z = 737,25


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


Proyecto de plantación de 38,9 ha de almendro en regadío
 en el término municipal de Villaumbrales (Palencia)

TÍTULO DEL PROYECTO

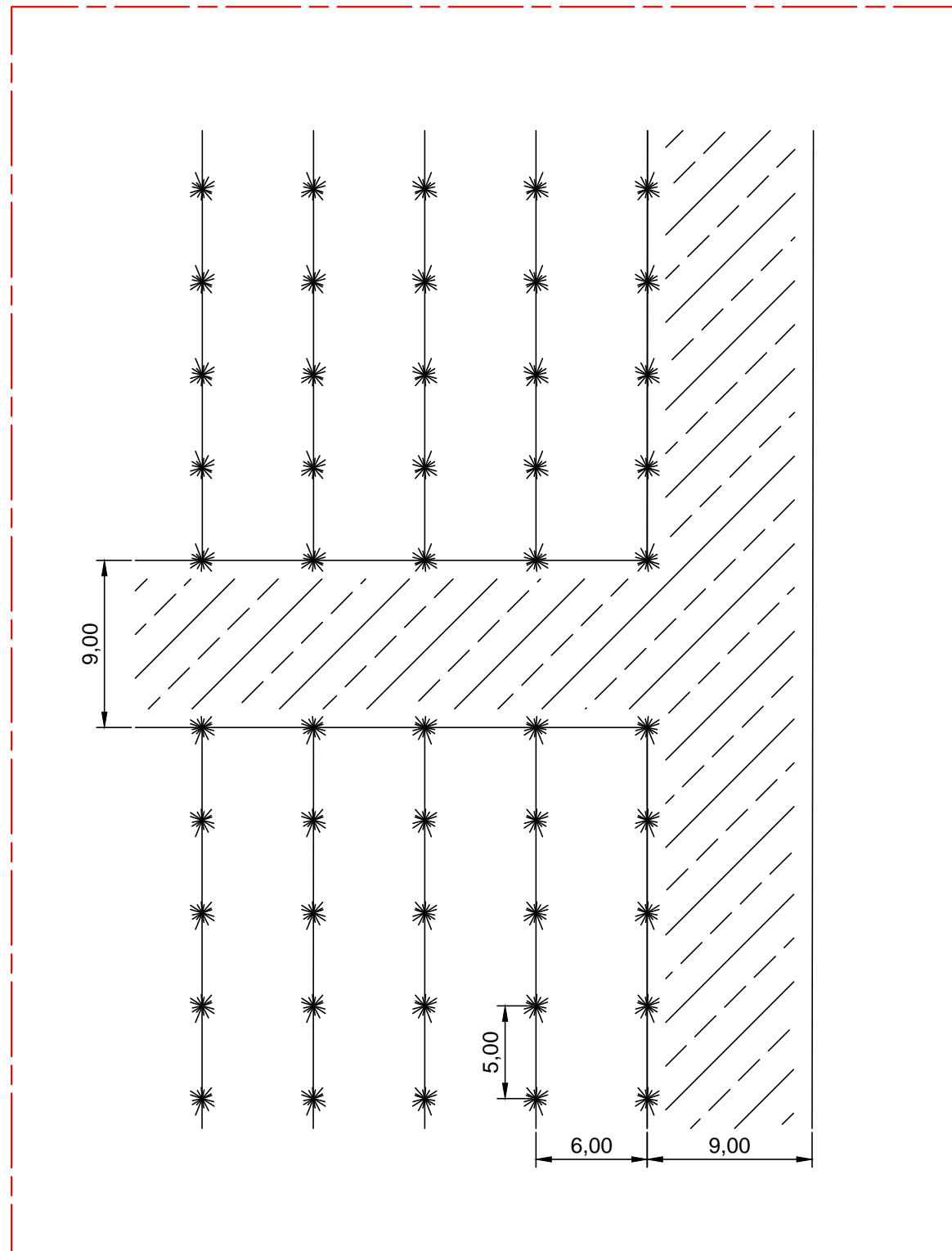
PROMOTOR **Ignacio Prieto Martínez** ESCALA **1:2000** Nº PLANO **2**

Distribución general de la plantación

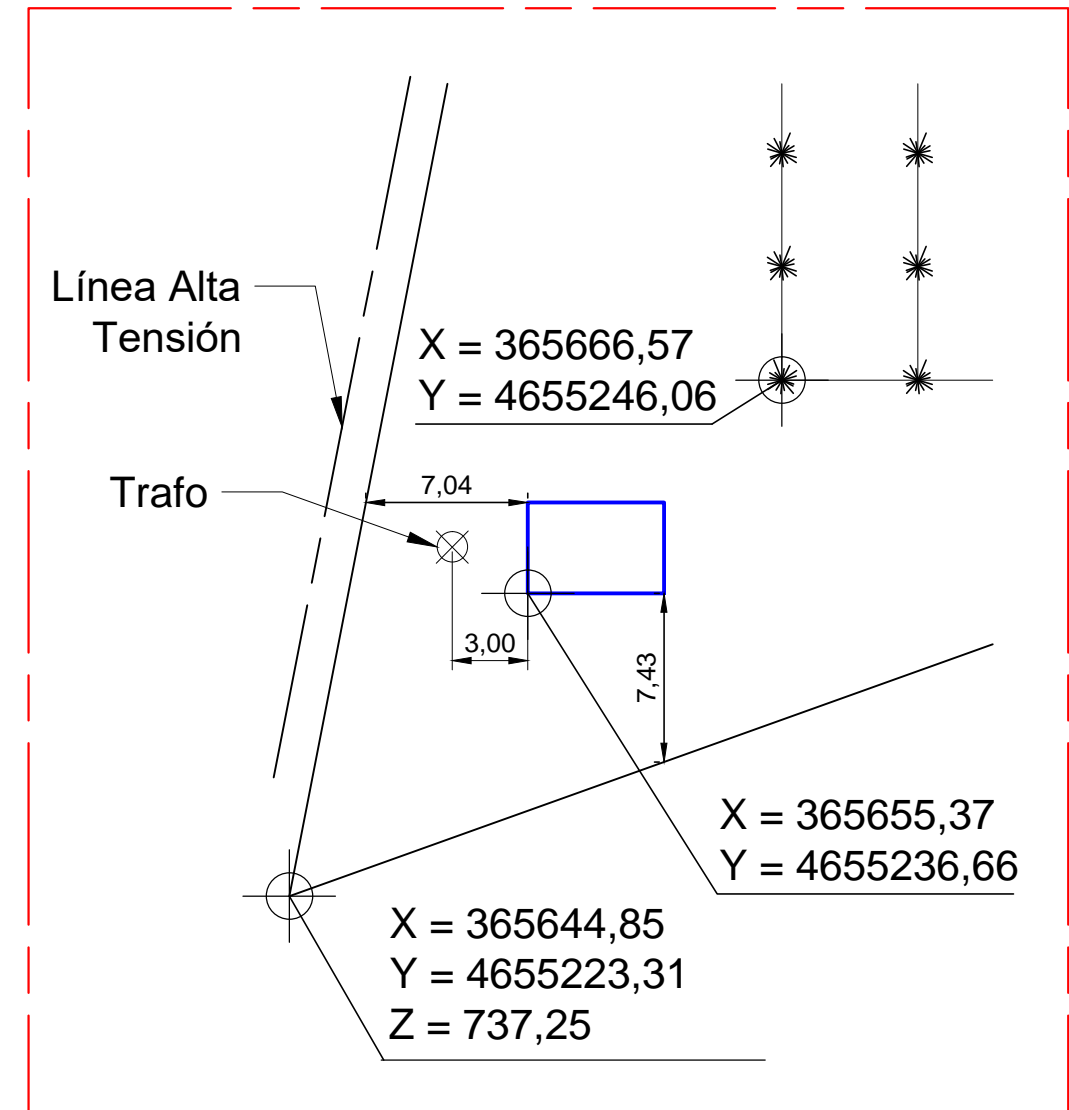
TÍTULO DEL PLANO

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural
 ALUMNO/A: Ignacio Prieto Tejedor
 FECHA: 10 de octubre de 2016 FIRMA

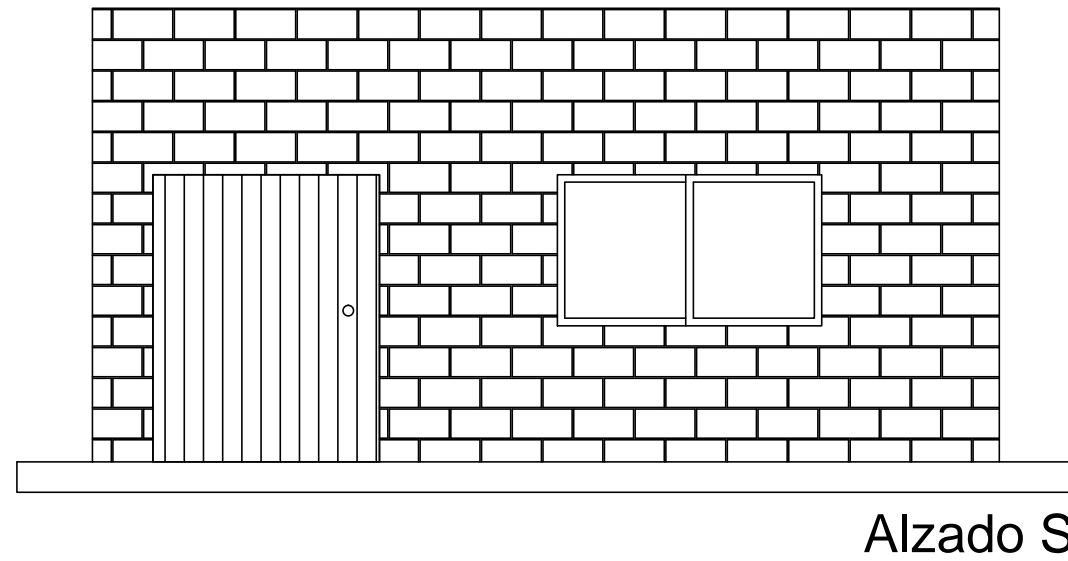
Detalle 2



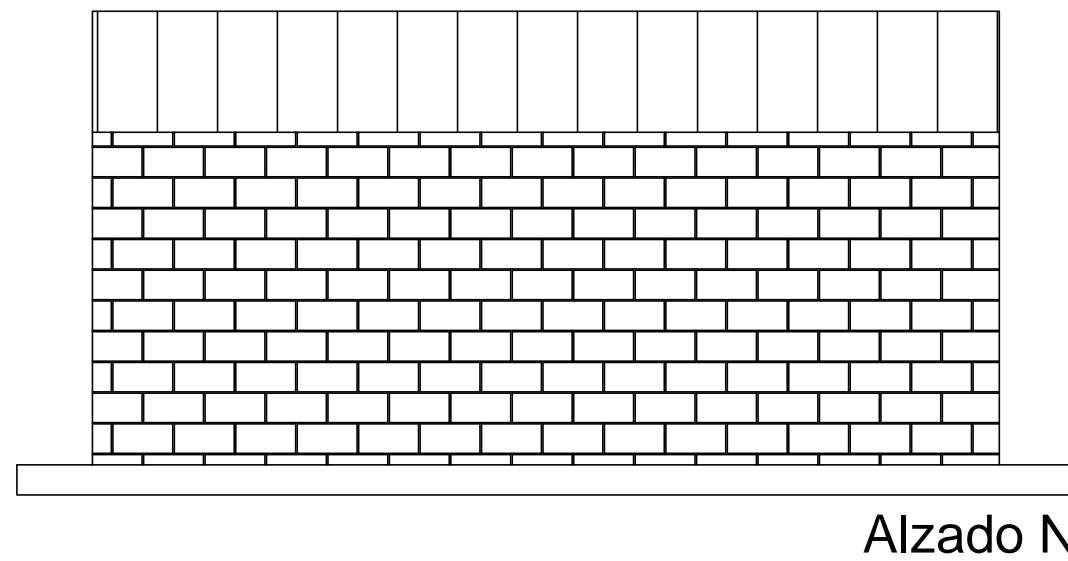
Detalle 1



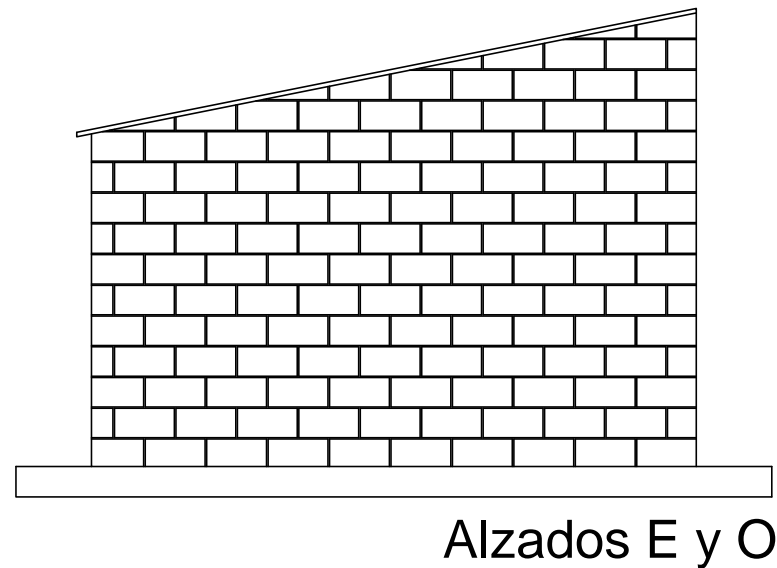
	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)		
	Proyecto de plantación de 38,9 ha de almendro en regadío en el término municipal de Villaumbrales (Palencia)		
TÍTULO DEL PROYECTO			
Ignacio Prieto Martínez <small>PROMOTOR</small>	1:300 <small>ESCALA</small>	3 <small>Nº PLANO</small>	
Detalles de la plantación <small>TÍTULO DEL PLANO</small>		<small>TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural</small> <small>ALUMNO/A: Ignacio Prieto Tejedor</small> <small>FECHA: 10 de octubre de 2016</small>	
		<small>FIRMA</small>	



Alzado O

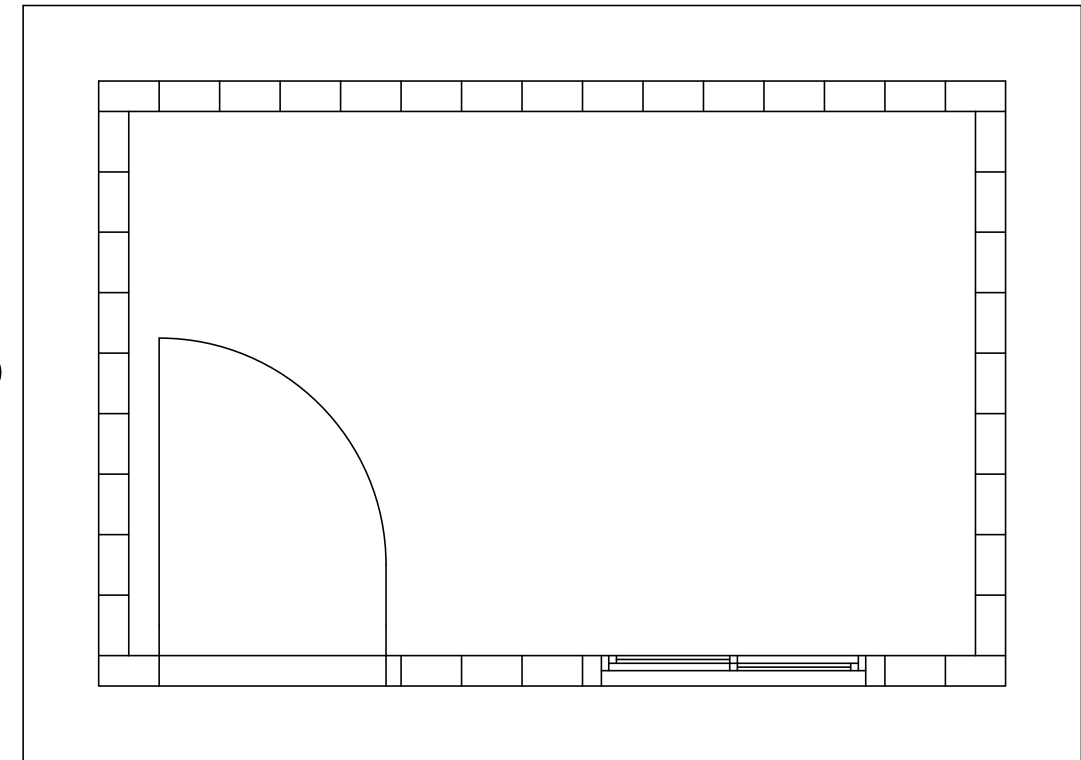


Alzado N





Alzados E y O

Alzado N



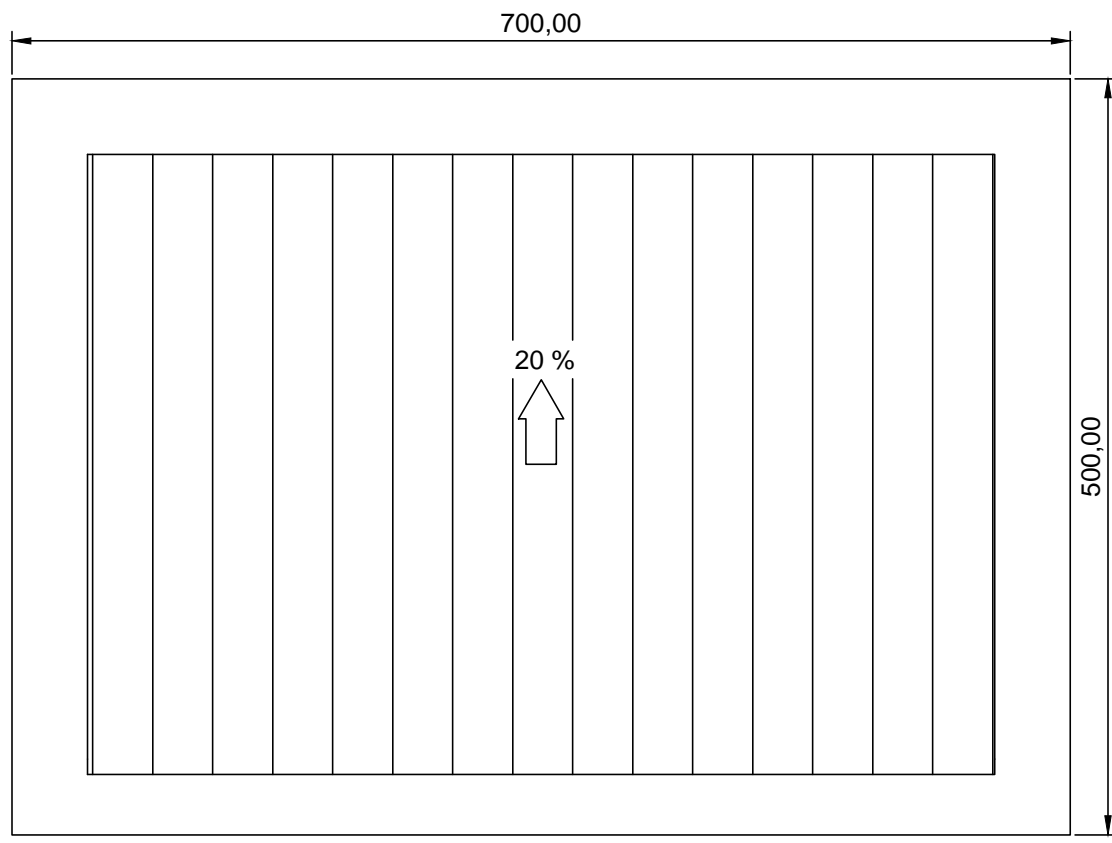
Alzado S

Alzado E

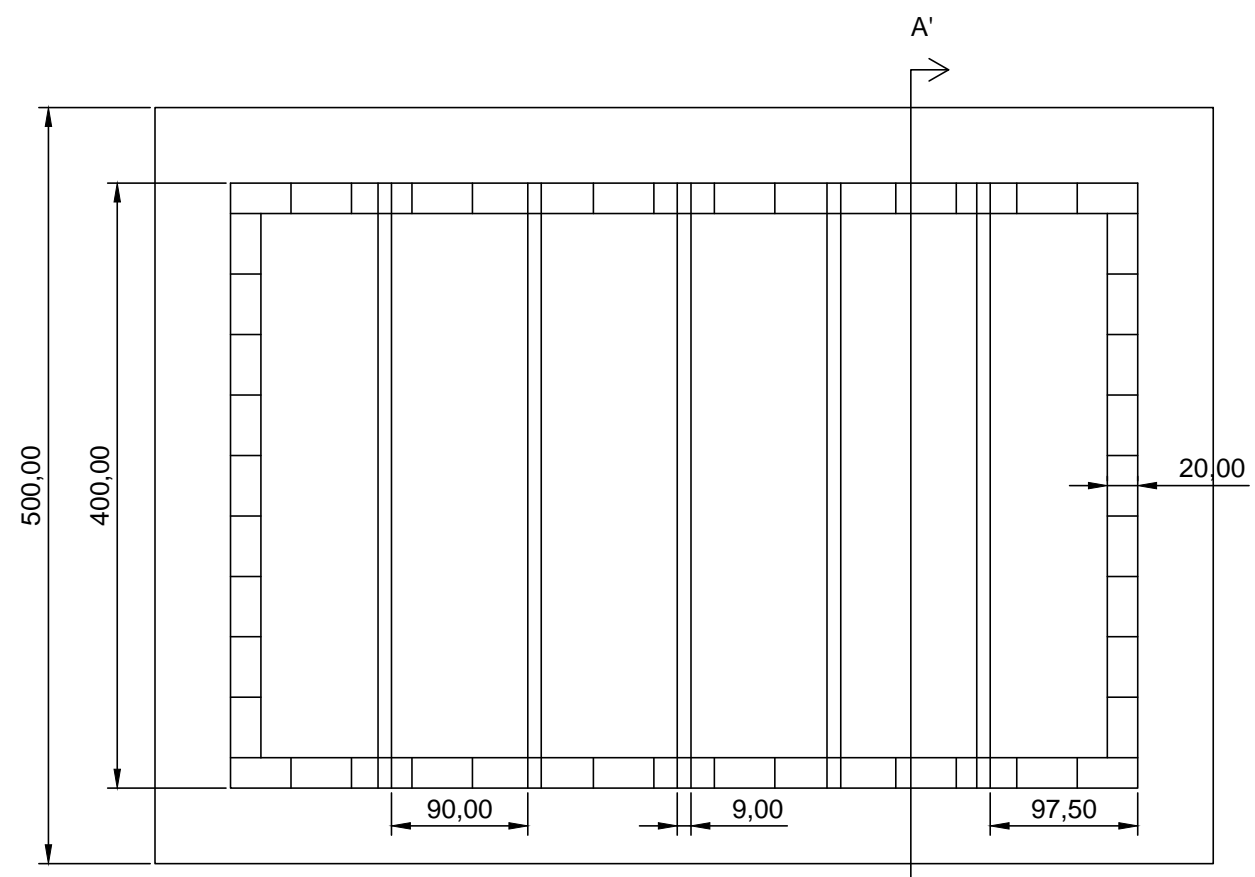
	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)		
	Proyecto de plantación de 38,9 ha de almendro en regadío en el término municipal de Villaumbrales (Palencia)		
TÍTULO DEL PROYECTO _____			

PROMOTOR _____ Ignacio Prieto Martínez	ESCALA _____ 1:50	N° PLANO _____ 4
--	-----------------------------	----------------------------

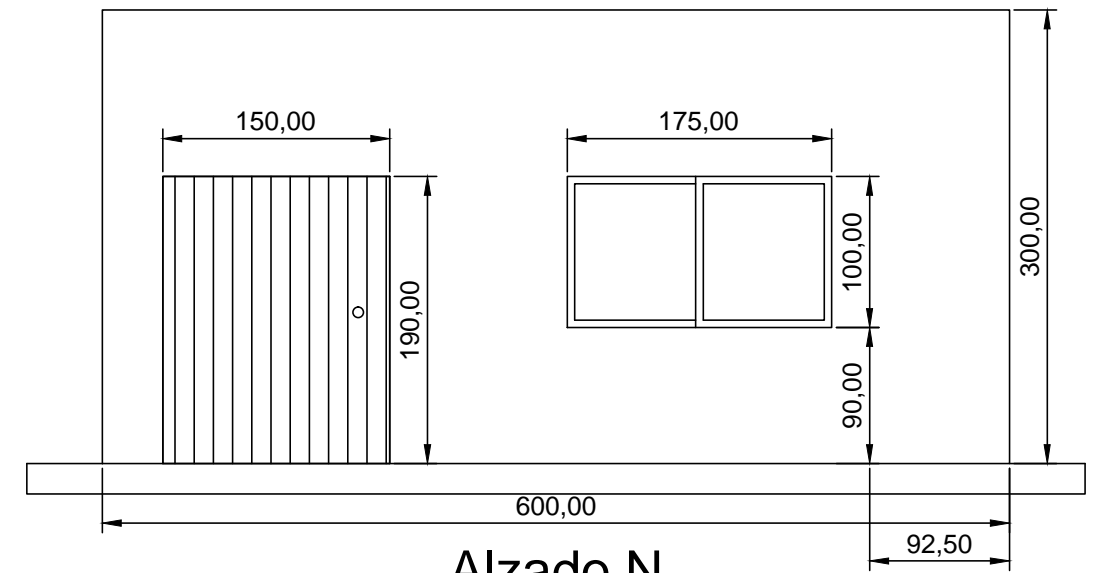
TÍTULO DEL PLANO _____ Caseta de riego	TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural ALUMNO/A: Ignacio Prieto Tejedor FECHA: 10 de octubre de 2016 FIRMA _____
--	---



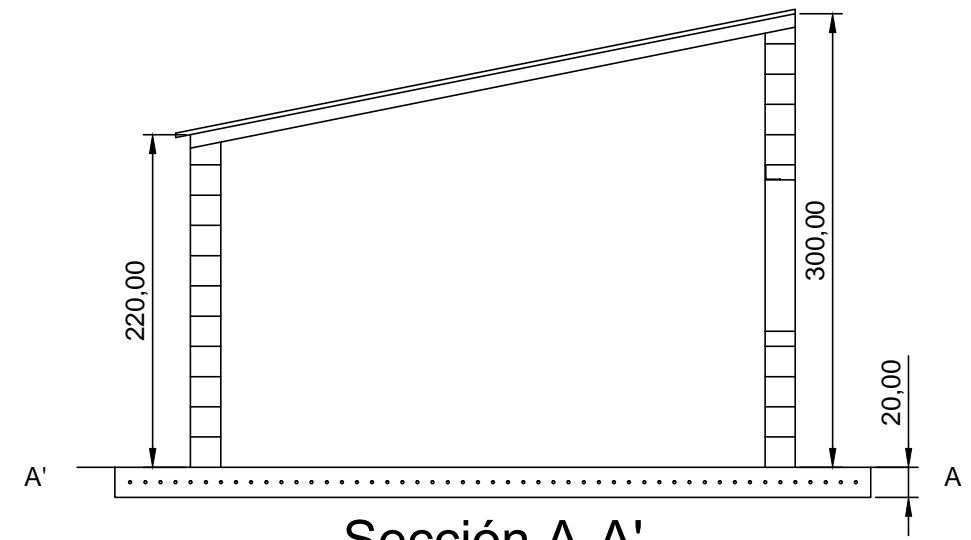
Cubierta





Estructura de la cubierta



Alzado N



Sección A-A'


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


Proyecto de plantación de 38,9 ha de almendro en regadío
 en el término municipal de Villaumbrales (Palencia)

TÍTULO DEL PROYECTO

PROMOTOR **Ignacio Prieto Martínez**

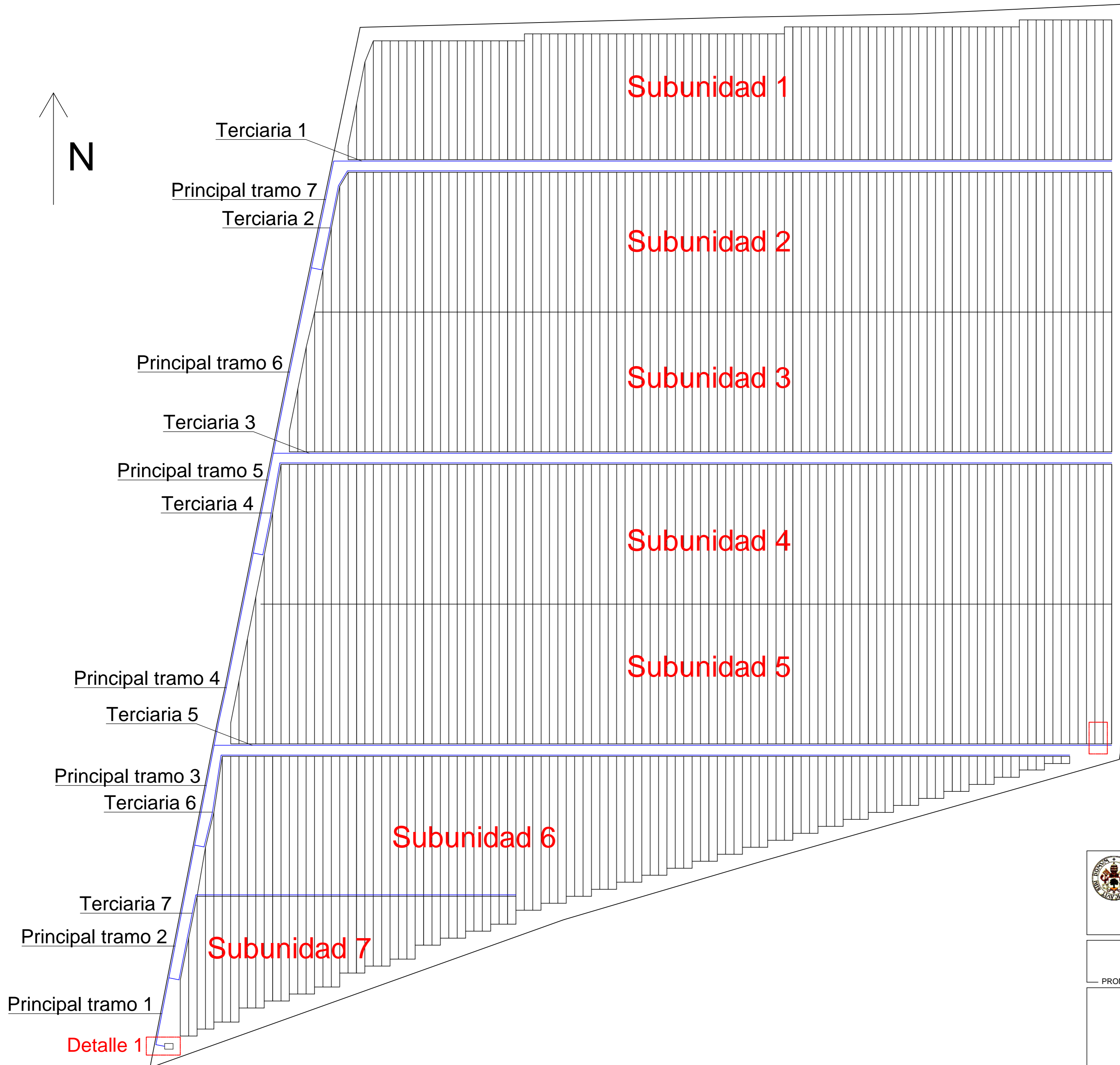
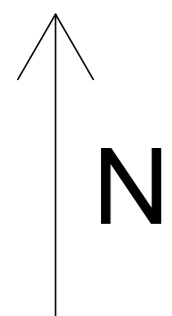
ESCALA **1:50**

N° PLANO **5**


**Detalles de
la caseta de riego**

TÍTULO DEL PLANO

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural
 ALUMNO/A: Ignacio Prieto Tejedor
 FECHA: 10 de octubre de 2016
 FIRMA




TUBERÍAS						
TUBERÍA	MATERIAL	Ø EXT (mm)	Ø INT (mm)	P NOM (m.c.a.)	CAUDAL (L/h)	LONGITUD (m)
Ramales portagoteros	PEBT	16,00	13,60	30	46304	111623,00
Terciaria 1	PVC	90,00	84,60	60	14016	556,90
Terciaria 2	PVC	90,00	84,60	60	15008	620,85
Terciaria 3	PVC	90,00	84,60	60	16368	599,98
Terciaria 4	PVC	90,00	84,60	60	16160	662,31
Terciaria 5	PVC	90,00	84,60	60	17544	635,88
Terciaria 6	PVC	75,00	70,60	60	9472	642,88
Terciaria 7	PVC	50,00	46,40	60	4040	290,83
Principal tramo 1	PVC	160,00	150,6000	60	92608	55,06
Principal tramo 2	PVC	160,00	150,60	60	78592	96,73
Principal tramo 3	PVC	140,00	131,80	60	63584	72,80
Principal tramo 4	PVC	140,00	131,80	60	47216	140,29
Principal tramo 5	PVC	110,00	103,60	60	31056	72,87
Principal tramo 6	PVC	110,00	103,60	60	13512	135,42
Principal tramo 7	PVC	90,00	84,60	60	4040	77,98



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

Proyecto de plantación de 38,9 ha de almendro en regadío
en el término municipal de Villaumbrales (Palencia)

TÍTULO DEL PROYECTO



PROMOTOR **Ignacio Prieto Martínez**

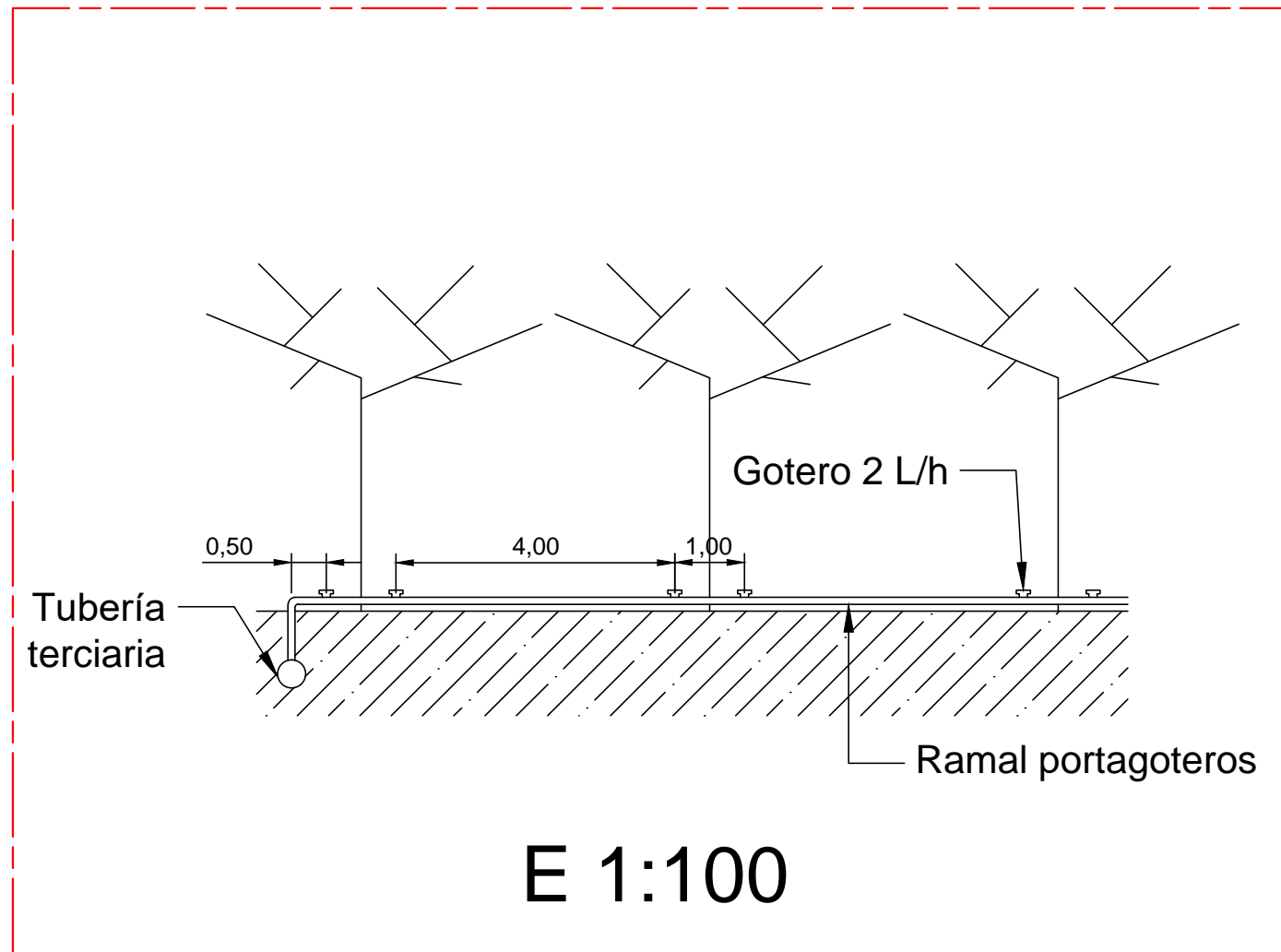
ESCALA **1:2000**

Nº PLANO **6**

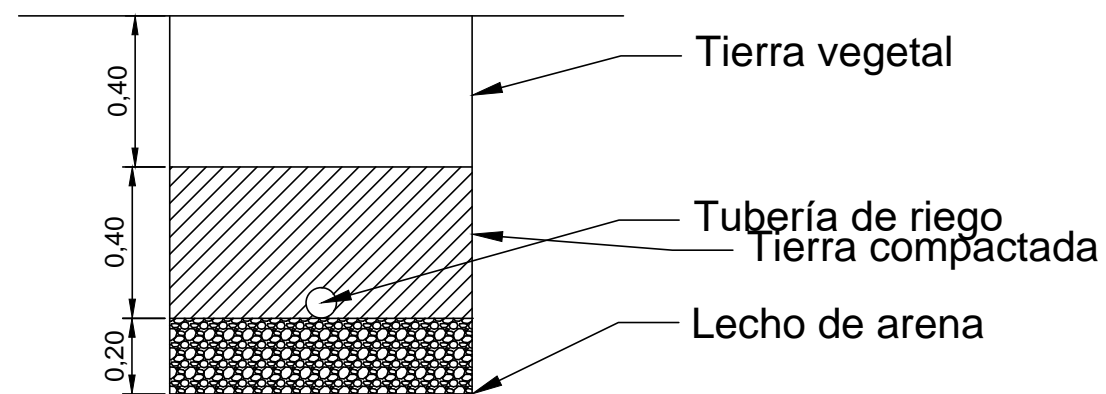
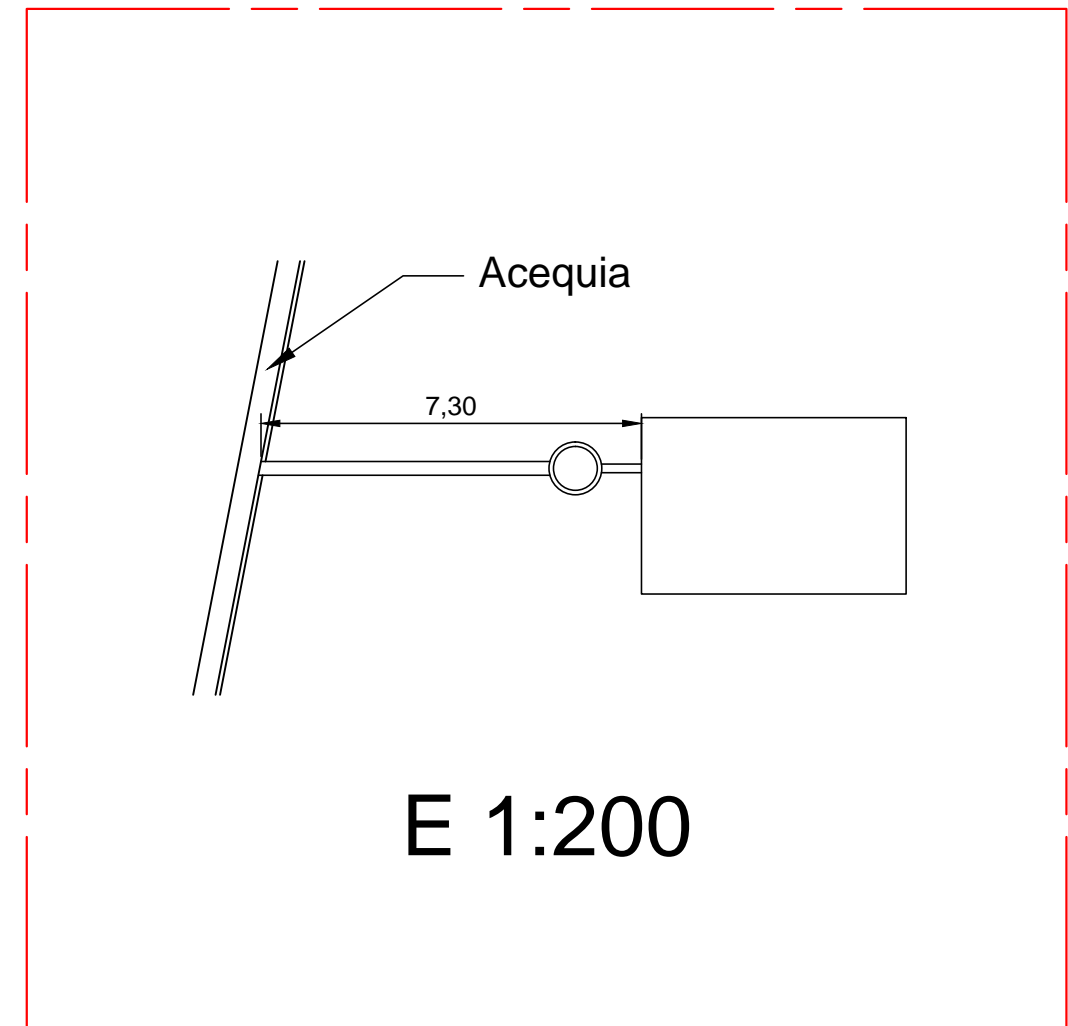
TÍTULO DEL PLANO **Distribución del sistema de riego**

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural
ALUMNO/A: Ignacio Prieto Tejedor
FECHA: 10 de octubre de 2016
FIRMA


Detalle 2

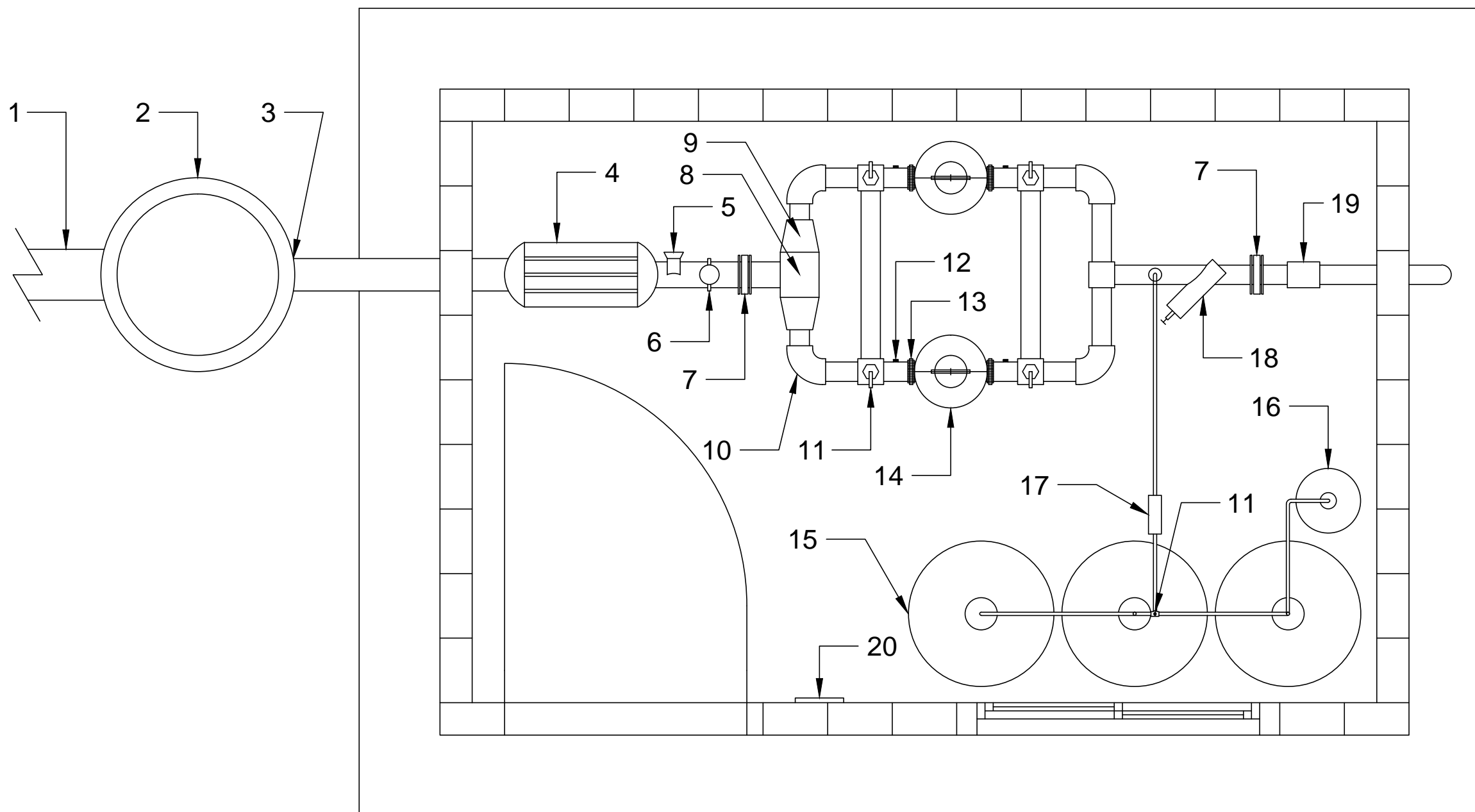


Detalle 1



Detalle de tubería enterrada
E 1:20

	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)		
	Proyecto de plantación de 38,9 ha de almendro en regadío en el término municipal de Villaumbrales (Palencia)		
TÍTULO DEL PROYECTO			
Ignacio Prieto Martínez <small>PROMOTOR</small>		Varias <small>ESCALA</small>	7 <small>Nº PLANO</small>
Detalles del sistema de riego <small>TÍTULO DEL PLANO</small>		<small>TITULACIÓN:</small> Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural <small>ALUMNO/A:</small> Ignacio Prieto Tejedor <small>FECHA:</small> 10 de octubre de 2016 <small>FIRMA</small>	



CABEZAL DE RIEGO

1. Tubería PVC Ø 315 mm	6. Válvula de retención	11. Válvula mariposa	16. Depósito 400 L
2. Columna anillos hormigón Ø 1,00 m	7. Válvula de compuerta	12. Toma de manómetro	17. Inyector de fertilizante
3. Tubería de acero Ø 200 mm	8. TE PVC Ø 160 mm	13. Conexión con filtro	18. Filtro de mallas
4. Bomba 7,5 CV	9. Reducción PVC Ø 160 mm a Ø 75 mm	14. Filtro de arena	19. Contador Woltman
5. Ventosa	10. Codo 90°	15. Depósito 1000 L	20. Programador



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



Proyecto de plantación de 38,9 ha de almendro en regadío
en el término municipal de Villaumbrales (Palencia)

TÍTULO DEL PROYECTO

Ignacio Prieto Martínez

PROMOTOR

1:30

ESCALA

8

Nº PLANO

Cabezal de riego

TÍTULO DEL PLANO

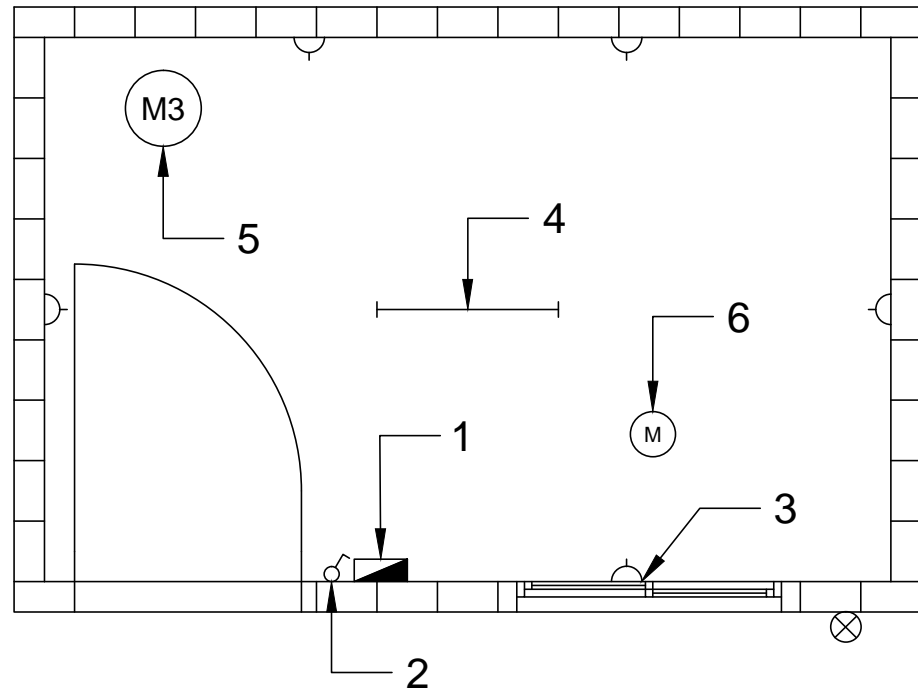
TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

ALUMNO/A: Ignacio Prieto Tejedor

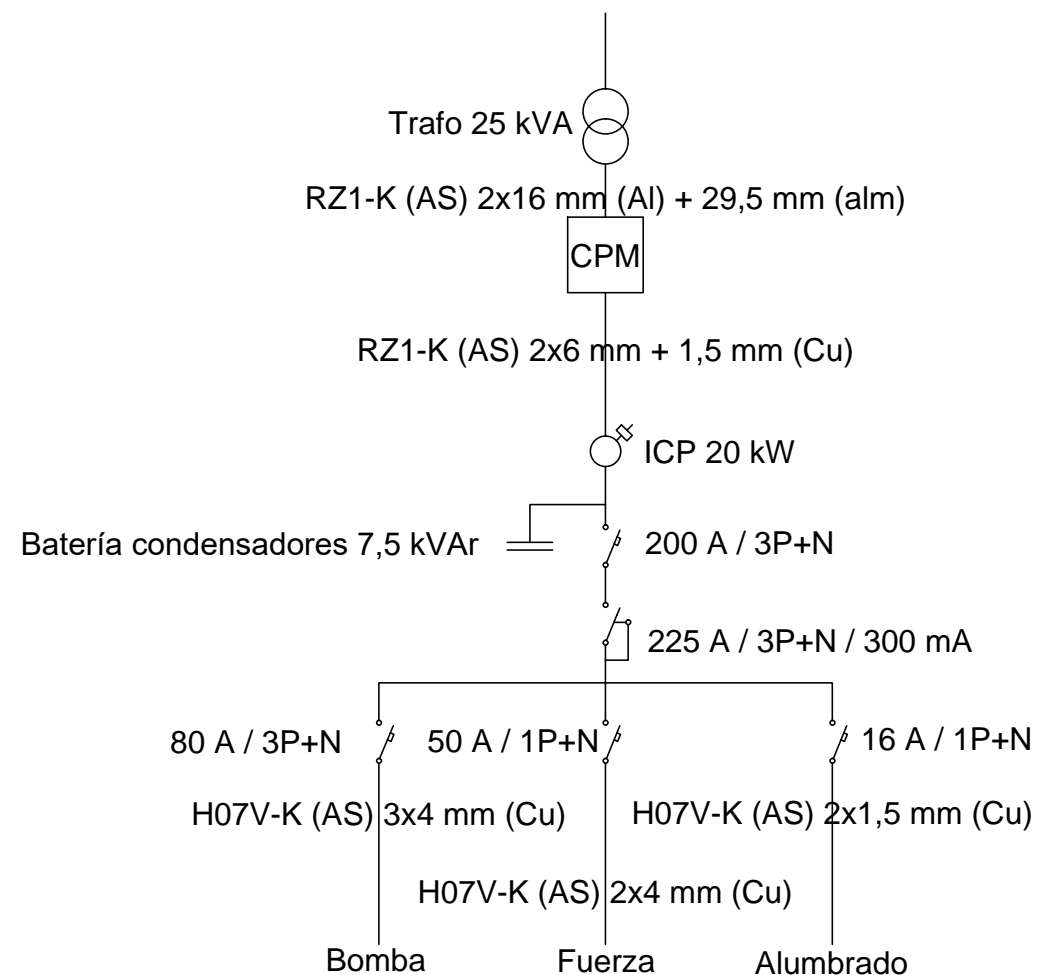
FECHA: 10 de octubre de 2016

FIRMA

Instalación eléctrica



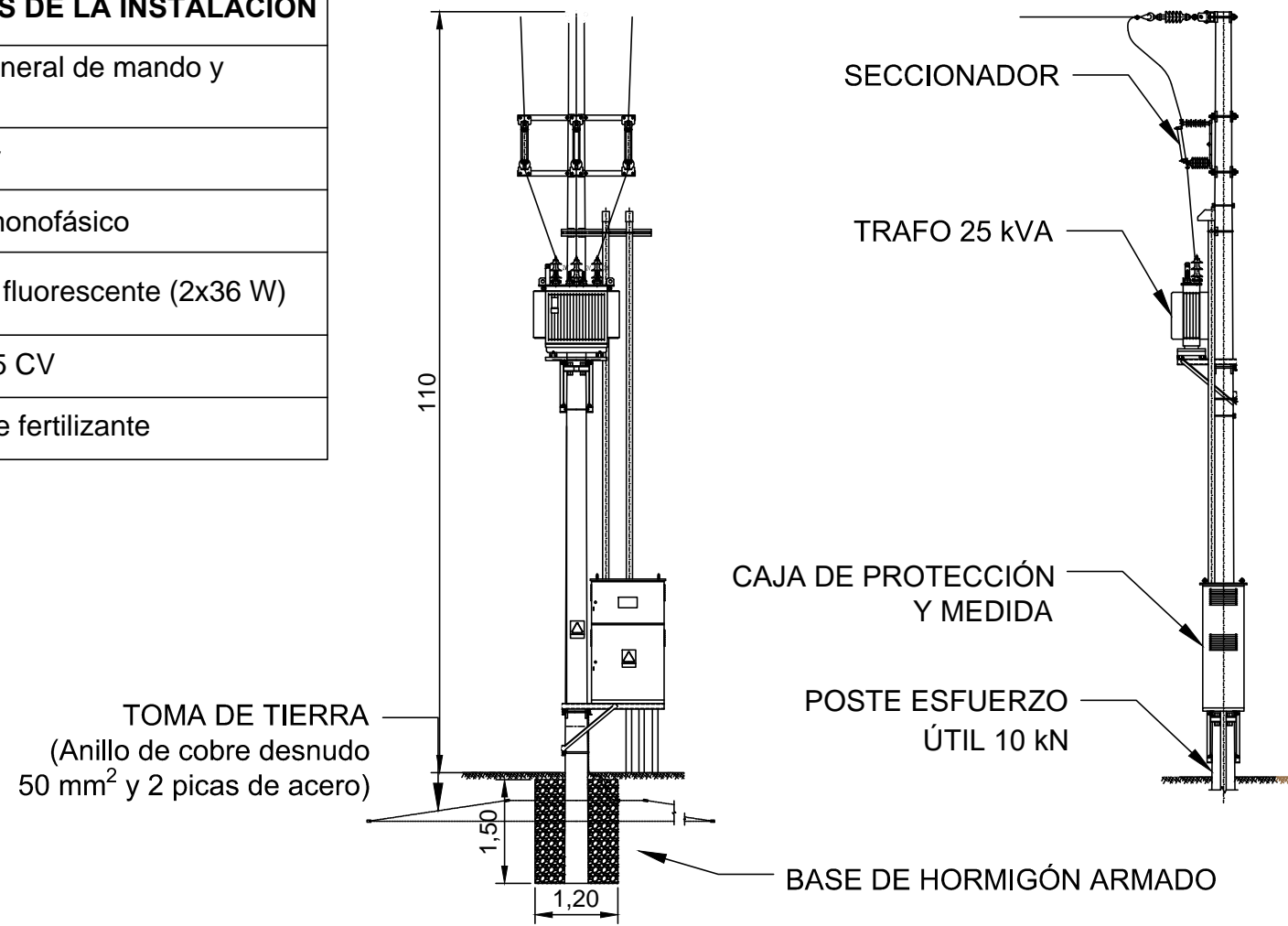
Esquema unifilar




ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN

1. Cuadro general de mando y protección
2. Interruptor
3. Enchufe monofásico
4. Luminaria fluorescente (2x36 W)
5. Bomba 7,5 CV
6. Inyector de fertilizante

Transformador y poste E 1:100






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

Proyecto de plantación de 38,9 ha de almendro en regadío
en el término municipal de Villaumbrales (Palencia)

TÍTULO DEL PROYECTO



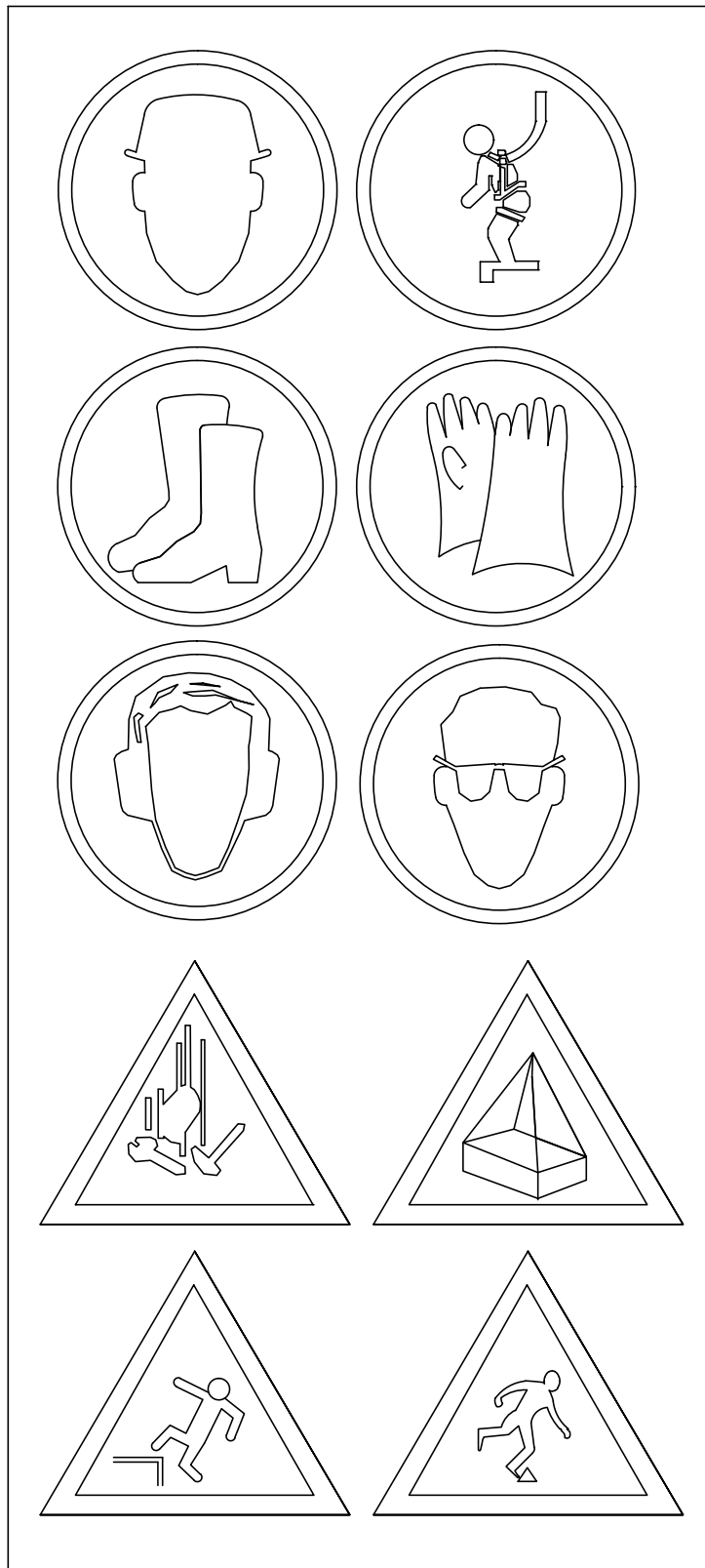
PROMOTOR **Ignacio Prieto Martínez**

ESCALA **1:50**

Nº PLANO **9**

TÍTULO DEL PLANO **Instalación eléctrica**

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural
ALUMNO/A: Ignacio Prieto Tejedor
FECHA: 10 de octubre de 2016
FIRMA



Cartel de obra
E 1:10

LEYENDA DE FONTANERIA

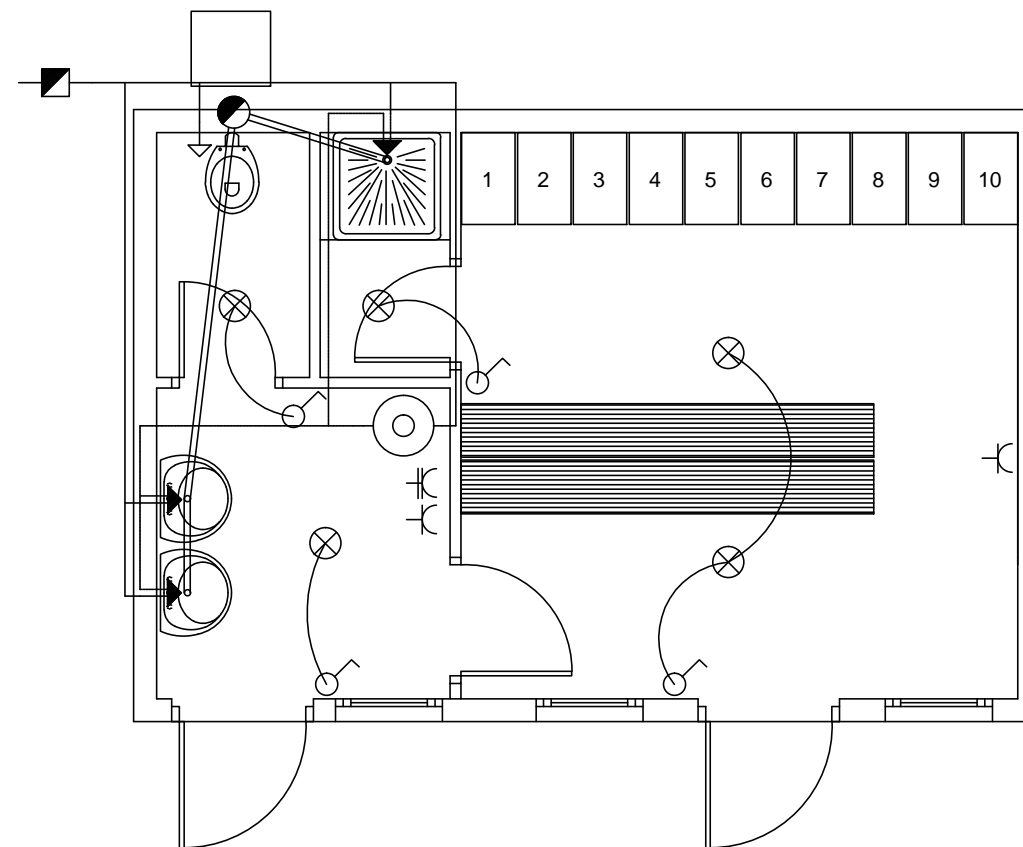
- GRIFO FRIA
- GRIFO CALIEN.
- HIDR.MEZ.MAN
- HIDR.MEZ.AUT
- LLAVE PASO
- LLAVE VALE.
- VAL.RETENCIO
- VAL.REDUCTO
- CALENT.INSTA
- CONT.GERAL.
- LLAVE GERAL
- CONT.DIVISIO.
- MONT.CALEF.

LEYENDA DE SANEAMIENTO



- ♂ DES.APAR.SIN SIF.
- ♂ DES.APAR.CON SIF
- BAJANTE
- ⊗ BOTE SIFONICO
- ⊗ SUMID.AZOT.N/TR.
- ⊕ SUMID.LOC.HUMED.
- ⊗ SUMID.AZOT.TRAN.
- ARQUETA PASO
- ARQ.PIE BAJANTE
- ARQ.SEPAR.GRAS.
- ARQ.SIFONICA
- POZO REGISTRO
- ARQ.SUMIDEIRO

LEYENDA DE ELECTRICIDAD

- ⊞ CENTR.CONTA.
- ⊞ TOMA TIERRA
- ▲ LINEA TIERRA
- TOMA T.V.
- ☎ TOMA TELEFO.
- ◇ CAJA DERIVAC
- ⊞ CAJ.GER.PROT.
- ⊞ C.GRAL.DISTR.
- ⊗ PUNTO LUZ
- ★ BAS.ENCH.10A
- ★ BAS.ENCH.25A
- ♂ INTERRUPTOR
- ♂ CONMUTADOR
- PULSADOR
- ZUMBADOR



Casetta de vestuarios
E 1:30

	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)	
Proyecto de plantación de 38,9 ha de almendro en regadío en el término municipal de Villaumbrales (Palencia)		
TÍTULO DEL PROYECTO		
Ignacio Prieto Martínez <small>PROMOTOR</small>	Varias <small>ESCALA</small>	10 <small>Nº PLANO</small>
Elementos de seguridad y salud <small>TÍTULO DEL PLANO</small>		<small>TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural</small> <small>ALUMNO/A: Ignacio Prieto Tejedor</small> <small>FECHA: 10 de octubre de 2016</small> <small>FIRMA</small>

DOCUMENTO 3: PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES

TITULO 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: DE CARÁCTER AGRARIO	2
CAPÍTULO I : LABORES GENERALES DE CULTIVO	2
Artículo 1. Diseño de plantación	2
Artículo 2. Labores previas	2
Artículo 3. Plantación	2
Artículo 4. Procedencia y tipo de plántones	2
Artículo 5. Plazo de plantación	2
Artículo 6. Reposición de marras	2
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	3
Artículo 12. Calendario y dosis de riego	3
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	4
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	5

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 _____	6
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 _____	7
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 _____	9
Artículo 3. Profundidad de la cimentación _____	9
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 _____	15
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 _____	18
7.1. De los componentes _____	18
7.2. De la ejecución del elemento. _____	26
7.3. Medición y abono _____	32
Artículo 8. Morteros _____	32
Artículo 9. Carpintería metálica _____	32
9.1. De los Componentes _____	33
9.2. De la ejecución _____	34
9.3. Medición y abono _____	35
9.4. Mantenimiento _____	35
Artículo 10. Pintura _____	36
10.1. De los componentes _____	36
10.2. De la ejecución _____	37
Artículo 11. Instalación eléctrica baja tensión _____	38
11.1. De los componentes _____	38
11.2. De la ejecución _____	39
11.3. Medición y abono _____	41
11.4. Mantenimiento _____	41
Artículo 12. Precauciones a adoptar _____	42
Artículo 13. Control del hormigón _____	42
CUARTA PARTE: CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA DEL SISTEMA DE RIEGO _____	42
CAPÍTULO I. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LOS EMISORES UTILIZADOS EN EL RIEGO LOCALIZADO. _____	42
Artículo 1. Definición _____	43
1.1. Emisor (gotero) _____	43
1.2. Emisor autocompensante (o de caudal fijo) _____	43
1.3. Entrada del emisor _____	43
1.4. Salida del emisor _____	43
1.5. Presión nominal de ensayo (Pn) _____	43
1.6. Campo de variación de presiones de trabajo _____	43
1.7. Intervalo de regulación _____	43
1.8. Caudal nominal de ensayo (qn) _____	43
1.9. Tubo portaemisores o lateral de riego _____	43
Artículo 2. Clasificación _____	43
2.1 Uniformidad categoría A _____	43
2.2. Uniformidad categoría B _____	44
Artículo 3. Identificación _____	44
Artículo 4. Construcción y materiales _____	44
4.1. Construcción _____	44
4.2. Materiales _____	44
Artículo 5. Muestras y condiciones generales de los ensayos _____	45
5.1. Muestras para ensayo _____	45
5.2. Descripción de las condiciones del ensayo _____	45
5.3. Precisión de los aparatos de medida _____	45
Artículo 6. Ensayos de comprobación de características _____	45
6.1. Aspecto _____	45
6.2. Conductos interiores del emisor _____	45
6.3. Resistencia a la presión hidrostática _____	45

Artículo 7. Ensayos de funcionamiento _____	46
7.1. Uniformidad de caudal _____	46
7.1.1. Emisores autocompensantes _____	46
7.2. Curva caudal-presión _____	46
7.2.1. Emisores autocompensantes _____	47
Artículo 8. Datos a facilitar por el fabricante _____	47
8.1. Indicaciones generales _____	47
8.2. Instrucciones de funcionamiento _____	47
CAPÍTULO II. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LAS TUBERÍAS DE POLIETILENO UTILIZADAS EN EL RIEGO LOCALIZADO _____	48
Artículo 1. Condiciones generales _____	48
1.1. Campo de aplicación _____	48
1.2. Definiciones _____	48
1.2.1. Polietileno _____	48
1.2.2. Tubo de polietileno _____	48
1.2.3. Tubo de polietileno de baja densidad (LDPE) _____	48
1.2.4. Diámetro nominal _____	48
1.2.5. Diámetro exterior medio en una recta (De) _____	48
1.2.6. Diámetro exterior en un punto cualquiera (Di) _____	48
1.2.7. Espesor nominal (e) _____	48
1.2.8. Espesor en un punto cualquiera (ei) _____	48
1.2.9. Espesor medio (em) _____	49
1.2.10. Diámetro interior medio en una sección recta (Di) _____	49
1.2.11. Ovalación _____	49
1.2.12. Presión nominal (Pn) _____	49
1.2.13. Presión de trabajo (Pt) _____	49
1.2.14. Esfuerzo tangencial de trabajo (σ) _____	49
1.2.15. Serie _____	49
Artículo 2. Medidas y tolerancias _____	49
2.1. Medidas y tolerancias _____	49
2.2. Diámetros nominales _____	50
2.3. Diámetro exterior medio _____	50
2.4. Espesor puntual _____	50
2.5. Diámetro interior medio _____	50
2.6. Ovalación _____	50
2.7. Longitud de los tubos _____	51
Artículo 3. Materias primas. Características y métodos de ensayo _____	51
3.1. Materiales componentes de los tubos de PE _____	51
3.2. Ensayos de los materiales _____	51
3.2.1. Aspecto _____	51
3.2.2. Determinación de la densidad _____	51
3.2.3. Determinación del índice de fluidez _____	52
3.2.4. Contenido en volátiles _____	52
3.2.5. Contenido en cenizas _____	52
Artículo 4. Fabricación _____	52
4.1. Procedimiento de fabricación _____	52
4.2. Acabado de tuberías _____	52
4.3. Laboratorio y banco de pruebas _____	53
Artículo 5. Características de los tubos _____	53

5.1. Aspecto _____	53
5.2. Contenido en negro de carbono _____	53
5.3. Dispersión del negro de carbono _____	53
5.4. Índice de fluidez _____	53
5.5. Resistencia a la tracción _____	53
5.6. Alargamiento en la rotura _____	54
5.7. Resistencia a la presión interna en función del tiempo _____	54
5.8. Estanqueidad _____	54
5.9. Comportamiento al calor _____	54
5.10. Juntas _____	54
5.11. Uniformidad _____	54
5.12. Marcado de tubos y accesorios _____	54
Artículo 6. Tubos de polietileno. Métodos de ensayo _____	55
6.1. Ensayos y pruebas en fábrica _____	55
6.1.1. Prueba de aspecto _____	55
6.1.2. Determinación de las dimensiones _____	55
6.1.3. Determinación de la densidad _____	56
6.1.4. Determinación del contenido en negro de carbono _____	56
6.1.5. Determinación de la dispersión del negro de carbono _____	56
6.1.6. Determinación de la resistencia a la tracción y del alargamiento en la rotura _____	56
6.1.7. Determinación de la resistencia a la presión interna en función del tiempo _____	56
6.1.8. Prueba de estanqueidad _____	56
6.1.9. Determinación del comportamiento al calor _____	56
6.2. Pruebas de obra _____	56
6.2.1. Prueba de presión hidráulica _____	56
CAPÍTULO III. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LAS TUBERÍAS DE PRESIÓN DE PVC NO PLASTIFICADO UTILIZADAS EN EL RIEGO LOCALIZADO _____	57
Artículo 1. Condiciones generales _____	57
1.1. Campo de aplicación _____	57
1.2. Definiciones _____	57
1.2.1. Tubos de policloruro de vinilo (PVC) no plastificado _____	57
1.2.2. Accesorios de policloruro de vinilo no plastificado _____	57
1.2.3. Piezas especiales _____	57
1.2.4. Juntas _____	58
1.2.5. Longitud del tubo _____	58
1.2.6. Diámetro nominal (Dn) _____	58
1.2.7. Diámetro exterior medio (De) _____	58
1.2.8. Espesor nominal (e) _____	58
1.2.9. Espesor en un punto cualquiera (ef) _____	58
1.2.10. Espesor medio (em) _____	58
1.2.11. Ovalación en una sección recta de los tubos _____	58
1.2.12. Ovalación en una sección recta de los accesorios inyectados _____	59
1.2.13. Presión nominal (Pn) _____	59
1.2.14. Presión de trabajo (Pt) _____	59
1.3. Características de los tubos _____	59

1.3.1. Características físicas de los tubos _____	59
1.3.2. Características físicas de los accesorios _____	59
1.3.3. Aspecto _____	59
1.3.4. Características geométricas de tubos y accesorios _____	59
1.3.5. Resistencia a la presión interna _____	60
1.3.6. Resistencia al impacto a 0°C y 200 °C _____	60
1.3.7. Comportamiento del calor _____	60
1.3.8. Absorción de agua _____	60
1.4. Tipos de juntas _____	60
1.4.1. Juntas por encolado _____	61
1.4.2. Juntas elásticas _____	61
1.5. Accesorios para tuberías _____	61
1.6. Uniformidad _____	62
1.7. Marcado de los tubos y accesorios _____	62
Artículo 2. Materiales _____	62
2.1. Materiales componentes de las tuberías de policloruro de vinilo (PVC) rígido _____	62
2.2. Resina sintética de policloruro de vinilo _____	62
2.3. Policloruro de vinilo no plastificado (rígido) _____	63
2.4. Aditivos empleados en la fabricación del PVC no plastificado _____	63
2.5. Adhesivos disolventes para juntas soldadas _____	63
2.6. Lubricantes para juntas elásticas _____	63
2.7. Pintura y otros revestimientos _____	63
2.8. Otros materiales no especificados _____	64
Artículo 3. Fabricación _____	64
3.1. Procedimiento de fabricación de los tubos _____	64
3.2. Procedimiento de fabricación de los accesorios _____	64
3.3. Fabricación en serie _____	64
3.4. Laboratorio y banco de pruebas _____	64
Artículo 4. Pruebas y métodos de ensayo _____	65
4.2. Pruebas en fábrica _____	65
4.2.1. Normativa general _____	65
4.2.2. Ensayos de materias primas _____	65
4.2.3. Control del proceso de fabricación _____	65
4.2.4. Pruebas sobre los productos acabados _____	65
4.3. Pruebas en obra _____	68
4.3.1. Prueba a presión hidráulica interior _____	68
4.3.2. Prueba de estanqueidad _____	69
4.3.3. Prueba de estanqueidad en llaves y ventosas _____	69
Artículo 5. Tolerancias _____	70
5.1. Tolerancias en el diámetro exterior medio _____	70
5.2. Tolerancias en el espesor de la pared _____	70
5.3. Tolerancias en la ovalación para tubos y accesorios _____	70
5.4. Tolerancia en la longitud nominal _____	70
5.5. Tolerancias en la longitud de la embocadura de tubos y accesorios para uniones por encolado y por junta elástica _____	70
5.6. Tolerancias en el diámetro interior de la embocadura de tubos y accesorios para uniones por encolado y por junta elástica _____	70
5.7. Tolerancias en la ortogonalidad de los extremos _____	70

5.8. Tolerancias en la alineación	70
CAPÍTULO IV. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LOS ELEMENTOS DE LA ESTACION DE BOMBEO Y LA RED DE RIEGO	71
Artículo 1. Equipos de impulsión	71
1.1. Definiciones	71
1.2. Elementos habituales que forman parte de la aspiración y de la impulsión	72
1.3. Condiciones de funcionamiento de una bomba	73
1.4. Golpe de ariete en estación de bombeo	73
1.5. Automatización de estaciones de bombeo	73
1.6. Condiciones para los acopios	73
1.7. Características de las bombas utilizadas	73
1.8. Condiciones de los materiales	74
1.9. Ejecuciones generales	74
1.10. Ensayo y pruebas	75
Artículo 2. Filtro	75
2.1. Definición	75
2.2. Etiquetado	75
2.3. Velocidad de filtración y composición de filtros	75
2.4. Pérdidas de carga y determinación del momento de la limpieza	76
Artículo 3. Válvulas	76
3.1. Válvulas de compuerta	76
3.2. Válvulas de mariposa	77
3.3. Válvulas de pequeño diámetro	78
Artículo 4. Tubería de acero galvanizado	78
4.1. Definición	78
4.2. Espesores y timbrajes	78
4.3. Pruebas en las conducciones	78
Artículo 5. Ventosas	79
5.1. Calidad de los materiales	79
5.2. Control de calidad	79
5.2.1. Resistencia mecánica	79
5.2.2. Estanqueidad	80
5.2.3. Características neumáticas	80
5.2.4. Resistencia a la fatiga	81
5.3. Marcado	81
TITULO II: CONDICIONES FACULTATIVAS	83
CAPÍTULO I. DELIMITACION GENERAL DE FUNCIONES TÉCNICAS	83
Artículo 1. El Ingeniero Director	83
Artículo 2. El Graduado en Ingeniería	83
Artículo 3. El Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra	83
Artículo 4. El Constructor	84
Artículo 5. El Promotor - Coordinador de gremios	84
CAPÍTULO II: DE LAS OBLIGACIONES Y DERECHOS GENERALES DEL CONSTRUCTOR O CONTRATISTA	84
Artículo 6. Verificación de los documentos del proyecto	84
Artículo 7. Oficina en la obra	84
Artículo 8. Representación del contratista.	85

Artículo 9. Presencia del constructor en la obra _____	85
Artículo 10. Trabajos no estipulados expresamente _____	85
Artículo 11. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto _____	85
Artículo 12. Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa _____	86
Artículo 13. Recusación por el contratista del personal nombrado por el Ingeniero _____	86
Artículo 14. Faltas del personal _____	86
Artículo 15. Subcontratas _____	86
CAPÍTULO III. PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A TRABAJOS MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES _____	86
Artículo 16. Caminos y accesos _____	86
Artículo 17. Replanteo _____	87
Artículo 18. Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos _	87
Artículo 19. Orden de los trabajos _____	87
Artículo 20. Facilidades para otros contratistas _____	87
Artículo 21. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor _____	87
Artículo 22. Prórroga por causa de fuerza mayor _____	88
Artículo 23. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra _____	88
Artículo 24. Condiciones generales de ejecución de los trabajos _____	88
Artículo 25. Obras ocultas _____	88
Artículo 26. Trabajos defectuosos _____	88
Artículo 27. Vicios ocultos _____	89
Artículo 28. De los materiales y de los aparatos. Su procedencia _____	89
Artículo 29. Presentación de muestras _____	89
Artículo 30. Materiales no utilizables _____	89
Artículo 31. Materiales y aparatos defectuosos _____	89
Artículo 32. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos _____	90
Artículo 33. Limpieza de las obras _____	90
Artículo 34. Obras sin prescripciones _____	90
CAPÍTULO IV: DE LAS RECEPCIONES DE EDIFICIOS Y OBRAS ANEJAS _____	90
Artículo 35. De las recepciones provisionales _____	90
Artículo 36. Documentación final de la obra _____	91
Artículo 37. Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra _____	91
Artículo 38. Plazo de garantía _____	91
Artículo 39. Conservación de la obras recibidas provisionalmente _____	91
Artículo 40. De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida _____	91
TÍTULO III: CONDICIONES ECONÓMICAS _____	92
CAPÍTULO I: PRINCIPIO GENERAL _____	92
Artículo 1. _____	92
Artículo 2. _____	92
CAPÍTULO II: FIANZAS Y GARANTÍAS _____	92
Artículo 3. _____	92

Artículo 4. Fianza provisional _____	92
Artículo 5. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza _____	92
Artículo 6. De su devolución general _____	92
Artículo 7. Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales _____	93
CAPÍTULO III: DE LOS PRECIOS _____	93
Artículo 8. Composición de los precios unitarios _____	93
Artículo 9. Precios de contrata. Importe de contrata _____	94
Artículo 10. Precios contradictorios _____	94
Artículo 11. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios ____	94
Artículo 12. De la revisión de los precios contratados _____	94
Artículo 13. Acopio de materiales _____	95
CAPÍTULO IV: OBRAS POR ADMINISTRACIÓN _____	95
Artículo 14. Administración _____	95
Artículo 15. Obras por Administración directa _____	95
Artículo 16. Obras por Administración delegada o indirecta _____	95
Artículo 17. Liquidación de obras por Administración _____	96
Artículo 18. Abono al Constructor de las cuentas de Administración delegada _____	96
Artículo 19. Normas para la adquisición de materiales y aparatos ____	96
Artículo 20. Del Constructor en el bajo rendimiento de los obreros ____	97
Artículo 21. Responsabilidad del Constructor _____	97
CAPÍTULO V: DE LA VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS ____	97
Artículo 22. Formas varias de abono de las obras _____	97
Artículo 23. Relaciones valoradas y certificaciones _____	98
Artículo 24. Mejoras de obras libremente ejecutadas _____	99
Artículo 25. Abono de trabajos presupuestados con partida alzada ____	99
Artículo 26. Abono de agotamientos, ensayos y otros trabajos especiales no contratados _____	99
Artículo 27. Pagos _____	99
Artículo 28. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía _____	100
CAPÍTULO VI: DE LAS INDEMNIZACIONES MUTUAS _____	100
Artículo 29. Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras _____	100
Artículo 30. Demora de los pagos por parte del propietario _____	100
CAPÍTULO VII: VARIOS _____	101
Artículo 31. Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios _____	101
Artículo 32. Unidades de obra defectuosas pero aceptables _____	101
Artículo 33. Seguro de las obras _____	101
Artículo 34. Conservación de la obra _____	102
Artículo 35. Uso por el Contratista de edificio o bienes del Promotor _	102
TÍTULO IV: CONDICIONES LEGALES _____	103
Artículo 1. Preliminar _____	103
Artículo 2. Contratista _____	103
Artículo 3. Sistemas de contratación _____	103
Artículo 4. Adjudicación de las obras _____	103
Artículo 5. Formalización del contrato _____	103
Artículo 6. Responsabilidad del contratista _____	104

Artículo 7. Accidentes de trabajo y daños a terceros_____	104
Artículo 8. Pago de tributos _____	104
Artículo 9. Hallazgos _____	105
Artículo 10. Causas de rescisión del contrato _____	105
Artículo 11. Litigios y reclamaciones el contratista _____	106
Artículo 12. Liquidación en caso de rescisión _____	106
Artículo 13. Dudas y omisiones en la realización del proyecto _____	106
Artículo 14. Tribunales_____	106

TITULO I: CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

PRIMERA PARTE: CONDICIONES GENERALES

Artículo 1. Naturaleza y objeto del pliego general

El presente Pliego de Condiciones particulares del Proyecto tiene por finalidad regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al Promotor o dueño de la obra, al Contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, al Ingeniero y Ingeniero Técnico, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

Artículo 2. Documentación del contrato de obra

Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

1. Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiera.
2. Memoria, planos, mediciones y presupuesto.
3. El presente Pliego de Condiciones particulares.
4. El Pliego General de Condiciones.

Las órdenes e instrucciones de la Dirección facultativa de las obras se incorporan al Proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

Artículo 3. Calidad de los materiales

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Los productos de construcción que se incorporen con carácter permanente a los edificios, en función de su uso previsto, llevarán el marcado CE, de conformidad con la Directiva 89/106/CEE de productos de construcción, transpuesta por el Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, modificado por el Real Decreto 1329/1995, de 28 de julio, y disposiciones de desarrollo, u otras Directivas Europeas que les sean de aplicación.

Artículo 4. Pruebas y ensayos de materiales

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad.

Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

Artículo 5. Materiales no consignados en proyecto

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Artículo 6. Condiciones generales de ejecución

Condiciones generales de ejecución. Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción, de acuerdo con las condiciones establecidas en el artículo 7, del Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

SEGUNDA PARTE: DE CARÁCTER AGRARIO

CAPÍTULO I : LABORES GENERALES DE CULTIVO

Artículo 1. Diseño de plantación

La disposición de la plantación, densidad, marco de plantación y orientación de las filas, se realizará de acuerdo con las descripciones efectuadas en el Anejo III: Estudio de alternativas.

Artículo 2. Labores previas

Las labores previas a la plantación, se realizarán conforme al orden en que se describen en el Anejo IV: Ingeniería del proceso.

Artículo 3. Plantación

La plantación de los árboles se realizará con el arado plantador de la forma que se indica en el Anejo IV: Ingeniería del proceso, realizándose seguidamente un riego y una revisión de plantones.

Artículo 4. Procedencia y tipo de plantones

Los plantones utilizados procederán de viveros especializados, que garanticen la calidad y sanidad de los mismos, siendo estos de las características que se adjuntan en el Anejo IV: Ingeniería del proceso. Dichos plantones serán revisados por el capataz inmediatamente después de ser recibidos, pudiendo éste rechazar aquellos que no cumplan las condiciones exigidas.

El material vegetal utilizado será selecto y de calidad, es decir, será planta certificada por el Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero, sometida a la selección clonal y libre de virus.

Artículo 5. Plazo de plantación

La plantación se realizará siguiendo rigurosamente normas, orden y tiempos que se marcan en el Anejo IV: Ingeniería del proceso.

Artículo 6. Reposición de marras

A principios del mes de mayo, del mismo año en que se lleva a cabo la plantación, se procederá a la revisión de la plantación, realizando la reposición de

marras habidas en la plantación, y realizando las posibles correcciones de las mismas, así como, la revisión sanitaria de los plantones.

CAPÍTULO II: TÉCNICAS DE CULTIVO

Artículo 7. Calendario de labores

En la recolección, poda y tratamientos fitosanitarios, se deberán de cumplir las fechas de inicio y de fin de las mismas, impuestas por afección al cultivo o comercialización de los frutos.

El capataz o encargado de la plantación, puede contratar personal eventual en horas extras, si fuese necesario, para cumplir las normas que se indican en el Anejo IV: Ingeniería del proceso.

El capataz de la finca podrá variar los calendarios de labores, siempre y cuando haya una causa que los justifique y no afecten a las normas básicas y principios expresados en el Documento 1: Memoria, haciendo hincapié en lo referente al mantenimiento del suelo y la formación de árboles.

CAPÍTULO III: FORMACIÓN Y PODA

Artículo 8. Normas a seguir

El sistema de formación elegido se realizará conforme a 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 los mismos.

Artículo 17. Riqueza de los fertilizantes

La riqueza de los fertilizantes debe venir expresada como N, para el nitrógeno, P₂O₅ para el fósforo y K₂O para el potasio.

Artículo 18. Envasado y etiquetado

Todos los abonos envasados o transportados en camiones cisterna, deberán llevar en la etiqueta de la factura, expresado en letra, el porcentaje de riqueza de cada elemento fertilizante, la denominación y clase de abono, el peso neto y la dirección del fabricante o comerciante que los elabore o manipule. Los envases y camiones cisterna deben de ir precintados.

Artículo 19. Facturas

Además de los detalles expuestos en el artículo 18, en las facturas deberán figurar el número y clase de envase, el precio total de la partida y la firma de conformidad de ambas partes.

Artículo 20. Fraude

En caso de fraude o sospecha del mismo, con relación a los fertilizantes adquiridos, se inmovilizará la partida en cuestión y se tomarán tres muestras por los ingenieros agrónomos o técnicos agrícolas del servicio de defensa contra fraudes, para su posterior análisis, del que derivarán las responsabilidades mencionadas anteriormente.

Artículo 21. Peticiones

El capataz será el encargado de realizar la petición de las partidas de abonos, así como de programar la fertirrigación conforme a lo expuesto en el Anejo IV: Ingeniería del proceso.

Artículo 22. Manejo

Las mezclas y distribución de abonos se harán bajo las recomendaciones técnicas que correspondan a cada caso, ajustándose siempre a los criterios de compatibilidad de los abonos.

Artículo 23. Almacenamiento

El almacenamiento de los abonos se hará siempre de modo que conserven intactas todas sus propiedades, guardándose en los tanques de la caseta preservados de toda humedad.

Artículo 24. Empleo

Se seguirán las normas, en cuanto a las dosis y tipos de fertilizantes, expresadas en el proyecto. En caso de no disponer de ninguno de ellos, se consultará la utilización de otro producto alternativo.

CAPÍTULO VI: MANTENIMIENTO DEL SUELO

Artículo 25. Normas a seguir

El sistema de mantenimiento elegido se realizará conforme a lo establecido (siguiendo los pasos y fechas) en el Anejo IV, Ingeniería del proceso, teniendo especial cuidado durante los primeros años, debido a que en estos el árbol será más delicado.

Artículo 26. Mano de obra

Dichas labores de mantenimiento serán realizadas por el capataz.

Artículo 27. Forma y dosis de aplicación

La aplicación de los herbicidas será por medio del pulverizador. El tipo y dosis de estos productos se especifica en el Anejo IV: Ingeniería del proceso.

Artículo 28. Labor de segadora

Se realizará con la trituradora de restos de poda, siguiendo la forma de llevarla a cabo y la época que se reseña en el proyecto (Anejo IV: Ingeniería del proceso).

CAPÍTULO VII: PRODUCTOS FITOSANITARIOS

Artículo 29. Manejo

El capataz será el encargado de la conducción del tractor y aplicación de los productos fitosanitarios por medio del atomizador. El usuario deberá ir con el equipo de protección, compuesto por una máscara, traje y guantes, siempre y cuando la dirección técnica o el fabricante del producto así lo indiquen.

Artículo 30. Limpieza

Después de cada tratamiento fitosanitario, se realizará una limpieza del equipo de tratamientos, para evitar la mezcla de los mismos. El capataz se encargará de realizar estas operaciones.

Artículo 31. Almacenamiento

Los productos fitosanitarios se guardarán en la nave almacén, bien cerrados y en sus envases, siendo controlado su uso y llevando un riguroso control de las cantidades utilizadas. El capataz será el encargado de realizar estas tareas.

Artículo 32. Normativa

Los productos fitosanitarios que se empleen en la explotación deberán cumplir la normativa vigente, según el Real Decreto 3349/1983 de noviembre y órdenes ministeriales del 1 de abril de 1976 y 7 de octubre de 1976. En consecuencia deberán estar inscritos en el registro oficial de productos y material fitosanitario. El capataz de la explotación deberá estar, al menos, en posesión del carné de manipulador de productos fitosanitarios nivel básico.

Artículo 33. Fraude

En caso de duda sobre la autenticidad de los productos o de sus etiquetas, se realizarán los análisis oportunos en la delegación de agricultura, o bien en el servicio de defensa contra fraudes del ministerio de agricultura.

Artículo 34. Seguridad

En caso de utilizar productos peligrosos, se adoptarán las medidas que se reflejan en el artículo 29, pero en caso de afección o intoxicado se seguirán las indicaciones que aparezcan en la etiqueta del producto usado.

En los tratamientos, fundamentalmente en los previos a la recolección, se tendrán en cuenta los plazos de seguridad que estipula el fabricante y se cumplirán estrictamente.

Se instalará un botiquín de urgencia equipado según las normas del ministerio de sanidad y seguridad social, en el que figuren visiblemente las pautas a seguir en caso de intoxicación.

Artículo 35. Mezcla

El uso y mezcla de productos fitosanitarios se hará bajo asesoramiento técnico.

Artículo 36. Aplicación

El capataz, como encargado jefe de la explotación no usará nuevos productos fitosanitarios, ni variará la dosis de los utilizados, sin consultar previamente con el director técnico, el cual deberá determinar por escrito las normas de utilización de los mismos. Los tratamientos fitosanitarios se darán en la época y forma en que se explica en los cuadros de cultivo y a la dosis estrictamente indicada en el Anejo IV: Ingeniería del proceso.

Artículo 37. Envasado y etiquetado

Los productos deberán estar envasados, precintados y etiquetados según el modelo oficial. En él constará el número de registro del producto y la composición química, así como la expresión de riqueza de la materia activa.

Artículo 38. Facturas

Las facturas de compra de productos fitosanitarios consignarán todos los datos que se relacionan en las etiquetas, expuestos en el artículo 37, así como el firmado de conformidad de ambas partes.

CAPÍTULO VIII: RECOLECCIÓN

Artículo 39. Normas a seguir

Las pautas a seguir en la recolección serán las expresadas en el Anejo IV: Ingeniería del proceso.

Artículo 40. Mano de obra

Se contratarán peones no especializados para la recolección, siendo esta una operación supervisada por el capataz.

Artículo 41. Plazo de tiempo

Se tendrá un cuidado extremo en las fechas de inicio y fin de la recolección, como se adjunta en el Anejo IV, Ingeniería del proceso.

Si fuese necesario se realizarán horas extras para llevar a cabo el cumplimiento de las mismas. Se podrán adelantar o retrasar estas fechas, siendo labor del capataz elegir la fecha adecuada, cuando la cosecha, debido a las condiciones climatológicas, se adelante o se retrase.

Artículo 42. Material

Las cajas y material utilizado en la recolección serán tal y como se reflejan en el Anejo IV: Ingeniería del proceso.

CAPÍTULO IX: MAQUINARIA Y EQUIPOS

Artículo 43. Características

Las características de la maquinaria están reseñadas en el Anejo IV: Ingeniería del proceso, maquinaria y equipos. Si por alguna circunstancia, no fueran exactamente estas, queda autorizado el capataz de la explotación a introducir las variantes oportunas, siempre y cuando las innovaciones introducidas estén de acuerdo con las labores a efectuar y la experiencia del capataz, sin que repercuta en las condiciones económicas y establecidas.

Artículo 44. Utilización

La maquinaria de la explotación solo será utilizada por manos expertas y en los trabajos para los cuales fueron adquiridas.

Artículo 45. Manejo y mantenimiento

Se cumplirán las normas que figuren en los libros de instrucciones de la maquinaria, en especial cuando concierne a engrase, ajuste y conservación de los diferentes elementos, siendo el capataz el que debe de realizarlo.

Todos los residuos de la maquinaria (aceites utilizados, ruedas gastadas, piezas...) serán depositados en contenedores especiales o lugares habilitados para ello.

Artículo 46. Almacenamiento

La maquinaria permanecerá en el almacén siempre que no se esté utilizando, evitando con ello su deterioro por exposición a la intemperie.

Artículo 47. Averías

Las averías producidas en la maquinaria durante su uso en la explotación son incumbencia del propietario y los gastos de reparación correrán por su cuenta. Para averías de reconocida entidad mecánica, solo estará facultado, para su reparación, el especialista de la casa distribuidora, recibiendo la ayuda, si esta fuera necesaria, del capataz.

Artículo 48. Seguridad personal

En lo que al uso de maquinaria se refiere, el operario deberá trabajar en las condiciones de máxima seguridad.

Artículo 49. Reglamentación

Los tractores deberán estar inscritos en la sección agronómica de las delegaciones del ministerio de agricultura, y tienen que cumplir con los requisitos de dicha inscripción.

CAPÍTULO X: OBLIGACIONES DEL CAPATAZ Y EMPLEADOS

Artículo 50. Obligaciones del capataz

Es obligación del capataz el conocer las técnicas de cultivo de la plantación.

Es obligación del capataz el contratar al personal necesario para la realización de las labores de poda y de recolección, siempre con la previa conformidad del propietario.

El capataz atenderá a cuantas ordenes le sean comunicadas por el propietario o por el Director de obra.

Es obligación del capataz llevar al día las distintas partes de la organización y control de las técnicas de cultivo, llevando estrictamente el cuaderno diario de la explotación, donde anotará aspectos que tengan relación con la misma, como pueden ser los tiempos invertidos en las técnicas de cultivo, las fechas de realización de las mismas, las materias primas utilizadas, el personal eventual utilizado y su paga y el control de la maquinaria y del riego.

Todas las salidas y entradas en la explotación, en materias de contabilidad, serán anotadas y archivadas en forma de facturas y/o recibos.

Cualquier variación de los precios de los jornales debe de ser comunicada por el capataz al propietario de la explotación.

Es responsabilidad del capataz el abrir y cerrar la nave, cuidando que ningún material o equipo quede fuera de la nave, excepto causa de fuerza mayor, una vez se haya cerrado la nave.

Es obligación del capataz el empleo y realización de las técnicas de cultivo de la explotación que estén bajo su tutela, según el documento N° 1, memoria.

El capataz poseerá una copia de las técnicas de cultivo, de los jornales, del estudio económico,... que se incluyen en el proyecto.

Artículo 51. Obligaciones del empleado

Es obligación de todos los empleados el cumplir las normas de uso y seguridad de la maquinaria y de los productos fertilizantes y fitosanitarios.

Una vez puestas en conocimiento del capataz estas condiciones, y verificando el oportuno reconocimiento, se podrán llevar esas condiciones a un documento, que deberá de ser firmado por el propietario y por empleados.

Los empleados serán los responsables de los fallos cometidos por el cumplimiento de las presentes condiciones.

CAPÍTULO XI: COMERCIALIZACIÓN

Artículo 52. Manejo

Los frutos serán depositados en remolques, de la forma especificada en el Anejo IV: Ingeniería del proceso.

Artículo 53. Transporte

Los remolques cargados con los frutos serán transportados hasta el almacén que haya comprado la producción, habiendo sido la compra previamente pactada.

TERCERA PARTE: CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN

CAPÍTULO I: CONDICIONES GENERALES DE LOS MATERIALES Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Artículo 1. Emplazamiento

El emplazamiento de la explotación será el indicado en el Documento 2: Planos.

Artículo 2. Sistema general de distribución

Todas las unidades de obra que se detallan en las hojas adjuntas de mediciones, presupuesto y las complementarias, serán ejecutadas de acuerdo con las normas de la construcción.

Artículo 3. Profundidad de la cimentación

Por la propia naturaleza de la cimentación, se entenderá que las cotas de profundidad que se citan en el proyecto no son sino un primer dato aproximado, 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 éste material o su consolidación.

Fase de ejecución

Durante la ejecución de los trabajos se tomarán las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia del terreno no excavado. En especial, se adoptarán las medidas necesarias para evitar los siguientes fenómenos: inestabilidad de taludes en roca debida a voladuras inadecuadas, deslizamientos ocasionados por el descalce del pie de la excavación, erosiones locales y encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso de las obras.

- **Limpieza y desbroce del terreno y retirada de la tierra vegetal:**

Todos los tocones y raíces mayores de 10 cm de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a 50 cm por debajo de la rasante de excavación y no menor de 15 cm bajo la superficie natural del terreno.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces, se rellenarán con material análogo al suelo que ha quedado descubierto, y se compactará hasta que su superficie se ajuste al terreno existente.

La tierra vegetal se extenderá en el interior de la finca objeto del proyecto.

- **Evacuación de las aguas y agotamientos:**

El contratista adoptará las medidas necesarias para evitar la entrada de agua y mantener libre de agua la zona de las excavaciones. Las aguas superficiales serán desviadas y encauzadas antes de que alcancen las proximidades de los taludes o paredes de la excavación, para evitar que la estabilidad del terreno pueda quedar disminuida por un incremento de presión del agua intersticial y para que no se produzcan erosiones de los taludes.

- **Tierra vegetal:**

La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones y que no se hubiera extraído en el desbroce, se removerá y se acopiará para su utilización posterior en protección de taludes o superficies erosionables, o donde ordene el director de obra.

Todos los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos, y demás usos fijados en el proyecto, o que señale el director de obra. Las rocas o bolas de piedra que aparezcan en la explanada en zonas de desmonte en tierra, deberán eliminarse.

La superficie de la explanada quedará limpia y los taludes estables.

Para aceptar la unidad, se realizarán 2 comprobaciones cada 1000 m² de planta.

Los puntos de observación para la realización de las comprobaciones serán los siguientes:

- Limpieza y desbroce del terreno.
- El control de los trabajos de desbroce se realizará mediante inspección ocular, comprobando que las superficies desbrozadas se ajustan a lo especificado. Se controlará:
 - Situación del elemento. Cota de la explanación. Situación de vértices del perímetro.
 - Distancias relativas a otros elementos. Forma y dimensiones del elemento.
 - Horizontalidad: nivelación de la explanada.
 - Altura: grosor de la franja excavada. Condiciones de borde exterior. Limpieza de la superficie de la explanada en cuanto a eliminación de restos vegetales y restos susceptibles de pudrición.
- Retirada de tierra vegetal: Comprobación geométrica de las superficies resultantes tras la retirada de la tierra vegetal.

Conservación hasta la recepción de las obras

No se concentrarán cargas superiores a 200 kg/m junto a la parte superior de bordes ataluzados ni se modificará la geometría del talud socavando en su pie o coronación.

Cuando se observen grietas paralelas al borde del talud se consultará a técnico competente que dictaminará su importancia y en su caso la solución a adoptar.

No se depositarán basuras, escombros o productos sobrantes de otros tajos, y se regará regularmente. Se mantendrán exentos de vegetación, tanto en la superficie como en los taludes.

5.1.3. Medición y abono

- **Metro cuadrado de limpieza y desbroce del terreno.** Con medios manuales o mecánicos.
- **Metro cúbico de retirada de tierra vegetal.** Retirado y apilado de capa de tierra vegetal, con medios manuales o mecánicos.

5.2. Excavación en zanjas y pozos

Excavaciones abiertas y asentadas en el terreno, accesibles a operarios, realizadas con medios manuales o mecánicos, con ancho o diámetro no mayor de 2 m ni profundidad superior a 7 m.

Las zanjas son excavaciones con predominio de la longitud sobre las otras dos dimensiones, mientras que los pozos son excavaciones de boca relativamente estrecha con relación a su profundidad.

5.2.1. De los componentes

Productos constituyentes:

- **Entibaciones.** Tablones y codales de madera, clavos, cuñas, etc.
- **Maquinaria.** Pala cargadora, compresor, retroexcavadora, martillo neumático, martillo rompedor, motoniveladora, etc.
- **Materiales auxiliares.** Bomba de agua, etc.

5.2.2. De la ejecución

Preparación

Antes de comenzar las excavaciones, estarán aprobados por la dirección facultativa el replanteo y las circulaciones que rodean al corte.

Las camillas de replanteo serán dobles en los extremos de las alineaciones, y estarán separadas del borde del vaciado no menos de 1 m.

Se solicitará de las correspondientes Compañías, la posición y solución a adoptar para las instalaciones que puedan ser afectadas por la excavación, así como la distancia de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

Se dispondrán puntos fijos de referencia, en lugares que no puedan ser afectados por la excavación, a los que se referirán todas las lecturas de cotas de nivel y desplazamientos horizontales y/o verticales de los puntos del terreno y/o edificaciones próximas señalados en la documentación técnica. Las lecturas diarias de los desplazamientos referidos a estos puntos, se anotarán en un estadillo para su control por la dirección facultativa.

Se determinará el tipo, situación, profundidad y dimensiones de cimentaciones que estén a una distancia de la pared del corte igual o menor de dos veces la profundidad de la zanja. Se evaluará la tensión de compresión que transmite al terreno la cimentación próxima.

El contratista notificará al director de las obras, con la antelación suficiente el comienzo de cualquier excavación, a fin de que éste pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado.

Fase de ejecución

Una vez efectuado el replanteo de las zanjas o pozos, el director de obra autorizará el inicio de la excavación.

La excavación continuará hasta llegar a la profundidad señalada en los planos y obtenerse una superficie firme y limpia a nivel o escalonada, según se ordene por la dirección facultativa.

El director de obra podrá autorizar la excavación en terreno meteorizable o erosionable hasta alcanzar un nivel equivalente a 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería o conducción a instalar y posteriormente excavar, en una segunda fase, el resto de la zanja hasta la rasante definitiva del fondo.

El comienzo de la excavación de zanjas o pozos, cuando sea para cimientos, se acometerá cuando se disponga de todos los elementos necesarios para proceder a su construcción, y se excavarán los últimos 30 cm en el momento de hormigonar.

Los fondos de las zanjas se limpiarán de todo material suelto y sus grietas o hendiduras se rellenarán con el mismo material que constituya el apoyo de la tubería o conducción.

En general, se evitará la entrada de aguas superficiales a las excavaciones, achicándolas lo antes posible cuando se produzcan, y adoptando las soluciones previstas para el saneamiento de las profundas.

En tanto se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondo de la excavación, se conservarán las contenciones, apuntalamientos y apeos realizados para la sujeción de las construcciones y/o terrenos adyacentes, así como de vallas y/o cerramientos.

Los productos de excavación de la zanja, aprovechables para su relleno posterior, se podrán depositar en caballones situados a un solo lado de la zanja, y a una separación del borde de la misma de un mínimo de 60 cm.

Acabados

Se retirarán los fragmentos de roca, lajas, bloques, y materiales térreos, que hayan quedado en situación inestable en la superficie final de la excavación, con el fin de evitar posteriores desprendimientos.

El refino de tierras se realizará siempre recortando y no recreciendo, si por alguna circunstancia se produce un sobreebanco de excavación, inadmisibles bajo el punto de vista de estabilidad del talud, se rellenará con material compactado.

En los terrenos meteorizables o erosionables por lluvias, las operaciones de refino se realizarán en un plazo comprendido entre 3 y 30 días, según la naturaleza del terreno y las condiciones climatológicas del sitio.

Control y aceptación

Las zanjas se inspeccionarán cada 20 m o fracción, y los pozos cada unidad.

Controles durante la ejecución

Los puntos de observación serán los siguientes:

- **Replanteo.**
 - Cotas entre ejes.
 - Dimensiones en planta.
 - Zanjas y pozos. No aceptación de errores superiores al 2,5/1000 y variaciones iguales o superiores a ± 10 cm.
- **Durante la excavación del terreno.**
 - Comparar terrenos atravesados con lo previsto en Proyecto y Estudio Geotécnico.
 - Identificación del terreno de fondo en la excavación. Compacidad.
 - Comprobación cota de fondo.
 - Excavación colindante a medianerías. Precauciones.
 - Nivel freático en relación con lo previsto.
 - Defectos evidentes, cavernas, galerías, colectores, etc.
 - Agresividad del terreno y/o del agua freática.
 - Pozos. Entibación en su caso.
- **Comprobación final.**
 - El fondo y paredes de las zanjas y pozos terminados, tendrán las formas y dimensiones exigidas, con las modificaciones inevitables autorizadas, debiendo refinarse hasta conseguir unas diferencias de ± 5 cm, con las superficies teóricas.
 - Las irregularidades localizadas, previa a su aceptación, se corregirán de acuerdo con las instrucciones de la dirección facultativa.
 - Se comprobarán las cotas y pendientes, verificándolo con las estacas colocadas en los bordes del perfil transversal de la base del firme y en los correspondientes bordes de la coronación de la trinchera.

Conservación hasta la recepción de las obras

Se conservarán las excavaciones en las condiciones de acabado, tras las operaciones de refino, limpieza y nivelación, libres de agua y con los medios necesarios para mantener la estabilidad.

En los casos de terrenos meteorizables o erosionables por las lluvias, la excavación no deberá permanecer abierta a su rasante final más de 8 días sin que sea protegida o finalizados los trabajos de colocación de la tubería, cimentación o conducción a instalar en ella.

5.2.3. Medición y abono

- Metro cúbico de excavación a cielo abierto, medidos sobre planos de perfiles transversales del terreno, tomados antes de iniciar este tipo de excavación, y aplicadas las secciones teóricas de la excavación, en terrenos deficientes, blandos, medios, duros y rocosos, con medios manuales o mecánicos.

- Metro cuadrado de refino, limpieza de paredes y/o fondos de la excavación y nivelación de tierras. En terrenos deficientes, blandos, medios y duros, con medios manuales o mecánicos, sin incluir carga sobre transporte.

5.3. Relleno y apisonado de zanjas y pozos

Se definen como obras de relleno, las consistentes en la extensión y compactación de suelos procedentes de excavaciones o préstamos que se realizan en zanjas y pozos.

5.3.1. De los componentes

Productos constituyentes

Tierras o suelos procedentes de la propia excavación o de préstamos autorizados por la dirección facultativa.

Control y aceptación

Previa a la extensión del material se comprobará que es homogéneo y que su humedad es la adecuada para evitar su segregación durante su puesta en obra y obtener el grado de compactación exigido.

Los acopios de cada tipo de material se formarán y explotarán de forma que se evite su segregación y contaminación, evitándose una exposición prolongada del material a la intemperie, formando los acopios sobre superficies no contaminantes y evitando las mezclas de materiales de distintos tipos.

El soporte

La excavación de la zanja o pozo presentará un aspecto cohesivo. Se habrán eliminado los lentejones y los laterales y fondos estarán limpios y perfilados.

5.3.2. De la ejecución

Preparación

Cuando el relleno haya de asentarse sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán las segundas, conduciéndolas fuera del área donde vaya a realizarse el relleno, ejecutándose éste posteriormente.

Fase de ejecución

En general, se verterán las tierras en el orden inverso al de su extracción cuando el relleno se realice con tierras propias. Se rellenará por tongadas apisonadas de 20 cm, exentas las tierras de áridos o terrones mayores de 8 cm.

En los últimos 50 cm se alcanzará una densidad seca del 100% de la obtenida en el ensayo Próctor Normal y del 95% en el resto. Cuando no sea posible este control, se comprobará que el pisón no deje huella tras apisonarse fuertemente el terreno y se reducirá la altura de tongada a 10 cm y el tamaño del árido o terrón a 4 cm. Si las tierras de relleno son arenosas, se compactará con bandeja vibratoria.

Control y aceptación

Las zanjas se inspeccionarán cada 50 m³ o fracción, y no se realizarán menos de una inspección por zanja.

Se rechazará si la compactación no se ajusta a lo especificado o si presenta asientos en su superficie. Se comprobará, para volúmenes iguales, que el peso de muestras de terreno apisonado no sea menor que el terreno inalterado colindante.

Conservación hasta la recepción de las obras

El relleno se ejecutará en el menor plazo posible, cubriéndose una vez terminado, para evitar en todo momento la contaminación del relleno por materiales extraños o por agua de lluvia que produzca encharcamientos superficiales.

Si a pesar de las precauciones adoptadas, se produjese una contaminación en alguna zona del relleno, se eliminará el material afectado, sustituyéndolo por otro en buenas condiciones.

5.3.3. Medición y abono

- **Metro cúbico de relleno y extendido de material filtrante.** Compactado, incluso refino de taludes.
- **Metro cúbico de relleno de zanjas o pozos.** Con tierras propias, tierras de préstamo y arena, compactadas por tongadas uniformes, con pisón manual o bandeja vibratoria.

Artículo 6. Base de zahorra natural

Los materiales serán áridos no triturados procedentes de graveras o depósitos naturales, o bien suelos granulares, o mezcla de ambos.

La fracción cernida por el tamiz 0,063 UNE, será menor que los dos tercios (2/3) de la fracción cernida por el tamiz 0,25 UNE, en peso.

El contenido ponderal de compuestos de azufre totales (expresados en SO₃), determinado según la UNE-EN 1744-1, será inferior al cinco por mil (< 0,5 %) donde los materiales están en contacto con capas tratadas con cemento, e inferior al uno por ciento (< 1 %) en los demás casos.

El tamaño máximo no será superior a la mitad (1/2) del espesor de la tongada extendida y compactada.

El coeficiente de desgaste medido por el ensayo de Los Ángeles será inferior a cuarenta (40). El ensayo se realizará según la norma UNE-EN 1097-2.

El material estará exento de terrones de arcilla, marga, materia orgánica o cualquier otra que pueda afectar a la durabilidad de la capa.

El coeficiente de limpieza según la Norma UNE 146130 deberá ser inferior a dos (2). El Equivalente de Arena será mayor de treinta (30).

Tendrá un C.B.R. mayor de veinte (20).

El material será “no plástico” (UNE 103104).

La compactación exigida para la base de zahorra natural será de noventa y ocho por ciento (98 %) de la máxima obtenida en el ensayo "Proctor modificado" y se realizará por tongadas, convenientemente humectadas, de un espesor comprendido entre diez y treinta centímetros (10 cm - 30 cm), después de compactarlas.

La zahorra natural no se extenderá hasta que se haya comprobado que la superficie sobre la que haya de asentarse tenga las condiciones de calidad y forma previstas, con las tolerancias establecidas.

La ejecución de la base deberá evitar la segregación del material, creará las pendientes necesarias para el drenaje superficial y contará con una humectación uniforme. Todas las operaciones de aportación de agua tendrán lugar antes de la compactación. Después la única humectación admisible será la destinada a lograr en superficie la humedad necesaria para la ejecución de la capa siguiente. La superficie acabada no podrá tener irregularidades superiores a veinte milímetros (20 mm.) y no podrá rebasar a la superficie teórica en ningún punto. Las zahorras naturales se podrán emplear siempre que la condiciones climatológicas no hayan producido alteraciones en la humedad del material tales que se supere en más de dos (2) puntos porcentuales la humedad óptima. Se suspenderá la ejecución con temperatura ambiente a la sombra, igual o inferior a dos grados centígrados (2°C).

En todos los extremos no señalados en el presente Pliego, la ejecución de esta unidad de obra se ajustará a lo indicado en el artículo "Zahorras" del PG-3.

Medición y abono

Esta unidad se medirá y abonará al precio que para el metro cúbico (m³) de subbase de zahorra natural figura en el Cuadro de Precios Número 1 que incluye el material, su manipulación, transporte, extendido, humectación, compactación y operaciones complementarias de preparación de la superficie de asiento y terminación.

Artículo 7. Hormigones

El hormigón armado es un material compuesto por otros dos: el hormigón (mezcla de cemento, áridos y agua y, eventualmente, aditivos y adiciones, o solamente una de estas dos clases de productos) y el acero, cuya asociación permite una mayor capacidad de absorber solicitaciones que generen tensiones de tracción, disminuyendo además la fisuración del hormigón y confiriendo una mayor ductilidad al material compuesto.

Nota: Todos los artículos y tablas citados a continuación se corresponden con la Instrucción EHE-08 "Instrucción de Hormigón Estructural", salvo indicación expresa distinta.

7.1. De los componentes

Productos constituyentes

- **Hormigón para armar.** Se tipificará de acuerdo con el artículo 39.2 indicando la resistencia característica especificada, que no será inferior a 25 N/mm² en hormigón armado, (artículo 30.5); el tipo de consistencia, medido por su asiento en cono de Abrams, (artículo 30.6); el tamaño máximo del árido (artículo 28.2) y la designación del ambiente (artículo 8.2.1).

- **Tipos de hormigón.**

- Hormigón fabricado en central de obra o preparado.
- Hormigón no fabricado en central.

- **Materiales constituyentes.**

- Cemento.

Los cementos empleados podrán ser aquellos que cumplan la vigente Instrucción para la Recepción de Cementos (RC-08), correspondan a la clase resistente 32,5 o superior y cumplan las especificaciones del artículo 26 de la Instrucción EHE-08.

El cemento se almacenará de acuerdo con lo indicado en el artículo 26.3; si el suministro se realiza en sacos, el almacenamiento será en lugares ventilados y no húmedos; si el suministro se realiza a granel, el almacenamiento se llevará a cabo en silos o recipientes que lo aislen de la humedad.

- 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- 810 - 12 - 14 - 16 -20 -25 - 32 y 40 mm.
- Mallas electrosoldadas: Los diámetros nominales de los alambres corrugados empleados se ajustarán a la serie siguiente: 5 - 5,5 - 6- 6,5 - 7 - 7,5 - 8- 8,5 - 9 - 9,5 - 10 -10,5 - 11 - 11,5- 12 y 14 mm.

Cumplirán los requisitos técnicos establecidos en las UNE 36068:94, 36092:96 y 36739:95 EX, respectivamente, entre ellos las características mecánicas mínimas, especificadas en el artículo 31 de la instrucción EHE-08.

Tanto durante el transporte como durante el almacenamiento, las armaduras pasivas se protegerán de la lluvia, la humedad del suelo y de posibles agentes agresivos. Hasta el momento de su empleo se conservarán en obra, cuidadosamente clasificadas según sus tipos, calidades, diámetros y procedencias.

Control y aceptación

A. Hormigón fabricado en central de obra u hormigón preparado

- **Control documental.**

En la recepción se controlará que cada carga de hormigón vaya acompañada de una hoja de suministro, firmada por persona física, a disposición de la dirección de obra, y en la que figuren, los datos siguientes:

1. Nombre de la central de fabricación de hormigón.
2. Número de serie de la hoja de suministro.
3. Fecha de entrega.

4. Nombre del peticionario y del responsable de la recepción.
5. Especificación del hormigón.
 - a) Tipo, clase, y marca del cemento.
 - b) Consistencia.
 - c) Tamaño máximo del árido.
 - d) Tipo de aditivo, según UNE-EN 934-2:98, si lo hubiere, y en caso contrario, indicación expresa de que no contiene.
 - e) Procedencia y cantidad de adición (cenizas volantes o humo de sílice, artículo 29.2) si la hubiere, y en caso contrario, indicación expresa de que no contiene.
6. Designación específica del lugar del suministro (nombre y lugar).
7. Cantidad del hormigón que compone la carga, expresada en metros cúbicos de hormigón fresco.
8. Identificación del camión hormigonera (o equipo de transporte) y de la persona que proceda a la descarga, según artículo 69.2.9.2.
9. Hora límite de uso para el hormigón.

La dirección de obra podrá eximir de la realización del ensayo de penetración de agua cuando, además, el suministrador presente una documentación que permita el control documental sobre los siguientes puntos:

1. Composición de las dosificaciones de hormigón que se va a emplear.
2. Identificación de las materias primas.
3. Copia del informe con los resultados del ensayo de determinación de profundidad de penetración de agua bajo presión realizados por laboratorio oficial o acreditado, como máximo con 6 meses de antelación.
4. Materias primas y dosificaciones empleadas en la fabricación de las probetas utilizadas en los anteriores ensayos, que deberán coincidir con las declaradas por el suministrador para el hormigón empleado en obra.

• **Ensayos de control del hormigón.**

El control de la calidad del hormigón comprenderá el de su resistencia, consistencia y durabilidad:

1. Control de la consistencia (artículo 83.2). Se realizará siempre que se fabriquen probetas para controlar la resistencia, en control reducido o cuando lo ordene la dirección de obra.
2. Control de la durabilidad (artículo 85). Se realizará el control documental, a través de las hojas de suministro, de la relación a/c y del contenido de cemento. Si las clases de exposición son M o IV o cuando el ambiente presente cualquier clase de exposición específica, se realizará el control de la penetración de agua. Se realizará siempre que se fabriquen probetas para controlar la resistencia, en control reducido o cuando lo ordene la dirección de obra.
3. Control de la resistencia (artículo 84). Con independencia de los ensayos previos y característicos (preceptivos si no se dispone de experiencia previa en materiales, dosificación y proceso de ejecución previstos), y de los ensayos de información complementaria, la Instrucción EHE-08 establece con carácter

preceptivo el control de la resistencia a lo largo de la ejecución del elemento mediante los ensayos de control, indicados en el artículo 88.

- 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-08).

Se establece la recepción del cemento conforme a la vigente Instrucción para la Recepción de Cementos (RC-08). El responsable de la recepción del cemento deberá conservar una muestra preventiva por lote durante 100 días.

Control documental

Cada partida se suministrará con un albarán y documentación anexa, que acredite que está legalmente fabricado y comercializado, de acuerdo con lo establecido en el apartado 9, Suministro e Identificación de la Instrucción RC-97.

Ensayos de control

Antes de comenzar el hormigonado, o si varían las condiciones de suministro y cuando lo indique la dirección de obra, se realizarán los ensayos de recepción previstos en la Instrucción RC-08 y los correspondientes a la determinación del ión cloruro, según el artículo 26 de la Instrucción EHE-08.

Al menos una vez cada tres meses de obra y cuando lo indique la dirección de obra, se comprobarán: componentes del cemento, principio y fin de fraguado, resistencia a compresión y estabilidad de volumen.

Distintivo de calidad. Marca AENOR. Homologación MICT.

Cuando el cemento posea un distintivo reconocido o un CC-EHE, se le eximirá de los ensayos de recepción. En tal caso, el suministrador deberá aportar la documentación de identificación del cemento y los resultados de autocontrol que se posean.

Con independencia de que el cemento posea un distintivo reconocido o un 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).

- Aqua (artículos 27 y 81.2).

Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, se realizarán los siguientes ensayos según normas UNE: Exponente de hidrógeno pH. Sustancias disueltas. Sulfatas. Ion Cloruro. Hidratos de carbono. Sustancias orgánicas solubles en éter.

- Áridos (artículo 28).

Control documental

Cada carga de árido irá acompañada de una hoja de suministro que estará en todo momento a disposición de la dirección de obra, y en la que figuren los datos que se indican en el artículo 28.4.

Ensayos de control: (según normas UNE): Terrones de arcilla. Partículas blandas (en árido grueso). Materia que flota en líquido de p.e. = 2. Compuesto de azufre. Materia orgánica (en árido fino). Equivalente de arena. Azul de metileno. Granulometría. Coeficiente de forma. Finos que pasan por el tamiz 0,063 UNE EN 933-2:96. Determinación de cloruros. Además para firmes rígidos en viales: Friabilidad de la arena. Resistencia al desgaste de la grava. Absorción de agua. Estabilidad de los áridos.

Salvo que se disponga de un certificado de idoneidad de los áridos que vayan a utilizarse emitido como máximo un año antes de la fecha de empleo, por un laboratorio oficial o acreditado, deberán realizarse los ensayos indicados.

- Aditivos (artículo 29).

Control documental

No podrán utilizarse aditivos que no se suministren correctamente etiquetados y acompañados del certificado de garantía del fabricante, firmado por una persona física. Cuando se utilicen cenizas volantes o humo de sílice, se exigirá el correspondiente certificado de garantía emitido por un laboratorio oficial u oficialmente acreditado con los resultados de los ensayos prescritos en el artículo 29.2.

Ensayos de control

Se realizarán los ensayos de aditivos y adiciones indicados en los artículos 29 y 81.4 acerca de su composición química y otras especificaciones.

Antes de comenzar la obra se comprobará en todos los casos el efecto de los aditivos sobre las características de calidad del hormigón. Tal comprobación se realizará mediante los ensayos previos citados en el artículo 86.

- Acero en armaduras pasivas.

Control documental

- a) Aceros certificados (con distintivo reconocido o CC-EHE según artículo 1): Cada partida de acero irá acompañada de:
1. Acreditación de que está en posesión del mismo.
 2. Certificado específico de adherencia, en el caso de barras y alambres corrugados.
 3. Certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física, en el que se indiquen los valores límites de las diferentes características expresadas en los artículos 31.2 (barras corrugadas), 31.3 (mallas electrosoldadas) y 31.4

(armaduras básicas electrosoldadas en celosía) que justifiquen que el acero cumple las exigencias contenidas en la Instrucción EHE-08.

- b) Aceros no certificados (sin distintivo reconocido o CC-EHE según artículo 1): Cada partida de acero irá acompañada de:
1. Resultados de los ensayos correspondientes a la composición química, características mecánicas y geométricas, efectuados por un organismo de los citados en el artículo 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 resaltos, según el art. 31.2, se realizará el ensayo de doblado-desdoblado indicado en el artículo 31.2 y 31.3.
2. En el caso de existir empalmes por soldadura se comprobará la soldabilidad (artículo 90.4). Las condiciones de aceptación o rechazo se establecen en el artículo 90.5.

Compatibilidad

Se prohíbe el empleo de aluminio en moldes que vayan a estar en contacto con el hormigón. Se tomarán las precauciones necesarias, en función de la agresividad ambiental a la que se encuentre sometido cada elemento, para evitar su degradación pudiendo alcanzar la duración de la vida útil acordada. Se adoptarán las prescripciones respecto a la durabilidad del hormigón y de las armaduras, según el artículo 37, con la selección de las formas estructurales adecuadas, la calidad adecuada del hormigón y en especial de su capa exterior, el espesor de los recubrimientos de las armaduras, el valor máximo de abertura de fisura, la disposición de protecciones superficiales en 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.

Preparación

Deberán adoptarse las medidas necesarias durante el proceso constructivo, para que se verifiquen las hipótesis de carga consideradas en el cálculo de las estructura (empotramientos, apoyos, etc.).

Además de las especificaciones que se indican a continuación, son de observación obligada todas las normas y disposiciones que exponen la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08 y la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02. En caso de duda o contraposición de criterios, serán efectivos los que den las Instrucciones, siendo intérprete la dirección facultativa de las obras. Documentación necesaria para el comienzo de las obras.

Disposición de todos los medios materiales y comprobación del estado de los mismos. Replanteo de la estructura que va a ejecutarse. Condiciones de diseño

Fases de ejecución

• Ejecución de la ferralla.

- **Corte.** Se llevará a cabo de acuerdo con las normas de buena práctica, utilizando cizallas, sierras, discos o máquinas de oxicorte y quedando prohibido el empleo del arco eléctrico.
- **Doblado, según artículo 66.3.** Las barras corrugadas se doblarán en frío, ajustándose a los planos e instrucciones del proyecto, se realizará con medios mecánicos, con velocidad moderada y constante, utilizando mandriles de tal forma que la zona doblada tenga un radio de curvatura constante y con un diámetro interior que cumpla las condiciones establecidas en el artículo 66.3.

Los cercos y estribos podrán doblarse en diámetros inferiores a los indicados con tal de que ello no origine en dichos elementos un principio de fisuración. En ningún caso el diámetro será inferior a 3 cm ni a 3 veces el diámetro de la barra.

En el caso de mallas electrosoldadas rigen también siempre las limitaciones que el doblado se efectúe a una distancia igual a 4 diámetros contados a partir del nudo, o soldadura, más próximo. En caso contrario el diámetro mínimo de doblado no podrá ser inferior a 20 veces el diámetro de la armadura.

Colocación de las armaduras. Las jaulas o ferralla serán lo suficientemente rígidas y robustas para asegurar la inmovilidad de las bañas durante su transporte y montaje y el hormigonado de la pieza, de manera que no varíe su posición especificada en proyecto y permitan al hormigón envolventes sin dejar coqueas.

La distancia libre, horizontal y vertical, entre dos bañas aisladas consecutivas, salvo el caso de grupos de bañas, será igual o superior al mayor de los tres valores siguientes:

1. 2 cm
2. El diámetro de la mayor.
3. 1,25 veces el tamaño máximo del árido.

- **Separadores.** Los calzos y apoyos provisionales en los encofrados y moldes deberán ser de hormigón, mortero o plástico o de otro material apropiado, quedando prohibidos los de madera y, si el hormigón ha de quedar visto, los metálicos.

Se comprobarán en obra los espesores de recubrimiento indicados en proyecto, que en cualquier caso cumplirán los mínimos del artículo 37.2.4.

Los recubrimientos deberán garantizarse mediante la disposición de los correspondientes elementos separadores colocados en obra.

- **Anclajes.** Se realizarán según indicaciones del artículo 66.5.
- **Empalmes.** No se dispondrán más que aquellos empalmes indicados en los planos y los que autorice la dirección de obra. En los empalmes por solapo, la separación entre las bañas será de 4 diámetros como máximo.

En las armaduras en tracción esta separación no será inferior a los valores indicados para la distancia libre entre barras aisladas.

Para los empalmes por solapo en grupo de barras y de mallas electrosoldadas se ejecutará lo indicado respectivamente, en los artículos 66.6.3 y 66.6.4. Para empalmes mecánicos se estará a lo dispuesto en el artículo 66.6.6.

Los empalmes por soldadura deberán realizarse de acuerdo con los procedimientos de soldadura descritos en la UNE 36832:97, y ejecutarse por operarios debidamente cualificados.

Las soldaduras a tope de barras de distinto diámetro podrán realizarse siempre que la diferencia entre diámetros sea inferior a 3 mm.

- **Fabricación y transporte a obra del hormigón.**

Las materias primas se amasarán de forma que se consiga una mezcla íntima y uniforme, estando todo el árido recubierto de pasta de cemento.

La dosificación del cemento, de los áridos y en su caso, de las adiciones, se realizará por peso. No se mezclarán masas frescas de hormigones fabricados con cementos no compatibles debiendo limpiarse las hormigoneras antes de comenzar la fabricación de una masa con un nuevo tipo de cemento no compatible con el de la masa anterior.

- Hormigón fabricado en central de obra o preparado.

En cada central habrá una persona responsable de la fabricación, con formación y experiencia suficiente, que estará presente durante el proceso de producción y que será distinta del responsable del control de producción.

En la dosificación de los áridos, se tendrá en cuenta las correcciones debidas a su humedad, y se utilizarán básculas distintas para cada fracción de árido y de cemento. El tiempo de amasado no será superior al necesario para garantizar la uniformidad de la mezcla del hormigón, debiéndose evitar una duración excesiva que pudiera producir la rotura de los áridos.

La temperatura del hormigón fresco debe, si es posible, ser igual o inferior a 30 °C e igual o superior a 5°C en tiempo frío o con heladas. Los áridos helados deben ser descongelados por completo previamente o durante el amasado.

- Hormigón no fabricado en central.

La dosificación del cemento se realizará por peso. Los áridos pueden dosificarse por peso o por volumen, aunque no es recomendable este segundo procedimiento. El amasado se realizará con un período de batido, a la velocidad del régimen, no inferior a noventa segundos.

El fabricante será responsable de que los operarios encargados de las operaciones de dosificación y amasado tengan acreditada suficiente formación y experiencia.

- Transporte del hormigón preparado.

El transporte mediante amasadora móvil se efectuará siempre a velocidad de agitación y no de régimen.

El tiempo transcurrido entre la adición de agua de amasado y la colocación del hormigón no debe ser mayor a una hora y media.

En tiempo caluroso, el tiempo límite debe ser inferior salvo que se hayan adoptado medidas especiales para aumentar el tiempo de fraguado.

- **Cimbras, encofrados y moldes (artículo 65).**

Serán lo suficientemente estancos para impedir una pérdida apreciable de pasta entre las juntas, indicándose claramente sobre el encofrado la altura a hormigonar y los elementos singulares.

El encofrado (los fondos y laterales) estará limpio en el momento de hormigonar, quedando el interior pintado con desencofrante antes del montaje, sin que se produzcan goteos, de manera que el desencofrante no impedirá la ulterior aplicación de revestimiento ni la posible ejecución de juntas de hormigonado, especialmente cuando sean elementos que posteriormente se hayan de unir para trabajar solidariamente. El empleo de estos productos deberá ser expresamente autorizado por la dirección facultativa. Las superficies internas se limpiarán y humedecerán antes del vertido del hormigón. La sección del elemento no quedará disminuida en ningún punto por la introducción de elementos del encofrado ni de otros.

No se transmitirán al encofrado vibraciones de motores. El desencofrado se realizará sin golpes y sin sacudidas.

Los encofrados se realizarán de madera o de otro material suficientemente rígido. Podrán desmontarse fácilmente, sin peligro para las personas y la construcción, apoyándose las cimbras, pies derechos, etc. que sirven para mantenerlos en su posición, sobre cuñas, cajas de arena y otros sistemas que faciliten el desencofrado.

Las cimbras, encofrados y moldes poseerán una resistencia y rigidez suficientes para garantizar el cumplimiento de las tolerancias dimensionales y para resistir sin deformaciones perjudiciales las acciones que puedan producirse como consecuencia del proceso de hormigonado, las presiones del hormigón fresco y el método de compactación empleado.

Las caras de los moldes estarán bien lavadas. Los moldes ya usados que deban servir para unidades repetidas serán cuidadosamente rectificadas y limpiadas.

- **Puesta en obra del hormigón.**

No se colocarán en obra masas que acusen un principio de fraguado.

No se colocarán en obra tongadas de hormigón cuyo espesor sea superior al que permita una compactación completa de la masa.

No se efectuará el hormigonado en tanto no se obtenga la conformidad de la dirección de obra.

El hormigonado de cada elemento se realizará de acuerdo con un plan previamente establecido en el que se deberán tenerse en cuenta las deformaciones previsibles de encofrados y cimbras.

En general, se controlará que el hormigonado del elemento, se realice en una jornada.

Se adoptarán las medidas necesarias para que, durante el vertido y colocación de las masas de hormigón, no se produzca disgregación de la mezcla, evitándose los movimientos bruscos de la masa, o el impacto contra los encofrados verticales y las armaduras. Queda prohibido el vertido en caída libre para alturas superiores a un metro.

- **Compactación, según artículo 70.2.**

Se realizará mediante los procedimientos adecuados a la consistencia de la mezcla, debiendo prolongarse hasta que refluya la pasta a la superficie.

Como criterio general el hormigonado en obra se compactará por:

- Picado con barra: los hormigones de consistencia blanda o fluida, se picarán hasta la capa inferior ya compactada.
- Vibrado normal en los hormigones plásticos o blandos. Vibrado 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 deseeque.

- **Curado del hormigón, según artículo 74.**

Se deberán tomar las medidas oportunas para asegurar el mantenimiento de la humedad del hormigón durante el fraguado y primer período de endurecimiento, mediante un adecuado curado. Este se prolongará durante el plazo necesario en función del tipo y clase de cemento, de la temperatura y grado de humedad del ambiente, etc. y será determinada por la dirección de obra.

Si el curado se realiza mediante riego directo, éste se hará sin que produzca deslavado de la superficie y utilizando agua sancionada como aceptable por la práctica. Queda prohibido el empleo de agua de mar.

- **Descimbrado, desencofrado y desmoldeo, según artículo 75.**

Las operaciones de descimbrado, desencofrado y desmoldeo no se realizarán hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar, con suficiente seguridad y sin deformaciones excesivas, los esfuerzos a los que va a estar sometido, durante y después de estas operaciones, y en cualquier caso, precisarán la autorización de la dirección de obra.

En el caso de haber utilizado cemento de endurecimiento normal, pueden tomarse como referencia los períodos mínimos de la tabla 75.

Acabados

Las superficies vistas, una vez desencofradas o desmoldeadas, no presentarán coqueras o irregularidades que perjudiquen al comportamiento de la obra a su aspecto exterior.

Para los acabados especiales se especificarán los requisitos directamente o bien mediante patrones de superficie.

Para el recubrimiento o relleno de las cabezas de anclaje, orificios, entalladuras, cajetines, etc., que deba efectuarse una vez terminadas las piezas, en general se utilizarán morteros fabricados con masas análogas a las empleadas en el hormigonado de dichas piezas, pero retirando de ellas los áridos de tamaño superior a 4mm. Todas las superficies de mortero se acabarán de forma adecuada.

Control y aceptación

- Directorio de agentes involucrados. Existencia de libros de registro y órdenes reglamentarios.
- Existencia de archivo de certificados de materias, hojas de suministro, resultados de control, documentos de proyecto y sistema de clasificación de cambios de proyecto o de información complementaria. Revisión de planos y documentos contractuales.
- Existencia de control de calidad de materiales de acuerdo con los niveles especificados.
- Comprobación general de equipos: certificados de tarado, en su caso.
- Suministro y certificado de aptitud de materiales.
- Comprobaciones de replanteo y geométricas.
 - Comprobación de cotas, niveles y geometría.

- Comprobación de tolerancias admisibles.
- Cimbras y andamiajes.
 - Existencia de cálculo, en los casos necesarios.
 - Comprobación de planos.
 - Comprobación de cotas y tolerancias.
 - Revisión del montaje.
- Armaduras.
 - Disposición, número y diámetro de barras, según proyecto.
 - Corte y doblado.
 - Almacenamiento.
 - Tolerancias de colocación.
 - Recubrimientos y separación entre armaduras. Utilización de calzos, separadores y elementos de suspensión de las armaduras para obtener el recubrimiento adecuado y posición correcta.
 - Estado de anclajes, empalmes y accesorios.
- Encofrados.
 - Estanqueidad, rigidez y textura.
 - Tolerancias.
 - Posibilidad de limpieza, incluidos los fondos.
 - Geometría.
- Transporte, vertido y compactación del hormigón.
 - Tiempos de transporte
 - Limitaciones de la altura de vertido. Forma de vertido no contra las paredes de la excavación o del encofrado.
 - Espesor de tongadas.
 - Localización de amasadas a efectos del control de calidad del material.
 - Frecuencia del vibrador utilizado.
 - Duración, distancia y profundidad de vibración en función del espesor de la tongada (cosido de tongadas).
 - Vibrado siempre sobre la masa hormigón.
- Curado del hormigón.
 - Mantenimiento de la humedad superficial en los 7 primeros días. Protección de superficies.
 - Predicción meteorológica y registro diario de las temperaturas.
 - Actuaciones:
 - En tiempo frío: prevenir congelación.
 - En tiempo caluroso: prevenir el agrietamiento en la masa del hormigón
 - En tiempo lluvioso: prevenir el lavado del hormigón o En tiempo ventoso: prevenir evaporación del agua
 - Temperatura $\leq - 4^{\circ}\text{C}$ o $\geq a 40^{\circ}\text{C}$, con hormigón fresco: Investigación.
- Desmoldado y descimbrado.
 - Control de sobrecargas de construcción.

- Comprobación de los plazos de descimbrado.
- Comprobación final.
 - Reparación de defectos y limpieza de superficies
 - Tolerancias dimensionales. En caso de superadas, investigación. Se comprobará que las dimensiones de los elementos ejecutados presentan unas desviaciones admisibles para el funcionamiento adecuado de la construcción. El autor del proyecto podrá adoptar el sistema de tolerancias de la Instrucción EHE, Anejo 10, completado o modificado según estime oportuno.

Conservación hasta la recepción de las obras

Durante la ejecución se evitará la actuación de cualquier carga estática o dinámica que pueda provocar daños irreversibles en los elementos ya hormigonados.

7.3. Medición y abono

El hormigón se medirá y abonará por metro cúbico realmente vertido en obra, midiendo entre caras interiores de encofrado de superficies vistas. En las obras de cimentación que no necesiten encofrado se medirá entre caras de terreno excavado. En el caso de que en el Cuadro de Precios la unidad de hormigón se exprese por metro cuadrado como es el caso de soleras, forjado, etc., se medirá de esta forma por metro cuadrado realmente ejecutado, incluyéndose en las mediciones todas las desigualdades y aumentos de espesor debidas a las diferencias de la capa inferior. Si en el Cuadro de Precios se indicara que está incluido el encofrado, acero, etc., siempre se considerará la misma medición del hormigón por metro cúbico o por metro cuadrado. En el precio van incluidos siempre los servicios y costos de curado de hormigón.

Artículo 8. Morteros

Dosificación de morteros

Se fabricarán los tipos de morteros especificados en las unidades de obra, indicándose cual ha de emplearse en cada caso para la ejecución de las distintas unidades de obra.

Fabricación de morteros

Los morteros se fabricarán en seco, continuándose el batido después de verter el agua en la forma y cantidad fijada, hasta obtener una plasta homogénea de color y consistencia uniforme sin palomillas ni grumos.

Medición y abono

El mortero suele ser una unidad auxiliar y, por tanto, su medición va incluida en las unidades a las que sirve: fábrica de ladrillos, enfoscados, pavimentos, etc. En algún caso excepcional se medirá y abonará por metro cúbico, obteniéndose su precio del Cuadro de Precios si lo hay u obteniendo un nuevo precio contradictorio.

Artículo 9. Carpintería metálica

Ventanas y puertas compuestas de hoja/s fija/s, abatible/s, corredera/s, plegables, oscilobatientes o pivotantes, realizadas con perfiles de aluminio, con protección de anodizado o lacado. Recibidas sobre el cerramiento o en ocasiones fijadas sobre precerco. Incluirán todos los junquillos, patillas de fijación, chapas,

tornillos, burletes de goma, accesorios, así como los herrajes de cierre y de colgar necesarios.

9.1. De los Componentes

Productos constituyentes

Preferido, en los casos que se incluye, este podrá ser de perfil tubular conformado en frío de acero galvanizado, o de madera.

Perfiles y chapas de aleación de aluminio con protección anódica de espesor variable, en función de las condiciones ambientales en que se vayan a colocar:

- 15 micras, exposición normal y buena limpieza.
- 20 micras, en interiores con rozamiento.
- 25 micras, en atmósferas marina o industrial agresiva.

El espesor mínimo de pared en los perfiles es 1,5 mm, En el caso de perfiles vierteaguas 0,5 mm y en el de junquillos 1 mm

Accesorios para el montaje de los perfiles: escuadras, tornillos, patillas de fijación, etc.; y burletes de goma, cepillos, además de todos accesorios y herrajes necesarios. Juntas perimetrales. Cepillos en caso de correderas.

Control y aceptación

El nombre del fabricante o marca comercial del producto. Ensayos (según normas UNE):

- Medidas y tolerancias. (Inercia del perfil).
- Espesor del recubrimiento anódico.
- Calidad del sellado del recubrimiento anódico.

El suministrador acreditará la vigencia de la Certificación de Conformidad de los perfiles con los requisitos reglamentarios.

Inercia de los perfiles (podrá 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 estanqueidad, debe consistir en someter los paños más desfavorables a escorrentía durante 8 horas conjuntamente con el resto de la fachada, pudiendo seguir las disposiciones de la norma NTE-FCA.

Controles durante la ejecución: puntos de observación. Unidad y frecuencia de inspección: 2 cada 50 unidades.

- Fijaciones laterales: mínimo dos en cada lateral. Empotramiento adecuado.
- Fijación a la caja de persiana o dintel: tres tornillos mínimo.
- Fijación al antepecho: taco expansivo en el centro del perfil (mínimo)
- Comprobación de la protección y del sellado perimetral.
- Se permitirá un desplome máximo de 2 mm por m en la carpintería. Y en algunos casos ésta deberá estar enrasada con el paramento.

Conservación hasta la recepción de las obras

Se conservará la protección de la carpintería hasta el revestimiento de la fábrica y la colocación del acristalamiento.

No se apoyarán pescantes de sujeción de andamios, poleas para elevar cargas, mecanismos para limpieza exterior u otros objetos que puedan dañarla.

9.3. Medición y abono

Metro cuadrado de carpintería o superficie del hueco a cerrar, totalmente terminada, incluyendo los herrajes de cierre y de colgar, con todos los accesorios necesarios; así como colocación, sellado, protección durante las obras y limpieza final. No se incluyen persianas o todos, ni acristalamientos.

9.4. Mantenimiento

- **Uso.** No se modificará la carpintería, ni se colocarán acondicionadores de aire sujetos a la misma, sin que previamente se aprueben estas operaciones por técnico competente.
- **Conservación.** Cada tres años, o antes si se apreciara falta de estanquidad, roturas o mal funcionamiento, se inspeccionará la carpintería, Se repararán los defectos que puedan aparecer en ella.
- Todos los años se limpiará la suciedad y residuos de polución, detergente no alcalino y utilizando trapos o esponjas que no rayen la superficie.
- **Reparación y reposición.** En caso de rotura o pérdida de estanquidad de perfiles, deberán reintegrarse las condiciones iniciales o precederse a la sustitución de los elementos afectados.

Artículo 10. Pintura

Revestimiento continuo con pinturas y barnices de paramentos y elementos de estructura, carpintería, cerrajería e instalaciones, previa preparación de la superficie o no con imprimación, situados al interior o al exterior, que sirven como elemento decorativo o protector.

10.1. De los componentes

Productos constituyentes

- **Imprimación.** Servirá de preparación de la superficie a pintar, podrá ser: imprimación para galvanizados y metales no férreos, 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.

Conductores y mecanismos

- **Identificación.** Según especificaciones de proyecto
- **Distintivo de calidad.** Marca de Calidad AENOR homologada por el Ministerio de Fomento para materiales y equipos eléctricos.

Contadores y equipos

- **Distintivos.** Centralización de contadores. Tipo homologado por el MICT. Cuadros generales de distribución. Tipos homologados por el MICT.
- El instalador debe poseer calificación de Empresa Instaladora.

Aparatos y pequeño material eléctrico para instalaciones de baja tensión

- **Distintivo de calidad.** Marca AENOR homologada por el Ministerio de Fomento. Cables eléctricos, accesorios para cables e hilos para electrobobinas.
- **Distintivo de calidad.** Marca AENOR homologada por el Ministerio de Fomento.

El resto de componentes de la instalación deberán recibirse en obra conforme a: la documentación del fabricante, la normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la dirección facultativa durante la ejecución de las obras.

El soporte

El soporte serán los paramentos horizontales y verticales, donde la instalación podrá ser vista o empotrada.

En el caso de instalación vista, esta se fijará con tacos y tornillos a paredes y techos, utilizando como aislante protector de los conductores tubos, bandejas o canaletas.

Para la instalación empotrada los tubos flexibles de protección, se dispondrán en el interior de rozas practicadas a los tabiques. Las rozas no tendrán una profundidad mayor de 4 cm sobre ladrillo macizo y de un canuto sobre el ladrillo hueco, el ancho no será superior a dos veces su profundidad. Las rozas se realizarán preferentemente en las tres hiladas superiores. Si no es así tendrá una longitud máxima de 100 cm. Cuando se realicen rozas por las dos caras del tabique, la distancia entre rozas paralelas, será de 50 cm.

11.2. De la ejecución

Preparación

Se comprobará que todos los elementos de la instalación de baja tensión, coinciden con su desarrollo en proyecto, y en caso contrario se redefinirá en presencia de la dirección facultativa. Se marcará por Instalador autorizado y en presencia de la dirección facultativa los diversos componentes de la instalación, como tomas de corriente, puntos de luz, canalizaciones, cajas.

Al marcar los tendidos de la instalación se tendrá en cuenta la separación mínima de 30 cm con la instalación de fontanería. Se comprobará la situación de la acometida, ejecutada esta según R.E.B.T. y normas particulares de la compañía suministradora.

Fase de ejecución

Se colocará la caja general de protección en lugar de permanente acceso desde la vía pública, y próxima a la red de distribución urbana o centro de transformación. La caja de la misma deberá estar homologada y disponer de dos orificios que alojarán los conductos (metálicos protegidos contra la corrosión, fibrocemento o PVC rígido, autoextinguible de grado 7 de resistencia al choque) para la entrada de la acometida de la red general. Dichos conductos tendrán un diámetro mínimo de 150 mm o sección equivalente, y se colocarán inclinados hacia la vía pública. La caja de protección quedará empotrada y fijada sólidamente al paramento por un mínimo de 4 puntos, las dimensiones de la hornacina superarán las de la caja en 15 cm en todo su perímetro y su profundidad será de 30 cm como mínimo.

Las puertas serán de tal forma que impidan la introducción de objetos, colocándose a una altura mínima de 20 cm sobre el suelo, y con hoja y marco metálicos protegidos frente a la corrosión. Dispondrán de cerradura normalizada por la empresa suministradora y se podrá revestir de cualquier material.

Se ejecutará la línea repartidora hasta el recinto de contadores, discurriendo por lugares de uso común con conductores aislados en el interior de tubos empotrados, tubos en montaje superficial o con cubierta metálica en montaje superficial, instalada en tubo cuya sección permita aumentar un 100% la sección de los conductos instalada inicialmente. La unión de los tubos será roscada o embutida. Cuando tenga una longitud excesiva se dispondrán los registros adecuados. Se procederá a la colocación de los conductores eléctricos, sirviéndose de pasa hilos (guías) impregnadas de sustancias que permitan su deslizamiento por el interior.

El recinto de contadores, se construirá con materiales no inflamables, no estará atravesado por conducciones de otras instalaciones que no sean eléctricas. Sus paredes no tendrán resistencia inferior a la del tabicón del 9 y dispondrá de sumidero, ventilación natural e iluminación (mínimo 100 lx). Los módulos de centralización quedarán fijados superficialmente con tornillos a los paramentos verticales, con una altura mínima de 50 cm y máxima de 1,80 cm.

Se ejecutará la derivación individual, previo trazado y replanteo, que se realizarán a través de canaladuras empotradas o adosadas. Los tubos por los que se tienden los conductores se sujetarán mediante bases soportes y con abrazaderas y los empalmes entre los mismos se ejecutarán mediante manguitos de 100 mm de longitud. Se colocará el cuadro general de distribución e interruptores de potencia ya sea en superficie fijada como mínimo por 4 puntos o empotrada, en cuyo caso se ejecutará como mínimo en tabicón de 12 cm de espesor.

Se ejecutará la instalación interior. Las cajas de derivación quedarán a una distancia de 20 cm del techo. El tubo aislante penetrará 0,5 cm en las cajas donde se realizará la conexión de los cables (introducidos estos con ayuda de pasahilos) mediante bornes o dedales aislantes.

El recorrido de los tubos, de aislante rígido, se sujetará mediante grapas y las uniones de conductores se realizarán en cajas de derivación igual que en la instalación empotrada. Se realizará la conexión de los conductores a las regletas, mecanismos y equipos.

Acabados

Terminada la instalación eléctrica interior, se protegerán las cajas y cuadros de distribución para evitar que queden tapados por los revestimientos posteriores de los paramentos. Una vez realizados estos trabajos se descubrirán y se colocarán los automatismos eléctricos, embellecedores y tapas.

Control y aceptación

- Situación. Adosado de la tapa. Conexiones. Identificación de conductores. Instalación interior: Unidad y frecuencia de inspección: cada 4 viviendas o equivalente.
- Dimensiones trazado de las rozas.
- Identificación de los circuitos. Tipo de tubo protector. Diámetros.
- Identificación de los conductores. Secciones. Conexiones.
- Paso a través de elementos constructivo. Juntas de dilatación.
- Acometidas a cajas.
- Se respetan los volúmenes de prohibición y protección en locales húmedos.
- Red de equipotencialidad: dimensiones y trazado de las rozas. Tipo de tubo protector. Diámetro. Sección del conductor. Conexiones.
- De conductores entre fases (sí es trifásica o bifásica), entre fases y neutro y entre fases y tierra.

Conservación hasta la recepción de las obras

Se preservarán todos los componentes de la instalación del contacto con materiales agresivos y humedad.

11.3. Medición y abono

Los conductores se medirán y valorarán por metro lineal de longitud de iguales características, todo ello completamente colocado incluyendo tubo, bandeja o canal de aislamiento y parte proporcional de cajas de derivación y ayudas de albañilería cuando existan.

El resto de elementos de la instalación, como caja general de protección, módulo de contador, mecanismos.

- Por unidad totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones necesarios para su correcto funcionamiento.
- Por unidades de enchufes y de puntos de luz incluyendo partes proporcionales de conductores, tubos, cajas y mecanismos.

11.4. Mantenimiento

El papel del usuario debe limitarse a la observación de la instalación y sus prestaciones, y dar aviso a instalador autorizado de cualquier anomalía encontrada. Limpieza superficial con trapo seco de los mecanismos interiores, tapas, cajas...

Conservación

- **Caja general de protección.**

Cada 2 años, o después de producirse algún incidente en la instalación, se comprobará mediante inspección visual el estado del interruptor de corte y de los fusibles de protección, el estado frente a la corrosión de la puerta del nicho y la continuidad del conductor de puesta a tierra del marco metálico de la misma.

Cada 5 años se comprobarán los dispositivos de protección contra cortocircuitos, contactos directos e indirectos, así como sus intensidades nominales en relación a la sección de los conductores que protegen.

- **Línea repartidora.**

Cada 2 años, o después de producirse algún incidente en la instalación, se comprobará mediante inspección visual los bornes de abroche de la línea repartidora en la CGP. Se comprobarán las condiciones de ventilación, desagüe e iluminación, así como de apertura y accesibilidad al local.

Cada 5 años se comprobará el aislamiento entre fases y entre cada fase y neutro. Centralización de contadores: Se verificará el estado del interruptor de corte en carga, comprobándose su estabilidad y posición.

Siempre que se revisen las instalaciones, se repararán los defectos encontrados y, en el caso que sea necesario, se repondrán las piezas que lo precisen.

Artículo 12. Precauciones a adoptar

Las precauciones a adoptar durante la construcción de la obra serán las previstas por la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el trabajo aprobada por O.M. de 9 de marzo de 1971 y R.D. 1627/97 de 24 de octubre.

Artículo 13. Control del hormigón

Además de los controles establecidos en anteriores apartados y los que en cada momento dictamine la Dirección Facultativa de las obras, se realizarán todos los que prescribe la Instrucción EHE para el proyecto y ejecución de las obras de hormigón estructural.

CUARTA PARTE: CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA DEL SISTEMA DE RIEGO

CAPÍTULO I. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LOS EMISORES UTILIZADOS EN EL RIEGO LOCALIZADO.

El objeto de este pliego es establecer las especificaciones de diseño y de operación de los emisores, y sus métodos de ensayo, así como los datos que deben ser proporcionados por el fabricante para permitir la correcta instalación y manejo en el campo.

Artículo 1. Definición

1.1. Emisor (gotero)

Dispositivo instalado en un ramal de riego y destinado a suministrar agua en forma de gotas, y cuyo caudal, en régimen normal de funcionamiento, no sobrepasa de 16 litros/hora.

1.2. Emisor autocompensante (o de caudal fijo)

Emisor de caudal fijo a presión de agua variable dentro de los límites especificados en la entrada del gotero.

1.3. Entrada del emisor

Sección a través de la cual el agua entra en el emisor.

1.4. Salida del emisor

Orificio, o conjunto de orificios, del emisor a través del cual el agua es emitida y dirigida hacia un punto determinado.

1.5. Presión nominal de ensayo (Pn)

Presión de trabajo descrita en la publicación del fabricante como "Presión nominal de ensayo".

1.6. Campo de variación de presiones de trabajo

Campo de variación de presiones del agua a la entrada del emisor, entre la presión de trabajo mínima (Pmin.) y la presión de trabajo máxima (Pmax.) especificadas por el fabricante del gotero para asegurar su correcto funcionamiento.

1.7. Intervalo de regulación

Intervalo de presiones a la entrada del emisor autocompensante, dentro del cual éste se comporta como autocompensante.

1.8. Caudal nominal de ensayo (qn)

Caudal del emisor en el punto medio del campo de variación de presiones, a la temperatura del agua de 23 + 20 C.

1.9. Tubo portaemisores o lateral de riego

Ramal de riego que suministra el agua directamente a los emisores instalados en el mismo.

Artículo 2. Clasificación

Los emisores se clasifican, de acuerdo con su uniformidad de caudal y su ajuste al caudal nominal, en las dos categorías siguientes:

2.1 Uniformidad categoría A

Emisores de elevada uniformidad de caudal y pequeña desviación respecto del nominal.

2.2. Uniformidad categoría B

Emisores de baja uniformidad de caudal y considerable desviación del caudal respecto del nominal.

Artículo 3. Identificación

Cada emisor debe llevar marcados clara y permanentemente los siguientes datos:

- Nombre del fabricante o de su marca comercial registrada.
- Caudal nominal de ensayo (litros/hora).
- Letra A o B, de acuerdo con su categoría.
- Flecha indicadora de la dirección del flujo (en caso necesario).

Artículo 4. Construcción y materiales

4.1. Construcción

El emisor y todos sus elementos deberán estar bien ejecutados y fabricados, de acuerdo con las recomendaciones de la buena práctica.

Los componentes que pertenezcan a emisores desmontables del mismo tamaño y modelo y producidos por el mismo fabricante, deberán ser intercambiables.

La construcción de un emisor desmontable debe permitir la sustitución de sus distintos elementos componentes. Si son necesarias herramientas especiales deberá suministrarlas el fabricante.

Los diferentes componentes del emisor deberán estar libres de defectos que puedan afectar adversamente a la operación del emisor o reducir su resistencia mecánica.

La conexión del emisor al lateral deberá realizarse de acuerdo con las especificaciones del fabricante, siempre que la conexión cumpla con los requisitos de estas prescripciones relativos a la resistencia a la presión hidráulica interna y a la tracción.

Las dimensiones del tubo de polietileno utilizado en el lateral, serán las especificadas en el correspondiente Pliego de Prescripciones Técnicas.

4.2. Materiales

Los materiales utilizados en la construcción del emisor serán inalterables por el agua, los fertilizantes y los productos químicos comúnmente aplicados en el riego, incluidas las aguas residuales depuradas.

Los emisores no llevarán componentes metálicos sensibles a la corrosión.

Los materiales deberán ser de un tipo que no soporte el crecimiento de algas bacterianas.

Los elementos de plástico del emisor expuestos a la luz del sol deberán estar protegidos contra la degradación por rayos ultravioleta.

Artículo 5. Muestras y condiciones generales de los ensayos

5.1. Muestras para ensayo

Los emisores destinados a ensayo deberán obtenerse al azar a partir de una población de 500 unidades, como mínimo. El número de emisores de la muestra será, como mínimo, de 25. El número de ejemplares destinados a cada ensayo se especifica en el apartado correspondiente.

5.2. Descripción de las condiciones del ensayo

Para la realización de los ensayos, los emisores de la muestra deben estar acoplados a los tubos, siguiendo las recomendaciones del fabricante relativas al tipo de tubo a emplear, al sistema de conexión y a las herramientas a utilizar.

Si el fabricante suministra normalmente los emisores incorporados a los tubos, se utilizará como muestra para el ensayo una cierta longitud del tubo con los goteros incorporados.

Los ensayos deben realizarse con agua filtrada a través de una malla de 100 a 75 micras y a una temperatura del aire ambiente de 23 ± 20 C.

5.3. Precisión de los aparatos de medida

La presión del agua debe medirse con una aproximación de $\pm 0,2$ m. Durante el ensayo, la presión no debe variar en más del 1%.

El caudal del gotero debe medirse con una aproximación de $\pm 1\%$.

Artículo 6. Ensayos de comprobación de características

6.1. Aspecto

Desmontar el emisor en sus elementos componentes (siempre que los elementos estén diseñados para desmontarse). Preparar una sección transversal de cada elemento o del emisor (se éste está hecho de una sola pieza), y comprobar visualmente los defectos estructurales.

El emisor y sus elementos no deberán presentar defectos de fabricación tales como rayas, surcos o resaltes, ni grietas o burbujas sobre la superficie del conducto de agua.

6.2. Conductos interiores del emisor

Medir la más pequeña dimensión del conducto del emisor, con una precisión de 0,02 mm. La dimensión más pequeña del conducto debe estar conforme con la dimensión declarada por el fabricante con una desviación admisible de -15%.

6.3. Resistencia a la presión hidrostática

Se conectará un extremo de la tubería a una fuente de presión hidrostática y se cerrará el otro extremo.

Se realizará el ensayo con un mínimo de 5 emisores instalados en la tubería. Se realizará el ensayo en dos etapas:

- a) Ensayar la estanqueidad del conjunto de la forma siguiente. Se incrementará la presión en tres intervalos: 5 minutos a 0,4 veces la presión máxima de

trabajo, a continuación 5 minutos a 0,8 veces la presión máxima de trabajo, por último 60 minutos a 1,2 veces la presión máxima de trabajo.

No deberá producirse pérdida alguna a través de los componentes del emisor o sus conexiones a la tubería, a excepción de los puntos de descarga del emisor.

- b) Inmediatamente después de completada la etapa (a), se aumentará la presión hasta dos veces la presión máxima de trabajo, y se mantendrá esta situación durante 5 minutos.

Los emisores deberán resistir el ensayo sin sufrir daños y sin desconectarse del conjunto.

Nota: Si el emisor puede ser desmontado para su limpieza o sustitución de elementos y montado de nuevo, el ensayo se realizará después del montaje del emisor, siguiendo las instrucciones del fabricante, tres veces sucesivas.

Artículo 7. Ensayos de funcionamiento

7.1. Uniformidad de caudal

- a) Emisor de salida simple.

La muestra destinada al ensayo, estará compuesta por un mínimo de 25 emisores.

- b) Emisor de salida múltiple.

La muestra destinada al ensayo estará compuesta por un número de emisores comprendido entre 10 y 25. Todas las salidas de los emisores pertenecientes a la muestra deberán estar abiertas y todas ellas se incluirán en el ensayo.

7.1.1. Emisores autocompensantes

Previamente al inicio del ensayo de los emisores de la muestra se someterán, durante un tiempo no inferior a 1 h., a una presión igual al valor central del intervalo de presiones efectivas de trabajo. A continuación, los emisores se someterán por tres veces consecutivas a la presión máxima (P_{máx.}) y, de forma alternativa, tres veces más a la presión mínima (P_{mín.}). Estas presiones extremas se mantendrán, en cada operación, durante un mínimo de 3 minutos. En los 10 minutos posteriores, se situará la presión en el valor medio del intervalo de compensación.

A continuación, y sin alterar la presión de entrada, se realizará el ensayo de caudal de acuerdo con lo expresado en el apartado 7.1.1., exceptuando lo referido a la presión que se mantendrá en el valor medio del intervalo de compensación.

Los emisores se ajustarán a las prescripciones descritas en 7.1.1.

7.2. Curva caudal-presión

Se numerarán los emisores ensayados en el apartado 7.1 de acuerdo con el caudal obtenido. (El número 1 corresponderá al emisor de menor caudal y el nº 25 corresponderá al emisor de mayor caudal).

Se seleccionarán 4 emisores de la serie, concretamente los números 3, 12, 13 y 23 y se estudiará con ellos la variación de caudal producido al variar la presión a la entrada del emisor, con incrementos sucesivos no superiores a 50 kPa.

Cada emisor se someterá a presiones comprendidas entre 0 1,2 P_{máx}. Los emisores autocompensantes se ensayarán a 3 o más diferentes valores de presión, comprendidos en el intervalo de compensación, ascendiendo y descendiendo de nuevo por los valores elegidos para el ensayo. Las mediciones de caudales deberán realizarse después de transcurridos 3 minutos desde que se haya alcanzado la presión de ensayo.

Si en el proceso de ensayo la presión a la entrada del emisor excediera en más de 10 kPa. la presión prevista, durante el ascenso o el descenso, se retomará al valor de presión 0 y se iniciará de nuevo el ensayo.

7.2.1. Emisores autocompensantes

Se calculará para cada valor de su presión de entrada P, la media de los caudales q vertidos por los cuatro emisores, al incrementar y disminuir posteriormente la presión. (Para obtener el valor de q se operará pues con 8 valores de caudal).

La curva q deberá ser conforme a la curva facilitada en las publicaciones del fabricante. Como máximo se admitirán desviaciones del + 5% para todos los valores de presión.

Artículo 8. Datos a facilitar por el fabricante

El fabricante deberá poner a disposición del usuario, juntamente con los emisores, información por escrito que contenga los siguientes datos:

8.1. Indicaciones generales

- a) Año de fabricación.
- b) Número de catálogo del emisor.
- c) Instrucciones para la conexión del emisor.
- d) Tipo de tubería aconsejable para el empleo del emisor y de sus dimensiones.
- e) Limitaciones del uso del emisor (fertilizantes, productos químicos, etc.).
- f) Recomendaciones de filtrado, incluyendo la dimensión del menor paso de agua.
- g) Instrucciones para la limpieza y prevención de obturación del emisor.
- h) Caudal nominal en proceso de lavado (si corresponde).
- i) Categoría del emisor en relación a su uniformidad de caudal.

8.2. Instrucciones de funcionamiento

- a) Instrucciones de mantenimiento, almacenaje y reparaciones.
- b) Intervalo de presiones efectivas de trabajo.
- c) Curva caudal-presión.
- d) Ecuación característica del emisor según apartado 7.3.
- e) Intervalo de autocompensación.
- f) Longitud equivalente en m. de tubería de la pérdida de carga singular originada por la conexión del emisor a la línea de riego.

- g) Coeficiente de variación del caudal, de acuerdo con lo expresado en el apartado 9.1.

CAPÍTULO II. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LAS TUBERÍAS DE POLIETILENO UTILIZADAS EN EL RIEGO LOCALIZADO

Artículo 1. Condiciones generales

1.1. Campo de aplicación

En este pliego se establecen las prescripciones técnicas que han de cumplir los tubos de polietileno de baja, media y alta densidad, así como sus accesorios, utilizados en las redes de conducción de agua a presión para el riego localizado.

1.2. Definiciones

1.2.1. Polietileno

Es un plástico derivado del etileno al que se somete a un proceso de calor y presión que provoca la polimerización. Sus propiedades dependen de su peso molecular, de su densidad y de la distribución estadística de los diferentes pesos moleculares de las macromoléculas.

1.2.2. Tubo de polietileno

Se fabrica mediante un proceso de extrusión a base de resma de polímero de etileno, en forma de granza o de polvo, y de un pigmento de negro de carbono que lo protege contra la acción de los rayos ultravioleta y, por lo tanto, aumenta su estabilidad. El negro de carbono entra en una proporción de 2,5 % + 0,5 % en peso.

1.2.3. Tubo de polietileno de baja densidad (LDPE)

También denominado PE-32, es aquel cuya resma base, sin pigmentar, tiene una densidad 3 igual o menor de 0,930 gr./cm. Los tubos son relativamente blandos y flexibles.

1.2.4. Diámetro nominal

Es el diámetro exterior teórico, expresado en mm, especificado en la norma UNE 53-131 y que forma parte de la identificación de los diversos elementos acoplables entre sí en una instalación.

1.2.5. Diámetro exterior medio en una recta (De)

Es el cociente entre la longitud de la circunferencia exterior del tubo, medida en cualquier sección recta del mismo, y 3,1416, redondeando al 0,1 mm más próximo por exceso.

1.2.6. Diámetro exterior en un punto cualquiera (Di)

Es todo diámetro medido en un punto de cualquier sección recta del tubo, redondeado al 0,1 mm más próximo por exceso.

1.2.7. Espesor nominal (e)

Los espesores nominales se establecen en la norma UNE 53-131.

1.2.8. Espesor en un punto cualquiera (ei)

Es el resultado de la medida del espesor de la pared del tubo en un punto cualquiera, redondeando la medida al 0,05 mm inmediato superior.

1.2.9. Espesor medio (em)

Es la media aritmética de los valores de espesor de la pared del tubo medidos en cuatro puntos equidistantes, tomados al azar, en una misma sección recta. Los cálculos se redondearán al 0,1 mm inmediato superior.

1.2.10. Diámetro interior medio en una sección recta (Di)

Es la diferencia entre el diámetro exterior medio y el doble del espesor medio, medidos ambos en la misma sección recta del tubo.

1.2.11. Ovalación

Es la diferencia entre el diámetro exterior medio y el diámetro exterior máximo o mínimo en una sección recta cualquiera. Se tomará la diferencia de mayor valor absoluto.

1.2.12. Presión nominal (Pn)

Es el valor de la presión interna para la que se ha diseñado el tubo con un coeficiente de seguridad que puede mantenerse sin fallo durante 50 años, teniendo en cuenta un método de extrapolación definido en condiciones estáticas, para una sección dada del tubo que contiene agua a 200 C. El coeficiente de seguridad tiene en cuenta las fluctuaciones de los parámetros que se pueden producir durante el uso continuado del material. La presión nominal se expresa en mega pascales (MPa).

1.2.13. Presión de trabajo (Pt)

Es la presión hidráulica interior máxima, dinámica, estática o transitoria, a la cual puede estar sometido el tubo a su temperatura de utilización una vez instalado definitivamente. Es la presión determinada en el proyecto, y se expresa en MPa (1 MPa = 10 Kg/cm²). La presión de trabajo a 20°C se corresponde con la presión nominal (Pn).

1.2.14. Esfuerzo tangencial de trabajo (σ)

Es el esfuerzo máximo que se puede aplicar a una tubería en condiciones normales, para que al cabo de 50 años mantenga el coeficiente de seguridad utilizado en el cálculo de la presión nominal. Se toma, para el esfuerzo tangencial:

- En los tubos de PE-32: $\sigma = 3,2$ MPa.
- En los tubos de PE-50: $\sigma = 5,0$ MPa.

1.2.15. Serie

Es la relación entre el esfuerzo tangencial de trabajo ~ a 20° C y la presión nominal (Pn) de diseño.

Artículo 2. Medidas y tolerancias

2.1. Medidas y tolerancias

Teniendo en cuenta que en los tubos de PE-32 el proceso de fabricación calibra el diámetro exterior, y el sistema de unión entre dos secciones de tubo se realiza por ajuste interior de un accesorio, gotero, etc., se requiere un control de tolerancia del diámetro exterior medio, del espesor en un punto cualquiera y del diámetro interior medio, si bien el hecho de cumplir las dos primeras no supone necesariamente que se cumpla la tercera.

2.2. Diámetros nominales

Los diámetros y los espesores nominales para tubos de polietileno serán los que figuran en la norma UNE 53-131.

2.3. Diámetro exterior medio

Las tolerancias máximas admisibles para el diámetro exterior medio serán positivas ($\pm x$), calculándose a partir de la fórmula $x = 0,009 D_n$, redondeando al 0,1 mm más próximo por exceso y con un valor mínimo de 0,3 mm y uno máximo de 5,00 mm

En la norma UNE 53-131 figura el cuadro de tolerancias máximas para el diámetro exterior medio.

Para los ramales portaemisores las tolerancias máximas admisibles en el diámetro exterior medio de estos tubos son siempre positivas y toman un valor de 0,3 mm

2.4. Espesor puntual

La tolerancia ($e_{\sim} - e$) entre el espesor en un punto cualquiera (e_i) y el espesor nominal (e) será siempre positiva ($+ x$) e igual a:

$$y = 0,1^e + 0,2 \text{ mm}$$

Para tubos con un espesor nominal superior a 24 mm se aplicará la fórmula:

$$y = 0,15^e + 0,02 \text{ mm}$$

En todos los casos los cálculos se redondearán a 0,1 mm por exceso. En la norma UNE 51-131 figuran las tablas de tolerancias en el espesor.

2.5. Diámetro interior medio

Para ramales portaemisores de PE-32, las tolerancias en el diámetro interior medio serán tales que al introducir un accesorio, gotero, etc., no aumente su diámetro interior medio en más del 13% a la temperatura de 23 ± 20 C.

2.6. Ovalación

La ovalación no se considerará en los tubos cuya relación e/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 ± 20 °C, redondeando al cm. más próximo por exceso.

Cuando los tubos se suministren en rollos la longitud se establecerá por acuerdo con el fabricante y el diámetro interior de los rollos no deberá ser inferior a 25 veces el diámetro exterior medio del tubo.

Artículo 3. Materias primas. Características y métodos de ensayo

3.1. Materiales componentes de los tubos de PE

Los materiales empleados en la fabricación de los tubos de PE, comprendidos en este pliego, son los siguientes:

- a) Polietileno de baja, media o alta densidad, según se define de la UNE 53-188.
- b) Negro de carbono con pigmento.

El negro de carbono entrará en una proporción del $2,5\% \pm 0,5\%$ en peso, medido según UNE 53-375, y sus características serán las siguientes:

- **Densidad:** 1,5 - 2,0 g/cm³.
- **Materias volátiles:** Max 9,0 % en peso.
- **Tamaño medio de partícula:** 0,010 - 0,025 μ m.
- **Extracto de tolueno:** 0,10 % en peso.

3.2. Ensayos de los materiales

No se prevé, en principio, efectuar ensayos contradictorios de los materiales salvo que exista discrepancia sobre su calidad, entre la dirección de las obras y el contratista. En este caso los gastos de los ensayos y pruebas a efectuar serán a cargo del contratista.

Los ensayos y pruebas que sea preciso realizar en laboratorios designados por la dirección de las obras, como consecuencia de interpretaciones dudosas de los resultados de los ensayos en fábrica o en obra, serán abonados por el contratista o por la administración de las obras, si como consecuencia de ellos se rechazasen o admitiesen, respectivamente, los elementos o partes de ellos ensayados.

3.2.1. Aspecto

La grana o polvo de moldeo de los polímeros de etileno tendrán tamaño y composición uniformes. Su coloración también será uniforme y deberá estar exento de materiales extraños que contaminen su pureza. El tipo de polímero será tal que no contendrá más del 5% (molar) de comonomero-olefinico, sin ningún otro grupo funcional ni mezclas de tales polímeros.

3.2.2. Determinación de la densidad

La densidad es la masa por unidad de volumen de material a 20~ +20 C. Se expresará en kg/m³ o g/cm³. Su determinación se efectuará por el método de la columna de gradiente según las normas UNE 53-188 y UNE 53-020. De acuerdo con el resultado la resma base de PE (PE incoloro) se clasificará en:

- Baja densidad (LDPE) hasta 0,930 g/cm³.

- Media densidad (MDPE) de 0,931 a 0,940 g/cm³.
- Alta densidad (HDPE) más de 0,940 g/cm³.

La tolerancia de densidad para los tipos LD y MD será de + 0,003 g/cm³ y para el tipo HD será de + 0,004 g/cm³.

3.2.3. Determinación del índice de fluidez

El índice de fluidez es el peso en gramos, de producto fundido y extraído durante 10 minutos a 1900 + 0,50 C., a través de una boquilla de 8 + 0,005 mill. por presión de un pistón con una carga especificada. La determinación de este índice se efectuará de acuerdo con lo establecido en la norma UNE 53-200.

Según los valores obtenidos del índice de fluidez se establecen cinco tipos:

- **Tipo 1:** <0,2 g/10 minutos ± 30 %
- **Tipo 2:** 0,2 a 1 g/10 minutos + 30 %
- **Tipo 3:** 1 a 10 g/10 minutos + 20 %
- **Tipo 4:** 10 a 25 g/10 minutos + 20 %
- **Tipo 5:** >25 g/10 minutos + 20 %

3.2.4. Contenido en volátiles

El contenido máximo en volátiles de los materiales de PE será inferior a 0,5 %. Su determinación se realizará de acuerdo con la norma UNE 53-135.

3.2.5. Contenido en cenizas

El contenido máximo en cenizas para los polímeros de etileno será de 0,05 ± 0,05 %, exceptuando los tipos con aditivos especiales. Su determinación se realizará de acuerdo con la norma UNE 53-090.

Artículo 4. Fabricación

4.1. Procedimiento de fabricación

Las tuberías se fabricarán por el procedimiento de extrusión simple o múltiple y simultánea. En este último caso, la unión entre las distintas capas será fuerte y uniforme sin que sea posible separar una de otra con un instrumento cortante en ningún punto. El espesor de la capa exterior deberá ser, como mínimo, de 0,51 mm

Las plantas de producción, tanto de tubos como de juntas y accesorios, estarán preparadas para la fabricación continua o en serie, obedeciendo a normas de tipificación compatibles con el presente pliego.

4.2. Acabado de tuberías

Las tuberías de PE de baja densidad se prepararán en rollos de la misma longitud para un diámetro y timbraje determinado. Se procurará que la longitud de cada rollo sea múltiplo de 25 m.

Los tubos estarán exentos de grietas y burbujas, presentando la superficie exterior e interior un aspecto liso, libre de ondulaciones y otros eventuales defectos.

4.3. Laboratorio y banco de pruebas

El fabricante dispondrá de laboratorio para control de las características físicas y químicas de la materia prima y productos acabados. También tendrá un banco de pruebas hidráulicas. En ellos se realizarán los siguientes controles:

1. De la materia prima.
2. Del proceso de fabricación.
3. De los productos acabados.

Artículo 5. Características de los tubos

5.1. Aspecto

Los tubos estarán exentos de burbujas y grietas, presentando su superficie exterior e interior un aspecto liso, libre de ondulaciones y de otros defectos eventuales.

5.2. Contenido en negro de carbono

El contenido en negro de carbono en el tubo deberá ser de $2,5 \pm 0,5$ % en peso, medido según UNE 53-375.

5.3. Dispersión del negro de carbono

Cuando los tubos se ensayan según lo indicado en la norma UNE 5 1-133, se considera que la dispersión del negro de carbono es correcta cuando:

- a) Ningún grado individual supera el valor de la microfotografía 5 y el valor medio de las 6 observaciones realizadas no supera el valor 4.
- b) Todas las observaciones efectuadas deben ser mejores que la presentada por la microfotografía A.

5.4. Índice de fluidez

Cuando los tubos se ensayan según lo indicado en la norma UNE 5 3-200, el índice de fluidez del compuesto para los PE 32 no será superior a 1 gr/10 minutos. Para los PE 50 A este valor no será superior a 0,3 gr/10 minutos. Para los PE 50 B no será superior a 0,4 gr/10 minutos. Las condiciones de ensayo para todos los materiales serán: Temperatura 1900 C y peso 2,160 kg.

Cuando para el PE 50 A se obtenga con estas condiciones un valor inferior a 0,1 gr/10 minutos, el ensayo deberá repetirse con una carga nominal de 5 Kg y una temperatura de 1900 C; los resultados se calcularán para un tiempo de referencia de 150 s. En este caso no se admitirá un valor del índice de fluidez superior a 0,5 gr/10 minutos.

5.5. Resistencia a la tracción

Cuando los tubos se ensayan según lo indicado en la norma UNE 53-13 3, la resistencia a la tracción será, como mínimo, para:

- **PE-32:** 10 MPa
- **PE-50B:** 15 MPa
- **PE-50A:** 19 MPa

5.6. Alargamiento en la rotura

Cuando los tubos se ensayan, según lo indicado en la norma UNE 53-133, el alargamiento en la rotura de los tubos será como mínimo del 35 %.

5.7. Resistencia a la presión interna en función del tiempo

Cuando los tubos se ensayan deben superar lo indicado en la norma UNE 53-133.

5.8. Estanqueidad

Cuando los tubos se ensayan, según lo indicado en la norma UNE 53-133, deberán resistir durante 1 minuto, sin experimentar pérdidas, una presión de ensayo igual a 0,6 veces el valor de su presión nominal.

En el caso de tubos de PE-32 empleados en ramales de riego por goteo, la presión de ensayo será igual a 0,25 MPa.

5.9. Comportamiento al calor

Cuando los tubos se ensayan, según lo indicado en la norma UNE 53-133, las medidas de las probetas no deberán variar en más del 3% en sentido longitudinal.

5.10. Juntas

No es posible la unión de tubos de polietileno con adhesivos, y la unión por soldadura no se admite en las redes de riego localizado. Tampoco se admiten las uniones embridadas.

La unión con accesorio roscado no deberá realizarse roscando directamente la tubería.

Para la unión con accesorios insertos a presión en dos secciones contiguas de tubo, se utilizará únicamente aquellos que permitan a la junta trabajar a fracción y que no provoquen un aumento en el diámetro interior del tubo superior al 13%.

Los componentes del accesorio de unión deberán resistir la corrosión del agua que contenga en disolución fertilizantes u otros productos químicos utilizados en la agricultura.

5.11. Uniformidad

Salvo especificación en contrario del proyecto, los tubos, piezas especiales, accesorios y otros elementos suministrados para la obra, tendrán características geométricas uniformes y compatibles con los diámetros establecidos para los tubos a los que, en su caso, se acoplan.

5.12. Marcado de tubos y accesorios

Todos los tubos y accesorios llevarán marcados en lugar apropiado y visible, de forma indeleble y sin que obstruya su normal funcionamiento, al menos los datos que se indican a continuación:

En tubos

Marcas espaciadas a intervalos de 1,5 m, como máximo, con los siguientes

- Identificación del fabricante o marca de fábrica.
- Diámetro nominal (mm).
- Presión nominal (MPa o kg/cm²)
- Referencia del material. PE-32 o (LDPE) PE-50B o (MDPE) PE-50A o (HDPE)
- Referencia a la norma UNE correspondiente.
- Año de fabricación.

En accesorios

- Identificación del fabricante o marca de fábrica.
- Diámetro nominal (mm) de los tubos con que son compatibles.
- Presión nominal (MPa o kg/cm²)

Artículo 6. Tubos de polietileno. Métodos de ensayo

6.1. Ensayos y pruebas en fábrica

Los ensayos y pruebas sobre tubos acabados se realizarán siguiendo la normativa especificada en el presente pliego.

Los laboratorios donde se realicen las pruebas serán elegidos con la aprobación de la dirección de las obras, y en todo caso permitirán el acceso de un representante de aquella para el seguimiento y la verificación de los ensayos.

6.1.1. Prueba de aspecto

En probetas de tubo de 30 cm. de longitud se realiza un corte según una generatriz y se examinan las superficies interior y exterior así como la sección longitudinal.

El tubo deberá tener un aspecto homogéneo libre de cualquier grieta visible, con queras, burbujas, inclusiones extrañas u otros defectos. Todo elemento tubo o rollo que en este examen visual presente alguno de dichos defectos será rechazado.

6.1.2. Determinación de las dimensiones

Los ensayos se realizarán a la temperatura de 23 a 20 °C y a humedad ambiental. En caso de efectuarse las mediciones a diferente temperatura a la indicada, se realizará, para la longitud del tubo, una corrección en función de la dilatación del mismo y tomando como referencia la temperatura de 23 °C.

Se tomarán como coeficientes de dilatación lineal, para PE-32, $1,7 \cdot 10^{-4}$

Las mediciones se efectuarán siempre referidas a una misma sección recta del tubo.

- a) Las medidas de longitud de los tubos se tomarán con instrumentos apropiados para conseguir una precisión no inferior a 5 mm.
- b) Las medidas del diámetro exterior medio se tomará utilizando una cinta métrica (circómetro), en la que se lea directamente el diámetro en función de la longitud de la circunferencia, con una precisión mínima de 0,05 mm.
- c) Las medidas del espesor de los tubos se tomarán mediante un micrómetro con una precisión mayor o igual a 0,025 mm u otro instrumento de medida con el que se obtenga la misma precisión.

- d) La ovalación se determina por la diferencia entre los diámetros máximo o mínimo y el diámetro exterior medio de una misma sección recta. Los valores obtenidos deberán estar de acuerdo con los indicados en el apartado 4.4. Para la toma de medidas deberá utilizarse un calibre de precisión 0,05 mm
- e) Expresión de resultados. En el informe se hará constar:
1. La designación del tubo.
 2. La longitud.
 3. El diámetro exterior medio.
 4. El espesor medio.
 5. La ovalación.

6.1.3. Determinación de la densidad

Se realizará por el método de la columna de gradiente y según la norma UNE 53-020.

6.1.4. Determinación del contenido en negro de carbono

Se realizará según la norma UNE 53-375.

6.1.5. Determinación de la dispersión del negro de carbono

Se realizará según la norma UNE 53-133.

6.1.6. Determinación de la resistencia a la tracción y del alargamiento en la rotura

Se realizará según la norma UNE 53-133.

6.1.7. Determinación de la resistencia a la presión interna en función del tiempo

Se realizará según la norma UNE 53-133.

6.1.8. Prueba de estanqueidad

Se realizará según la norma UNE 53-133.

6.1.9. Determinación del comportamiento al calor

Se realizará según la norma UNE 53-133.

6.2. Pruebas de obra

6.2.1. Prueba de presión hidráulica

Esta prueba debe realizarse para la red completa sometiéndola a una presión de 1,4 veces la máxima presión de trabajo previsible. Si por alguna causa justificada no fuese posible hacer esta prueba completa, se probará por tramos de igual timbraje a la presión de 1,4 veces la máxima previsible en el tramo.

La prueba se realizará para la tubería o tramos de tubería de menos de 500 m. en orden de servicio con todos sus elementos.

Llena y purgada la tubería, se mantiene así durante 24 horas. A continuación, se elevará la presión lentamente inyectando agua hasta alcanzar la presión de prueba. Se anotará el tiempo y, después de una hora sin reponer presión, se comenzará a

medir el agua que es necesario continuar inyectando para conseguir que la presión se mantenga en la de prueba.

La duración de la prueba será de una hora y la pérdida de agua en este tiempo no deberá superar:

$$V = 0,0167 \cdot \sum Li \cdot Di \cdot Pi$$

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 (Dn)

Es el diámetro exterior teórico en mm especificado en la norma UNE 53-122 y que sirve de referencia para identificar y clasificar por medidas los diversos elementos acoplables entre sí de una conducción.

1.2.7. Diámetro exterior medio (De)

Es el cociente entre la longitud de la circunferencia exterior del tubo, medida en cualquier sección recta del mismo, y 3,142, redondeando al 0,1 mm más próximo por exceso.

1.2.8. Espesor nominal (e)

Es el que se obtiene a partir de la fórmula:

$$e = \frac{Pn \cdot Dn}{2\sigma}$$

Donde:

- **σ** : esfuerzo tangencial de trabajo a 200 C (10 MPa) Dn = diámetro nominal del tubo en mm
- **Pn**: presión nominal en MPa

El valor del espesor nominal obtenido se redondea al 0,1 mm inmediatamente superior.

1.2.9. Espesor en un punto cualquiera (ef)

Es el resultado de la medida del espesor de la pared del tubo en un punto cualquiera, redondeando la medida al 0,05 mm inmediatamente superior.

1.2.10. Espesor medio (em)

Es la media aritmética de los valores equidistantes de espesor de pared del tubo, medidos en puntos uniformemente distribuidos en una misma sección recta. Los cálculos se redondearán al 0,1 mm inmediatamente superior.

1.2.11. Ovalación en una sección recta de los tubos

Es la diferencia entre el diámetro exterior o interior medio, respectivamente, y el diámetro exterior o interior máximo o mínimo. Se toma el de mayor valor absoluto. Esta medida se aplica solamente cuando la relación espesor nominal/diámetro nominal es igual o superior a 0,035.

1.2.12. Ovalación en una sección recta de los accesorios inyectados

En los accesorios inyectados, macho o hembra, la ovalación será la diferencia entre los diámetros máximo y mínimo exteriores o interiores respectivamente. Esta medida solamente se aplica cuando la relación: espesor nominal/diámetro nominal, es igual o superior a 0,035.

1.2.13. Presión nominal (Pn)

Es el valor de la presión interna para la que se ha diseñado el tubo con un coeficiente de seguridad que puede mantenerse sin fallos durante 50 años, y que tiene en cuenta las fluctuaciones de los parámetros que se pueden producir durante el uso continuado del material.

La presión nominal se expresa en mega pascales: (1 MPa = 10 kg/cm²) y forma parte de la identificación de los diversos elementos acoplables entre sí de una instalación.

1.2.14. Presión de trabajo (Pt)

Es la presión calculada en el proyecto y se define como la máxima presión hidráulica interior (dinámica, estática o transitoria) a que puede estar sometida una tubería en servicio, una vez instalada definitivamente. Se expresa en MPa.

La presión de trabajo a 20° C se corresponde con la presión nominal.

1.3. Características de los tubos

1.3.1. Características físicas de los tubos

- **Densidad:** 1,35-1,46 g/cm³
- **Resistencia a la tracción, mínima:** 49 MPa
- **Alargamiento a la rotura mínimo:** 80 %
- **Temperatura de reblandecimiento VICAT:** >790

1.3.2. Características físicas de los accesorios

Son los descritos en la norma UNE 53-112, parte II.

1.3.3. Aspecto

Los tubos deben ser sensiblemente rectos y cilíndricos, exterior e interiormente. Su acabado será pulido y brillante, con coloración uniforme y tonalidad opaca que evite la penetración de la luz exterior.

1.3.4. Características geométricas de tubos y accesorios

Longitud

La longitud de los tubos se establecerá por acuerdo con el fabricante, admitiéndose una tolerancia de + 10 mm

Se utilizarán con preferencia tubos de longitud no inferior a 5 metros.

Cuando por razones de montaje sea necesario emplear piezas de menor longitud, se obtendrán mediante corte a escuadra de los tubos.

Serie de diámetros nominales

Las series comerciales de diámetros nominales son las que figuran en la norma UNE 53-112.

Espesor nominal

Es, el que figura en la norma UNE 53-112.

El espesor en el cuerpo del accesorio será como mínimo el del tubo del mismo diámetro y presión nominal.

Sección del tubo y alineación

La sección del tubo perpendicular a su eje debe ser una corona circular, y las generatrices de las superficies cilíndricas interior y exterior del mismo serán dos rectas paralelas con las tolerancias de ovalación y rectitud que se especifican en la norma UNE 53-112.

1.3.5. Resistencia a la presión interna

Los tubos deben ensayarse según lo especificado en la norma UNE 53-112. Ninguno deberá romper al someterlo a las condiciones dadas en dicha 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/m².

1.4. Tipos de juntas

Se consideran dos sistemas para asegurar la estanqueidad y la resistencia mecánica en los acoplamientos de los tubos entre sí y con los accesorios; la unión por encolado y la unión mediante anillos de elastómeros.

La elección de uno u otro sistema se realizará en función de la instalación proyectada y dentro de las limitaciones y condiciones de utilización que se especifican en este documento.

Cualquiera que sea el tipo de junta que se adopte, deberá verificarse que en las pruebas de rotura a presión, los tubos deberán reventar antes de que la propia junta falle.

1.4.1. Juntas por encolado

Este tipo de junta exige que uno de los extremos del tubo termine en una copa preformada en fábrica, cuya longitud y cuyo diámetro interior deberán cumplir con lo especificado en la norma UNE 53-112 tanto para tubos como para accesorios.

El encolado se realizará entre la superficie exterior del extremo macho y la interior de la copa utilizando un adhesivo disolvente del PVC rígido, de modo que se consiga una auténtica soldadura en frío.

Este tipo de junta se utilizará preferentemente para la unión de los tubos con los accesorios pero, en general, no se admitirá para la unión de tubos de diámetro nominal superior a 150 mm

1.4.2. Juntas elásticas

Este sistema de junta garantiza en general, una estanqueidad más eficaz que el encolado, y permite un ligero juego en las uniones de la conducción que consiente absorber variaciones de presión de una cierta amplitud. Por otra parte, las uniones son más sencillas y rápidas de realizar que por el sistema del encolado. Por estas ventajas, deben elegirse preferentemente en las instalaciones fijas de tubería para riego.

Este tipo de junta exige que uno de los extremos del tubo sea expandido y modelado en fábrica con un cajero circular en su interior, en el cual se aloja un anillo elastomérico, de tal manera que éste forma parte intrínseca del tubo. El extremo macho del tubo debe ir biselado con un ángulo de 150, pero que solamente afecte a la mitad del espesor de la pared del tubo.

La copa deberá estar reforzada para compensar el debilitamiento que se produce en la pared del tubo por el cajero donde va alojado el anillo elastomérico.

El anillo debe estar fabricado con un elastómero compuesto de caucho natural o sintético y diseñado de tal forma que produzca un cierre hidráulico trabajando a compresión y que el cierre sea más hermético cuanto mayor sea la presión, dentro de los límites de su gama de presiones.

Los diámetros y las longitudes de las embocaduras para tubos accesorios y manguitos con junta elástica deberán cumplir las especificaciones de la norma UNE 53-112.

1.5. Accesorios para tuberías

Podrán ser de PVC rígido fabricados por moldeo a inyección, o a partir de tubo. También pueden utilizarse accesorios de aleación de hierro u otros metales, siempre que vayan provistos de adaptadores y juntas adecuadas para su conexión con los tubos de PVC.

En todos los casos su resistencia a la presión interna deberá ser como mínimo igual a la del tubo a que se conecten.

Los accesorios de PVC no plastificado cumplirán las especificaciones de la norma UNE 53-112.

1.6. Uniformidad

Salvo especificaciones en contrario del proyecto, los tubos, juntas y accesorios suministrados tendrán características geométricas compatibles y uniformes dentro de cada diámetro y tipo establecidos.

El director de la obra podrá modificar esta prescripción cuando a su juicio sea conveniente.

1.7. Marcado de los tubos y accesorios

Los tubos y accesorios de PVC llevarán un marcaje indeleble conteniendo, como mínimo, los siguientes datos:

- Monograma de la marca de fábrica.
- Indicación PVC.
- Diámetro nominal en mm.
- Presión nominal en MPa.

Artículo 2. Materiales

2.1. Materiales componentes de las tuberías de policloruro de vinilo (PVC) rígido

Los materiales a emplear en la fabricación de los tubos del resto de los elementos de PVC rígido que forman parte de la tubería instalada, deberán cumplir las especificaciones contenidas en este pliego.

Se considerarán sometidos a estas especificaciones los materiales siguientes:

- Resma sintética de PVC técnico.
- Policloruro de vinilo no plastificado.
- Aditivos.
- Adhesivos para encolado del PVC rígido.
- Lubrificantes para juntas.
- Pinturas y otros revestimientos.
- Otros materiales no especificados que puedan intervenir en la formación de la tubería terminada o en su colocación en situación definitiva.

2.2. Resina sintética de policloruro de vinilo

Es un material termoplástico, polímero de 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 la misma, podrá llegarse a la rescisión del contrato.

Examen del aspecto externo

Los tubos deberán presentar a simple vista una distribución uniforme de color, y estarán libres de estrías, rebabas, fisuras, coquetas, poros, burbujas, ondulaciones u otros defectos.

Se comprobará en la sección transversal la homogeneidad de coloración y se comprobará si existen inclusiones extrañas, grietas, burbujas u otros defectos.

Se rechazará cualquier elemento (tubo o accesorio) que por un defecto observado en el examen a simple vista o por presentar señales de haberse reparado en frío o en caliente, el director de la obra considere no apto para su empleo. Su número se eliminará de la lista para efectuar el muestreo y las piezas eliminadas no se repondrán en el lote, debiendo quedar éste con su número de piezas primitivo rebajado en el de piezas eliminadas.

Determinación de la densidad

Este ensayo se realizará según la norma UNE 53-020. En caso de litigio se realizará por el método del pignómetro, descrito en dicha norma. Curvas con una precisión de 0,05 mm.

Forma y dimensiones

Se realizará la prueba en cinco (5) tubos de cada lote para verificar lo siguiente:

- Ortogonalidad de los extremos del tubo.
- Alineación de las generatrices.
- Longitud.
- Diámetro externo.
- Espesor de la pared del tubo.
- Ovalación.

Las pruebas se realizarán a 230 ± 20 °C y a humedad ambiental, sin acondicionamiento previo de los tubos.

En caso de efectuarse estas medidas a diferente temperatura a la indicada se realizará, para la longitud del tubo, una corrección en función de la dilatación del mismo y tomando como referencia la temperatura de 23° C.

Las pruebas se verificarán de la siguiente forma:

Se medirá cada una de las dimensiones en cada uno de los cinco tubos seleccionados. Se hallará la media aritmética de cada dimensión y las desviaciones con respecto a la media.

Se obtendrá la desviación típica y el intervalo de confianza con una fiabilidad del noventa y cinco por ciento (95,5%). El intervalo de confianza será: $m \pm 2.5$ siendo m la media y 5 la desviación típica de los valores medidos.

Si los valores extremos del intervalo de confianza no superan las tolerancias, se admitirá el lote. En el caso contrario se rechazará.

Prueba de estanqueidad

Para efectuar esta prueba se utilizarán los cinco tubos tomados para las pruebas de forma y dimensiones.

Los tubos se mantendrán desde una hora antes a una temperatura de $230 \text{ C} \pm 20 \text{ }^\circ\text{C}$. 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 Kg/cm^2 cada minuto, hasta alcanzar la presión de P_u . Esta presión de prueba se mantendrá durante una hora.

Durante este tiempo no deben observarse fugas, goteos o transpiraciones visibles. Si en el primer conjunto de cinco tubos hay más de uno defectuoso, se rechazará también todo el lote.

Determinación de la resistencia a la presión interna

Se efectuará sobre tres probetas cortadas de tres tubos diferentes de cada lote, con una longitud:

$$L = 3 \cdot D_n + X$$

Donde:

- **L**: longitud de la probeta en mm. Tiene un valor mínimo de 250 mm.
- **D_n**: diámetro nominal del tubo en mm.
- **X**: longitud de los tapones de cierre en mm.

El ensayo se realizará aplicando el método de la norma UNE 53-112.

Si la prueba no fuera satisfactoria en las tres probetas se rechazará el lote. Si solo una no alcanza el valor exigido, se ensayarán otras tres probetas sacadas de tres nuevos tubos tomados al azar. Si estas tres resultan satisfactorias se aceptará todo el lote, pero si falla una se rechazara.

Ensayo de alargamiento y rotura a tracción

Mediante esta prueba se determina el esfuerzo máximo en el punto de fluencia o el de rotura, así como el alargamiento de la rotura a tracción de probetas normalizadas obtenidas del tubo.

El ensayo se realizará aplicando el método de la norma UNE 53-112.

Ensayo de resistencia al impacto a 0 y 200 °C

Se realiza esta prueba sobre cinco tubos distintos elegidos al azar en cada lote, y aplicando el método de la norma UNE 53-112.

Determinación del comportamiento al calor

Este ensayo tiene por objeto determinar la variación de longitud de los tubos después de sometidos a la acción del calor, así como su aspecto.

Se realizará por el método especificado en la norma UNE 53-112.

4.3. Pruebas en obra

Son dos pruebas hidráulicas diferentes: una a presión inferior y otra a estanqueidad.

4.3.1. Prueba a presión hidráulica interior

Las tuberías de PVC serán probadas a presión por tramos que no excedan de 500 m.

La presión de prueba será 1,5 Pt. Si hay diferentes presiones nominales, se probará por tramos compuestos de tubos de igual clase.

La tubería debe ser apoyada y anclada correctamente para resistir el empuje desarrollado durante la prueba de presión.

La presión se controlará de forma que en ningún punto de la tubería existan valores inferiores a 1,4 Pt.

El control se efectuará mediante uno o varios manómetros contrastados.

Se purgará de aire la tubería mediante ventosas instaladas en los puntos altos. Se llenará de agua y se verificará la continuidad hidráulica de la tubería en el tramo antes de aplicar presión.

Seguidamente se hará subir la presión en el tubo a velocidad inferior a 12 Kg/c, por minuto. Alcanzada la presión de prueba se cortará la entrada de agua. Se mantendrá la tubería en esta situación durante quince minutos. La prueba se considerará satisfactoria si el manómetro no alcanza un descenso superior a: 0,15 Pt

Si el descenso es superior, se corregirán las pérdidas de agua hasta conseguir la prueba satisfactoria dentro de un plazo prudencial que será fijado por la dirección de obra.

4.3.2. Prueba de estanqueidad

Esta prueba debe realizarse para la red completa sometiéndola a la máxima presión estática previsible. Si por alguna causa justificada no fuese posible hacer esta prueba completa, se probará por tramos de igual timbraje a la mayor de las siguientes presiones:

Máxima presión estática prevista en el tramo, o bien Pt.

La prueba se realizará para la tubería o tramos de tubería en orden de servicio con todos sus elementos.

Llena y purgada la tubería, como en la prueba anterior, se elevará la presión lentamente inyectando agua hasta alcanzar la presión de prueba. Se anotará el tiempo, y se comenzará a medir el agua que es necesario continuar inyectando para conseguir que la presión se mantenga en la de prueba.

La duración de la prueba de estanqueidad será de treinta minutos y la pérdida de agua en este tiempo no debe superar:

$$V = 0,12 \cdot \sum Li \cdot Di$$

Donde:

- **V:** cantidad de agua que es necesario inyectar para que se mantenga la presión de prueba (l).
- **Li:** longitud de tramo *i* en m.
- **Di:** diámetro exterior de la tubería en el tramo *i* en m.

Si existen fugas manifiestas, aunque no se superen las pérdidas admisibles, deberán ser corregidas para lograr la mayor estanqueidad. Si se superan las pérdidas admisibles, obligatoriamente se investigarán las causas, se corregirán, y se repetirá la prueba hasta lograr valores admisibles.

En un caso u otro los defectos se corregirán en un plazo prudencial que fije la dirección de obra.

4.3.3. Prueba de estanqueidad en llaves y ventosas

Para efectuar estas pruebas en llaves y en ventosas, se montará la pieza formando un trozo corto de tubería obturado en sus extremos.

Se harán dos pruebas para las llaves; una de ellas con llave abierta, comprobando que no hay pérdidas ni humedades. Se admite el apretado de prensaestopas.

La segunda, a llave cerrada, con una cámara cargada de agua a presión y la otra vacía. En la vacía no se apreciarán humedades a través del obturador.

La prueba será también de doble control, sobre cinco (5) elementos en primera etapa y otros cinco (5) en segunda.

Para las ventosas solo se realizará la prueba descrita para llave abierta y aplicando el mismo método.

Artículo 5. Tolerancias

5.1. Tolerancias en el diámetro exterior medio

Las tolerancias admisibles serán siempre positivas y se determinarán por la fórmula:

$$0,0015 \cdot Dn + 0,1$$

Siendo Dn el diámetro nominal en mm, redondeando a 0,1 mm por exceso, con valor mínimo de 0,2 mm En la norma UNE 53-112 figuran las tolerancias para el diámetro exterior medio.

5.2. Tolerancias en el espesor de la pared

Serán siempre positivas y se determinarán según la norma UNE 53-112. En dicha norma figuran las tolerancia para el espesor de la pared.

5.3. Tolerancias en la ovalación para tubos y accesorios

Será en todos los casos igual o inferior a 0,012 Dn, redondeando al 0,1 mm más próximo por exceso, con un valor mínimo de 0,5 mm

En la norma UNE 53-112 se encuentran tabulados los valores de la ovalación.

5.4. Tolerancia en la longitud nominal

Será de más o menos 10 mm (diez milímetros en defecto o en exceso) para todas las longitudes, cualesquiera que sean los diámetros.

5.5. Tolerancias en la longitud de la embocadura de tubos y accesorios para uniones por encolado y por junta elástica

Serán las especificadas en la norma UNE 53-112.

5.6. Tolerancias en el diámetro interior de la embocadura de tubos y accesorios para uniones por encolado y por junta elástica

Serán las especificadas en la norma UNE 53-112.

5.7. Tolerancias en la ortogonalidad de los extremos

El plano teórico que define la corona circular que se encuentra en cada extremo del tubo formará con la generatriz del mismo un ángulo comprendido en el intervalo 90 ± 20 grados sexagesimales.

5.8. Tolerancias en la alineación

Se medirán de acuerdo con lo especificado en el artículo 4.2.4.4.b.

CAPÍTULO IV. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LOS ELEMENTOS DE LA ESTACION DE BOMBEO Y LA RED DE RIEGO

Artículo 1. Equipos de impulsión

1.1. Definiciones

- **Bomba centrífuga.** Dispositivo que transforma la energía mecánica procedente de un motor en energía hidráulica. El elemento característico de la bomba es el rodete o impulsor; dependiendo de su geometría, la relación entre H/Q (altura/gasto) será alta: rodetes radiales; baja: rodetes axiales; y, media: rodetes helicoidales o semiaxiales.
- **Bomba de desplazamiento positivo.** En este caso la energía mecánica de un motor se aplica a una cámara que se llena y vacía de forma periódica. Son de uso frecuente en la incorporación de fertilizantes y fitosanitarios a las redes de riego.
- **Curvas características de una bomba.** Son aquellas que relacionan la altura con el gasto, la potencia y el rendimiento.
- **NPSHd.** Es un valor característico de cada aspiración en una estación de bombeo. Es el resultado de la siguiente expresión:

$$NPSH_d = \left(\frac{P_a}{\gamma} - h_A - h_v \right) - k \cdot Q^2$$

Donde:

- **Pa/γ:** es aproximadamente 10 metros al nivel del mar.
- **hA:** es la distancia entre el rodete y el nivel del agua.
- **hv:** es la tensión de vapor del fluido.
- **k·Q²:** es la pérdida de carga en la aspiración.
- **NPSHr.** Es un valor característico de cada bomba, suministrado por el fabricante.
- **Cavitación.** Es el fenómeno producido cuando NPSHr es mayor que NPSHd. Se traduce en vibraciones y daños en la bomba.
- **Velocidad específica.** Conocidos los valores de giro (N), altura (H) y gasto (Q) de una bomba; la velocidad específica (ns) es el valor que tendría otra semejante elevando un gasto de 1 m³/s a una altura de 1 metro:

$$n_s = N \cdot \frac{\sqrt{Q}}{H^{3/4}}$$

Donde:

- **N:** expresado en r/min.
- **Q:** expresado en m³/s.
- **H:** expresado en metros.
- **Leyes de semejanza.** Dependiendo de la velocidad de giro, una misma bomba ofrece valores diferentes de altura (H), gasto (Q), potencia (P) y altura neta positiva de aspiración requerida (NPSHr).

Características y especificaciones

El diámetro de los colectores de aspiración e impulsión será tal que la velocidad del fluido no supere 1,2 m/s.

El espesor de la tubería seguirá las recomendaciones UNE tanto para secciones normalizadas como para las que no lo están.

1.2. Elementos habituales que forman parte de la aspiración y de la impulsión

- **Válvula de pie u otro elemento de cebado.** Cuando se trata de bombas verticales habitualmente siempre se colocará en el soporte guía, para evitar que su descarga limite la lubricación de los ejes.
- **Cono de aspiración.** La brida de aspiración siempre será inferior a la del tubo que le precede; para unirlos se empleará un cono asimétrico que impida el alojamiento de aire en su parte superior. Esta pieza puede realizarse a partir de chapa o de tubo; en cualquiera de los dos casos puede ser de aceros normales o inoxidable. No hay indicaciones normativas sobre su longitud, sí las hay sobre su espesor: UNE 19053. Dependiendo del tipo de agua se emplearán diferentes grados de protección: aceros inoxidables, pintura epoxi, galvanización, etc.
- **Cono de impulsión.** La brida de la impulsión siempre será inferior a la del tubo que le sigue; para unirlos se empleará un cono simétrico hasta la sección que asegure la velocidad ya indicada. Esta pieza puede realizarse a partir de chapa, de tubo o ser de fundición. Dependiendo del tipo de agua se emplearán diferentes grados de protección: aceros inoxidables, fundición dúctil con mortero de cemento, pintura epoxi, galvanización, etc.
- **Ventosas.** Sobre el cono de impulsión, o inmediatamente después, se colocarán ventosas para eliminar el aire de la columna de aspiración, donde no se instaló válvula de pie.
- **Manguito que evite la transmisión de las vibraciones.** Colocado después del cono de impulsión, aislará las vibraciones del grupo de impulsión y absorberá posibles fallos en las medidas.
- **Válvula de compuerta.** Se instala después del cono de impulsión solo para la puesta en marcha y en la parada, excepto en las instalaciones que siempre están bajo presión de funcionamiento, donde solo se usa durante la puesta en marcha y en las reparaciones.
- **Válvulas de llenado de la tubería.** Controlan el grado de apertura en función del tiempo necesario para el llenado de la tubería, o midiendo la presión aguas abajo. Suelen ser hidráulicas o de compuerta motorizadas. Se colocan a la salida de la bomba.
- **Válvula de retención.** Se instalan después de la válvula de compuerta o de llenado para evitar que la bomba gire al revés en las paradas. Es una seguridad añadida cuando hay válvula de pie.
- **Válvulas de alivio.** Instaladas después de la válvula de retención, pueden resolver problemas de sobre presión. Complementan a las válvulas anticipadoras de onda.
- **Transmisores de presión.** Se roscan directamente sobre el colector de salida después de una llave de esfera y aguas abajo de la válvula de retención. El objetivo es obtener una medida analógica de la presión que será enviada a una entrada del autómatas que controla el grupo de bombeo.

- **Colectores.** Las tuberías, que dentro de la estación de bombeo, sirven de aspiración e impulsión se ejecutarán en materiales de gran resistencia a rotura y envejecimiento: fundición, tuberías de acero con o sin soldadura, etc. El diámetro y espesor estará recogido en alguna de las normas UNE-EN ISO 6708, sobre diámetros, y UNE 19047, sobre tubos galvanizados soldados UNE 19048, sobre tubos galvanizados sin soldadura UNE 19049, sobre tubos de acero inoxidable

1.3. Condiciones de funcionamiento de una bomba

Las curvas características de una bomba acotaran el intervalo de funcionamiento sin cavitación, esto es, cuando la altura neta positiva de aspiración disponible (NPSHd) es $>$ a la requerida (NPSHr).

1.4. Golpe de ariete en estación de bombeo

El golpe de ariete ha de calcularse para comprobar el resultado, sobre todo, de paradas bruscas por interrupción del fluido eléctrico.

La ubicación de la válvula de retención protegerá elementos sensibles como contadores y filtros. El anclaje de esta soportará el empuje máximo sin transmitirlo directamente al edificio donde se alojan las bombas.

Cuando el golpe de ariete es positivo puede amortiguarse con válvulas hidráulicas anticipadoras de onda, en otro caso es necesario instalar un calderín u otros sistemas.

1.5. Automatización de estaciones de bombeo

La regulación del bombeo será por el sistema de caudal-presión. El funcionamiento de una estación atenderá a la demanda de un determinado gasto en cada momento y a la presión que desee mantenerse en puntos críticos de la red de distribución. En los dos casos se trata de señales analógicas que un autómata interpretará para que las bombas atiendan la curva resistente.

En todos los casos el criterio es dar autonomía de funcionamiento a la estación de bombeo frente a un control centralizado de la zona regable.

1.6. Condiciones para los acopios

Los elementos mecánicos podrán almacenarse en recintos cerrados agrupados en conjuntos homogéneos, identificando su posición con etiquetas.

En el caso de bombas verticales, donde los ejes se suministran desmontados, se evitarán golpes y rozaduras que puedan provocar vibraciones durante el funcionamiento.

Los elementos eléctricos, excepto motores, no se acopiarán a la intemperie.

1.7. Características de las bombas utilizadas

Las características mínimas exigibles a los equipos de bombeo a instalar serán las siguientes:

- Motobomba de eje vertical sumergible de 18,5 kW a 2840 rpm.
- Cuerpo, rodete/impulsor y cabezal de descarga de hierro fundido GG-25.
- Eje y cabezal de acero inoxidable AISI 420.

- Eje columna de acero AISI 1045.
- Caudal de impulsión por bomba de 119 m³/h hasta altura manométrica 53,9 mca.

1.8. Condiciones de los materiales

Todos los equipos de bombeo a instalar deberán satisfacer los puntos de funcionamiento para los que han sido calculados y llevarán asociado motores cuya potencia nominal figura en los cálculos justificativos.

Al constar la instalación de aparatos de medida de calidad, se comprobará en la obra el punto nominal de cada bomba, en presencia del Ingeniero Director.

De modo transitorio, los motores eléctricos, pueden ser alimentados por grupos electrógenos, capaces de dar las solicitudes requeridas, en tanto haya mayor suministro de energía en la red.

Válvulas

El Director de las obras podrá exigir si lo cree oportuno, protocolo de pruebas de las válvulas tales como pruebas de seguridad y hermeticidad del cuerpo y prueba de hermeticidad del cierre.

Tuberías metálicas

Están diseñadas para disminuir las pérdidas de carga y evitar posibles cavitaciones y pulsaciones de presión. Se construirán teniendo en cuenta las siguientes normas:

- El radio de los codos ha de ser como mínimo vez y media el diámetro interior de las tuberías.
- La longitud de los conos ha de ser como mínimo siete veces la diferencia entre los diámetros interiores máximo y mínimo.
- Los entronques de las tuberías se rigidizan con refuerzos planos.
- No se permitirá la soldadura directa de conos con las reducciones, etc. en bridas. La unión se hará mediante un carrete cilíndrico cuya longitud no será nunca inferior a cien milímetros, que se suelda por un extremo a la brida y por el otro a la pieza en cuestión.
- El sobreespesor por corrosión será como mínimo de dos milímetros.
- Las bridas, tornillería y juntas se construirán de acero con la norma DIN correspondiente a bridas planas para soldar.

El Director de las obras podrá exigir además si lo cree oportuno, certificado de calidad de la chapa empleada, y control radiográfico de al menos un 15% del total de las soldaduras.

1.9. Ejecuciones generales

Las ejecuciones de obras con materiales utilizados en las obras de este Proyecto y no analizadas específicamente en este capítulo, serán de buena calidad y con las características que exija su correcta utilización y servicio. En todo caso, el Contratista deberá seguir escrupulosamente las normas especiales que, para cada caso, señale el Director de Obra según su inapelable juicio.

1.10. Ensayo y pruebas

No se procederá al empleo de los materiales, sin que antes sean examinados y aceptados por el Ingeniero Director de las Obras y previa finalización en su caso de las pruebas y ensayos previstos en este Pliego.

Todos los gastos de las pruebas y ensayos necesarios para definir las cualidades de los materiales y este P.P.T. serán abonadas por el Contratista.

Podrán ser rechazados todos aquellos materiales que no cumplan las condiciones exigidas en este P.P.T., ateniéndose el Contratista a lo que por escrito le ordene el Ingeniero Director de las Obras

Artículo 2. Filtro

2.1. Definición

El filtro está concebido para retener las partículas sólidas contenidas en el agua, que restan eficiencia a los grupos de impulsión y obturan las boquillas de los emisores de riego.

El elemento filtrante está en el interior de una carcasa que dispone de entrada, salida y tapa de acceso que incluye, frecuentemente, una salida de limpieza. Las entradas y salidas pueden ser en rosca, brida y abrazadera. En los dos primeros casos son salidas Normalizadas en función de la presión de trabajo.

La distancia entre bridas es característica de cada fabricante, no hay Normalización al respecto.

Todos los elementos que forman el filtro son de materiales inalterables a los fluidos que deben filtrar o estarán protegidos por capas adicionales de recubrimientos especiales.

2.2. Etiquetado

Sobre la carcasa del filtro, de forma indeleble, se indicarán las siguientes características:

- Diámetro de la brida.
- Gasto máximo y gasto recomendado.
- Tipo de protección.
- Grado de filtrado.
- Presión máxima de trabajo.
- Marca, modelo y fabricante.

En la documentación suministrada por el fabricante figurarán además el manual de mantenimiento, las características del elemento filtrante y la curva de gasto – pérdida de carga.

2.3. Velocidad de filtración y composición de filtros

Para definir la dimensión de la instalación de filtrado se deben seguir las recomendaciones del fabricante sobre velocidad de trabajo, máxima y mínima, en función del fluido que ha de filtrarse.

2.4. Pérdidas de carga y determinación del momento de la limpieza

Es característico de cada filtro decidir con que pérdida de carga ha de ponerse en funcionamiento la limpieza. La presión se medirá antes y después del filtro. Cuando la diferencia entre las dos presiones sea superior, en general a los 5 m, se pondrá en marcha la limpieza.

Los filtros de malla están constituidos por una carcasa exterior en la cual se alojan tres cámaras diferenciales. Una primera cámara de desbaste que coincide con la boca de entrada del agua al filtro en la que se sitúa la malla gruesa que se utiliza como filtración grosera. En la segunda cámara se aloja el elemento filtrante donde quedan retenidos los sólidos. En la tercera cámara es la de limpieza (autolimpieza) separada de la filtración mediante un sellado especial.

Especificaciones técnicas

- **Caudal de trabajo:** 450 m³/h
- **Presión mínima:** 2 bar
- **Presión máxima:** 10 bar
- **Área de filtración:** 8000 cm²
- **Temperatura máxima:** 80 °C
- **Diámetro entrada/salida:** 6"

Datos de lavado

- **Válvula de lavado:** 2"
- **Tiempo del ciclo de lavado:** 25 s
- **Consumo agua lavado:** 105 L

Control y electricidad

- **Voltaje del control:** 24 V DC
- **Tensión de operación:** alterna monofásica 220 V 50 Hz
- **Motor eléctrico:** 1/2 CV (220 V), 1/3 CV (12 V)

Materiales de construcción

- **Cuerpo del filtro:** acero al carbono 37-2 y 44-2 Epoxy.
- **Tornillería:** cincada calidad 5.6 y 5.8
- **Mallas:** acero inoxidable 316

Artículo 3. Válvulas

3.1. Válvulas de compuerta

Las válvulas de compuerta, responderán a la norma UNE-EN-593, serán de bridas, dispondrán de husillo estacionario de acero inoxidable ST-1.4021 con cantos romos, tuerca de latón, compuerta de fundición dúctil tipo EN-GJS500-7, vulcanizada con goma tipo EDPM (etileno-propileno) con cierre estanco y elástico, cuerpo y tapa de fundición dúctil tipo EN-GJS-500-7, según norma UNE-EN-1563 ó similar, con superficies de paso lisas y estanqueidad garantizada a base de juntas de tipo NBR (caucho-nitrílico). Serán necesariamente todas de cierre en sentido horario.

Las bridas responderán a la Norma EN-1092-2 y los tornillos de la misma serán de acero inoxidable.

Las válvulas de compuerta estarán protegidas interior y exteriormente con resina epoxi adecuada para agua potable, en polvo, aplicada electrostáticamente en una sola capa y con un espesor mínimo en las partes esenciales de 250 micras, según DIN 30677 parte 2 apartado 4.2.1. (tabla 1), admitiéndose un mínimo de 150 micras en las partes indicadas en la misma norma y apartado. Para la buena aplicación y adherencia del tratamiento al soporte, la superficie de la válvula habrá de estar limpia de impurezas de toda clase como suciedad, aceite, grasa, exudación y humedad y se granallará como mínimo al grado Sa 2 1/2 como se define en la norma UNE-EN-8501.

La unión del cuerpo y la tapa deberá realizarse sin tornillo o con tornillos embutidos y protegidos de la humedad, de acero inoxidable St 8,8 DIN 912 de cabeza hueca; preferiblemente el sistema de deslizamiento de la compuerta por el cuerpo de la válvula se realizará sin guías macho en éste, de modo que tampoco existan las correspondientes guías hembra en la compuerta.

La colocación se efectuará sobre un macizo de hormigón tipo HM-15 al que se anclarán mediante redondo de acero especial galvanizado de diez milímetros (10 mm.) de diámetro o mediante algún otro sistema similar que asegure su estabilidad en servicio.

Las válvulas deberán ser sometidas a las siguientes pruebas:

- Medida del espesor de las capas de resina epoxi.
- Control de no porosidad a una corriente continua de 1000 V.
- Control de resistencia a golpes con una energía de 5 Nm con granalla de 25 mm de diámetro y de continuidad del revestimiento.
- Control de adherencia mediante sello pegado y máquina de pruebas a tracción a 8 N/mm².
- Pruebas de estanqueidad con compuerta abierta a 24 atm de presión.
- Pruebas de presión con compuerta cerrada por ambos lados a 17,6 atm de presión.

3.2. Válvulas de mariposa

Las válvulas de mariposa serán de tipo reforzado y dispondrán de eje y mariposa de acero inoxidable, cojinetes de bronce de rozamiento, cuerpo de fundición dúctil tipo EN-GJS-500-7 y anillo de cierre elástico de etileno propileno y desmultiplicador inundable con una estanqueidad IP-68, con husillo de acero inoxidable, indicador visual y bloqueo mecánico, según norma UNE-EN-593. Serán necesariamente todas de cierre en sentido horario.

Los taladros de cuerpo de válvula responderán a la norma UNE-EN-1092-2.

Las llaves, se colocarán entre bridas planas mediante tornillos pasantes atirantados de acero inoxidable. Como norma general, las válvulas de mariposa se montarán con el eje horizontal y en posición abierta. Las válvulas estarán protegidas con resina epoxi aplicada electrostáticamente en una capa, con un espesor mínimo de 150 micras, resistente a la humedad y deberán estar provistas de su correspondiente casquillo sujeto con tornillo, salvo indicación expresa en contra.

Los tubos o piezas especiales a los que se acoplen las llaves, deberán estar suficientemente anclados para soportar los esfuerzos que las llaves puedan transmitir.

En el caso de válvulas motorizadas, el actuador eléctrico cumplirá las siguientes características:

- Estarán dimensionados para el servicio todo o nada.
- La velocidad de salida de 4 hasta 180 rpm/min. (50 Hz).
- Motor trifásico con aislamiento clase F, protección total del motor por tres termostatos incluidos en el bobinado del estator, motor sin caja de bornas, conexión sobre conector del motor.
- Mecanismo de rodillos ajustable a la posición cerrado/abierto.
- Limitador de par ajustable sin escalonamiento en escalas de par calibrada para los sentidos de cierre y apertura, valor ajustado directamente legible en daNm.
- Interruptor de par y de carretera cada uno con un contactor de apertura y cierre, IP-68.
- Volante para servicio manual, desembraga automáticamente con arranque motor y queda inmóvil durante el servicio eléctrico.
- Temperatura servicio de -20 °C hasta +80 °C.
- Acoplamiento de salida, según norma EN-ISO-5210.

3.3. Válvulas de pequeño diámetro

Las válvulas o llaves de paso de diámetro nominal igual o inferior a dos pulgadas (2"), serán de compuerta con husillo de latón laminado estacionario, cuerpo y cuña monobloque de bronce y volante metálico. Dispondrán de extremos roscados y responderán a una presión de servicio de diez atmósferas (10 atm), que deberá figurar grabada en su exterior.

Los precios de cada unidad, comprenden las operaciones y elementos accesorios, así como los anclajes, uniones necesarias para su colocación, prueba, pintura, etc.

Artículo 4. Tubería de acero galvanizado

4.1. Definición

Las tuberías de acero deberán cumplir las condiciones especificadas en el "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimientos de agua" de la Dirección General de Obras Hidráulicas, pertenecientes a la clase A.

4.2. Espesores y timbrajes

La determinación de diámetros y espesores se realizará con arreglo al Pliego, igual que las pruebas de estanqueidad.

El sistema de galvanizado podrá realizarse por inmersión o mediante electrólisis. El espesor mínimo será de 20 micras.

4.3. Pruebas en las conducciones

El Pliego de prescripciones técnicas del M.O.P.U., regula tanto las pruebas en fábrica como las pruebas "in situ" de las tuberías de abastecimiento de agua.

Las verificaciones y pruebas, en fábrica, para las tuberías pueden resumirse en:

- a) Examen visual del aspecto general de todos los tubos.
- b) Comprobación de dimensiones, espesores y rectitud de los tubos.
- c) Pruebas de estanqueidad de todos los tubos a presión normalizada.
- d) Pruebas de rotura por presión hidráulica interior sobre un tubo de cada lote.
- e) Pruebas de rotura por la acción de cargas exteriores.

Artículo 5. Ventosas

Las ventosas serán automáticas y trifuncionales (doble efecto). El diámetro nominal de las ventosas corresponderá al diámetro de conexión con la tubería, así como al diámetro de aducción/expulsión de aire.

En el caso de ventosas que hayan de funcionar con presiones inferiores a 5 atm, se ha de especificar que sean de baja presión.

Las ventosas deberán disponer de una válvula de corte para el mantenimiento de las mismas cuando la tubería se encuentra en servicio.

5.1. Calidad de los materiales

Las calidades de los materiales de las ventosas iguales o superiores a lo especificado a continuación:

- **Cuerpo y tapa.** Fundición ASTM A-48, Clase 30 ó A-126 Clase B ó GGG- 40.
- **Guía y partes móviles.** Acero inoxidable, Norma ASTM A-276 y de latón y bronce, Norma ASTM 88-52.
- **Flotador.** Acero inoxidable Norma ASTM A-240 de presión de colapsamiento 70 atm. Purgador de control: Bronce o acero inoxidable.
- **Resistencia a la corrosión y al envejecimiento.** Todas las superficies interiores que estén en contacto continuo con el agua y las superficies externas (incluyendo la tornillería) que estén en contacto permanente con el sol, el agua o la atmósfera, deben ser resistentes a la corrosión y al envejecimiento.

5.2. Control de calidad

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la Norma UNE-EN 1074:2001 no será necesario realizar un control de calidad de las ventosas. En caso contrario se realizará el siguiente control de parámetros, que será certificado por un Laboratorio de Control externo.

5.2.1. Resistencia mecánica

Resistencia de la carcasa a la presión interior y de todos los componentes sometidos a presión

Las ventosas deben resistir, sin sufrir daños, una presión interior igual al mayor de los dos valores siguientes: PEA o 1,5·PFA. Este ensayo se realizará de acuerdo al método del anexo A de la norma UNE-EN 1074-1:2001, no apreciándose visualmente ninguna fuga exterior ni ninguna otra señal de defecto.

Resistencia del obturador a la presión diferencial

Las ventosas en la posición de ventosas cerrada, deben resistir sin sufrir ningún daño una presión diferencial, aplicada al obturador, igual al menor de los dos valores siguientes: $1,5 \cdot PFA$ 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 ensayar una ventosas, en el estado en el que se suministra, según el método de ensayo del anexo B de la norma UNE-EN 1074-1:2001.

5.2.2. Estanqueidad

Estanqueidad de la carcasa a la presión interior y de todos los componentes sometidos a presión

- **Estanqueidad a la presión interior.**

Las ventosas serán estancas al agua a una presión interior igual al mayor de los siguientes valores: PEA o $1,5 \cdot PFA$.

Para verificar este requisito se somete una ventosa, en el estado en que se suministra, a un ensayo de presión de agua conforme con el apartado 5.1.1 de la norma UNE-EN 1074-1:2001 o a un ensayo de presión de aire de 6 bar conforme con el proyecto de norma prEN 1266-1:1999, no debe detectarse ninguna fuga.

- **Estanqueidad a la presión exterior.**

Para verificar este requisito se somete una ventosa, en el estado en que se suministra, al ensayo del anexo D de la norma UNE-EN 1074-1:2001, cualquier variación de presión durante el ensayo no debe superar el valor de 0.02 bar.

Estanqueidad del asiento

- **Estanqueidad del asiento a alta presión.**

En asiento de las ventosas, en la posición de ventosa completamente cerrada, debe ser estanco, con un ratio de fuga definido y seleccionado entre los ratios A y 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 $1,1 \cdot PFA$ para agua, o 6 bar para aire, el ratio de fuga medido no debe superar el ratio definido.

- **Estanqueidad del asiento a una baja presión.**

Los requisitos deben ser conformes a los de apartado anterior pero a una presión diferencial de agua de 0.5 bar.

5.2.3. Características neumáticas

La característica facilitada por el fabricante será el caudal de aire en función de la presión. El caudal no será inferior al 90% del valor indicado por el fabricante, en dos

puntos de la curva, siendo estos dos puntos indicativos del rango de utilización de la válvula y sus funciones.

Función de salida de aire

El ensayo de tipo debe realizarse según se indica en el anexo A de la norma UNE-EN1074-4:2001. Este ensayo no se exige en ventosas de dimensiones superiores a DN 100.

Función de entrada de aire

El ensayo de tipo debe realizarse según se indica en el anexo B de la norma UNE-EN1074-4:2001. Este ensayo no se exige en ventosas de dimensiones superiores a DN 100.

Función de desgasificación

Esta función se debe verificar mediante la medición de la sección de orificio pequeño de la ventosa, calculando el caudal que lo atraviesa en condiciones sónicas, y comparando el resultado con el valor facilitado en los catálogos del fabricante. La diferencia no debe ser superior a $\pm 10\%$.

5.2.4. Resistencia a la fatiga

Resistencia a la fatiga con función de entrada y/o salida de aire

Esta fatiga se debe evaluar sometiendo a la válvula a 250 ciclos consecutivos de llenado y drenaje, según el anexo C de la norma UNE-EN 1074-4:2001, con la presión variando entre la atmosférica y PFA. La ventosa se debe abrir y cerrar completamente durante el ensayo y superar los ensayos de 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, alas normas técnicas de obligado cumplimiento y a las reglas de buenas construcciones.

Artículo 3. El Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra

Corresponde al Coordinador de seguridad y salud:

- a) Aprobar antes del comienzo de la obra, el Plan de Seguridad y Salud redactado por el constructor.
- b) Tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.
- c) Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva.
- d) Contratar las instalaciones provisionales, los sistemas de seguridad y salud, y la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- e) Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a las obras.

Artículo 4. El Constructor

Corresponde al Constructor:

- a) Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- b) Elaborar, antes del comienzo de las obras, el Plan de Seguridad y Salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- c) Suscribir con el Ingeniero y el Ingeniero Técnico, el acta de replanteo de la obra.
- d) Ostentar la Jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas y trabajadores autónomos.
- e) Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del Ingeniero Técnico, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- f) Llevar a cabo la ejecución material de las obras de acuerdo con el proyecto, las normas técnicas de obligado cumplimiento y las reglas de la buena construcción.
- g) Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- h) Facilitar al Ingeniero Técnico, con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- i) Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- j) Suscribir con el Promotor el acta de recepción de la obra.
- k) Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

Artículo 5. El Promotor - Coordinador de gremios

Cuando el promotor, en lugar de encomendar la ejecución de las obras a un contratista general, contrate directamente a varias empresas o trabajadores autónomos para la realización de determinados trabajos de la obra, asumirá las funciones definitivas para el constructor en el artículo 6.

CAPÍTULO II: DE LAS OBLIGACIONES Y DERECHOS GENERALES DEL CONSTRUCTOR O CONTRATISTA

Artículo 6. Verificación de los documentos del proyecto

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

Artículo 7. Oficina en la obra

El Constructor habilitará en la obra una oficina. En dicha oficina tendrá siempre el Contratista a disposición de la Dirección Facultativa: El Proyecto de Ejecución La

Licencia de Obras. El Libro de Ordenes y Asistencia. El Plan de Seguridad e Higiene. El Libro de Incidencias.

El Reglamento y Ordenanza de Seguridad y Salud en el Trabajo. La documentación de los seguros mencionados en el artículo 4.

Dispondrá además el Constructor una oficina para la Dirección facultativa, convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

Artículo 8. Representación del contratista.

El Constructor viene obligado a comunicar al promotor y a la Dirección Facultativa, la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá el carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competan a la contrata.

Serán sus funciones las del Constructor según se especifica en el artículo 4.

Cuando la importancia de las obras lo requiera y así se consigne en el Pliego de "Condiciones particulares de índole facultativa", el Delegado del Contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según los casos.

El cumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Ingeniero para ordenar la paralización de las obras sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

Artículo 9. Presencia del constructor en la obra

El contratista o su representante, estará en la obra durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Ingeniero Director en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que considere necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

Artículo 10. Trabajos no estipulados expresamente

Es obligación de la contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspectos de las obras, aún cuando no se halle expresamente estipulado en Documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero Técnico dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Se requerirá reformado de proyecto con consentimiento expreso del promotor, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20 por 100 o del total del presupuesto en más de un 10 por 100.

Artículo 11. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, e instrucciones correspondientes se comunicarán al Constructor, pudiendo éste solicitar que se le comuniquen por escrito, con detalles necesarios para la correcta ejecución de la obra.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quién la hubiere dictado, el cual dará al Constructor el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

Artículo 12. Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas, ante el promotor, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes.

Contra disposiciones de orden técnica o facultativa del Ingeniero Director de obra no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Director de obra, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

Se requerirá reformado de proyecto con consentimiento expreso del promotor, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20 por 100 o del total del presupuesto en más de un 10 por 100.

Artículo 13. Recusación por el contratista del personal nombrado por el Ingeniero

El Constructor no podrá recusar a los Ingenieros o personal encargado por éstos de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte del promotor se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos procederá de acuerdo con lo estipulado en el Artículo precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

Artículo 14. Faltas del personal

El Ingeniero, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

Artículo 15. Subcontratas

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Contrato de obras y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

CAPÍTULO III. PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A TRABAJOS MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES

Artículo 16. Caminos y accesos

El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta. El Coordinador de seguridad y salud podrá exigir su modificación o mejora.

Artículo 17. Replanteo

El Constructor iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerará a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Ingeniero Técnico y una vez esto haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Ingeniero, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

Artículo 18. Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos

El Constructor dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Contrato suscrito con el promotor, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

De no existir mención alguna al respecto en el contrato de obra, se estará al plazo previsto en el Estudio de Seguridad y Salud, y si este tampoco lo contemplara, las obras deberán comenzarse un mes antes de que venza el plazo previsto en las normativas urbanísticas de aplicación.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero y al Ingeniero Técnico y al Coordinador de seguridad y salud del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

Artículo 19. Orden de los trabajos

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

Artículo 20. Facilidades para otros contratistas

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

Artículo 21. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Ingeniero en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo

importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

Artículo 22. Prórroga por causa de fuerza mayor

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Ingeniero. Para ello, el Constructor expondrá, en escrito dirigido al Ingeniero, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

Artículo 23. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

Artículo 24. Condiciones generales de ejecución de los trabajos

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad impartan el Ingeniero o el Ingeniero Técnico o el Coordinador de seguridad y salud, al Constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado en el artículo 12.

Artículo 25. Obras ocultas

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, el Constructor levantará los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose: uno, al Ingeniero; otro, al Ingeniero Técnico; y, el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

Artículo 26. Trabajos defectuosos

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en el Proyecto y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción sin reservas del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete al Ingeniero Técnico, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero Técnico advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de

la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Ingeniero de la obra, quien resolverá.

Artículo 27. Vicios ocultos

Si el Ingeniero Técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción de la obra, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Ingeniero.

Los gastos que se ocasionen serán de cuenta del Constructor, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario serán a cargo del Promotor.

Artículo 28. De los materiales y de los aparatos. Su procedencia

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Proyecto preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Constructor deberá presentar al Ingeniero Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

Artículo 29. Presentación de muestras

A petición del Ingeniero, el Constructor le presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el Calendario de la Obra.

Artículo 30. Materiales no utilizables

El Constructor, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Proyecto.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Ingeniero Técnico, pero acordando previamente con el Constructor su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

Artículo 31. Materiales y aparatos defectuosos

Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este Pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando la falta de prescripciones formales de aquél, se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Ingeniero a instancias del Ingeniero Técnico, dará orden al Constructor de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.

Si a los quince (15) días de recibir el Constructor orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo el Promotor cargando los gastos a la contrata.

Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran de calidad inferior a la preceptuada pero no defectuosos, y aceptables ajuicio del Ingeniero, se recibirán pero con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Constructor prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

Artículo 32. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta del Constructor.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

Artículo 33. Limpieza de las obras

Es obligación del Constructor mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

Artículo 34. Obras sin prescripciones

En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en el Proyecto, el Constructor se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a lo dispuesto en el Código Técnico de la Edificación (CTE), cuando este sea aplicable.

CAPÍTULO IV: DE LAS RECEPCIONES DE EDIFICIOS Y OBRAS ANEJAS

Artículo 35. De las recepciones provisionales

Treinta días antes de dar fin a las obras, comunicará el Ingeniero al Promotor la proximidad de su terminación a fin de convenir la fecha para el acto de recepción provisional.

Esta se realizará con la intervención del Promotor, del Constructor, del Ingeniero y del Ingeniero Técnico. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un Certificado Final de Obra y si alguno lo exigiera, se levantará un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas sin reservas.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se darán al Constructor las oportunas instrucciones para remediar los defectos

observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción de la obra.

Si el Constructor no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con pérdida de la fianza o de la retención practicada por el Promotor.

Artículo 36. Documentación final de la obra

El Ingeniero Director facilitará al Promotor la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuestos por la legislación vigente.

Artículo 37. Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el Ingeniero Técnico a su medición definitiva, con precisa asistencia del Constructor o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el Ingeniero con su firma, servirá para el abono por la Propiedad del saldo resultante salvo la cantidad retenida en concepto de fianza o recepción.

Artículo 38. Plazo de garantía

El plazo de garantía deberá estipularse en el Contrato suscrito entre la Propiedad y el Constructor y en cualquier caso nunca deberá ser inferior a un año.

Si durante el primer año el constructor no llevase a cabo las obras de conservación o reparación a que viniese obligado, estas se llevarán a cabo con cargo a la fianza o a la retención.

Artículo 39. Conservación de la obras recibidas provisionalmente

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo del Contratista. Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guarda, limpieza y reparaciones causadas por el uso correrán a cargo del propietario y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo de la contrata.

Artículo 40. De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Contrato suscrito entre el Promotor y el Constructor, o de no existir plazo, en el que establezca el Ingeniero Director, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán con los trámites establecidos en el artículo 35.

Para las obras y trabajos no determinados pero aceptables a juicio del Ingeniero Director, se efectuará una sola y definitiva recepción.

TITULO III: CONDICIONES ECONÓMICAS

CAPÍTULO I: PRINCIPIO GENERAL

Artículo 1.

Todos los que intervienen en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

Artículo 2.

El Promotor, el contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

CAPÍTULO II: FIANZAS Y GARANTÍAS

Artículo 3.

El contratista garantizará la correcta ejecución de los trabajos en la forma prevista en el Proyecto.

Artículo 4. Fianza provisional

En el caso de que la obra se adjudique por subasta pública, el depósito provisional para tomar parte en ella se especificará en el anuncio de la misma.

El Contratista a quien se haya adjudicado la ejecución de una obra o servicio para la misma, deberá depositar la fianza en el punto y plazo fijados en el anuncio de la subasta.

La falta de cumplimiento de este requisito dará lugar a que se declare nula la adjudicación, y el adjudicatario perderá el depósito provisional que hubiese hecho para tomar parte en la subasta.

Artículo 5. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director, en nombre y representación del Promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o, podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza o garantía, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastare para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

Artículo 6. De su devolución general

La fianza retenida será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de treinta (30) días una vez transcurrido el año de garantía. El Promotor podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos...

Artículo 7. Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales

Si el Promotor, con la conformidad del Ingeniero Director, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza o cantidades retenidas como garantías.

CAPÍTULO III: DE LOS PRECIOS

Artículo 8. Composición de los precios unitarios

El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

- **Se considerarán costes directos:**

- a) La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- c) Los equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- d) Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

- **Se considerarán costes indirectos:**

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

- **Se considerarán gastos generales:**

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la Administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos.

- **Beneficio industrial:**

El beneficio industrial del Contratista será el pactado en el contrato suscrito entre el Promotor y el Constructor.

- **Precio de ejecución material:**

Se denominará Precio de Ejecución material el resultado obtenido por la suma de los Costes Directos más los Costes Indirectos.

- **Precio de Contrata:**

El precio de Contrata es la suma de los Costes Directos, los Indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

El IVA gira sobre esta suma (precio de contrata) pero no integra el precio.

Artículo 9. Precios de contrata. Importe de contrata

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratasen a tanto alzado, se entiende por Precio de contrata el que importa el coste total de la unidad de obra. El Beneficio Industrial del Contratista se fijará en el contrato entre el Contratista y el Promotor.

Artículo 10. Precios contradictorios

Se producirán precios contradictorios sólo cuando el Promotor por medio del Ingeniero decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Ingeniero y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

Artículo 11. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios

En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obras ejecutadas. Se estará a lo previsto en primer lugar, al Pliego Particular de Condiciones Técnicas y en su defecto, a lo previsto en las Normas Tecnológicas de la Edificación.

Artículo 12. De la revisión de los precios contratados

Contratándose las obras a tanto alzado, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montante superior al tres por 100 (3 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con lo previsto en el contrato, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

Artículo 13. Acopio de materiales

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que el Promotor ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Promotor son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista, siempre que así se hubiese convenido en el contrato.

CAPÍTULO IV: OBRAS POR ADMINISTRACIÓN

Artículo 14. Administración

Se denominan Obras por Administración aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el propietario, bien por un representante suyo o bien por mediación de un constructor. En tal caso, el propietario actúa como Coordinador de Gremios, aplicándosele lo dispuesto en el Artículo 7 del presente Pliego de Condiciones Particulares.

Las obras por administración se clasifican en las dos modalidades siguientes:

- a) Obras por administración directa.
- b) Obras por administración delegada o indirecta.

Artículo 15. Obras por Administración directa

Se denominan "Obras por Administración directa" aquellas en las que el Promotor por sí o por mediación de un representante suyo, que puede ser el propio Ingeniero-Director, expresamente autorizado a estos efectos, lleve directamente las gestiones precisas para la ejecución de la obra, adquiriendo los materiales, contratando su transporte a la obra y, en suma Interviniendo directamente en todas las operaciones precisas para que el personal y los obreros contratados por él puedan realizarla; en estas obras el constructor, si lo hubiese, o el encargado de su realización, es un mero dependiente del propietario, ya sea como empleado suyo o como autónomo contratado por él, que es quien reúne en sí, por tanto, la doble personalidad de Promotor y Contratista.

Artículo 16. Obras por Administración delegada o indirecta

Se entiende por "Obra por Administración delegada o indirecta" la que convienen un Propietario y un Constructor para que éste, por cuenta de aquél y como delegado suyo, realice las gestiones y los trabajos que se precisen y se convengan

Son por tanto, características peculiares de las Obras por Administración delegada o indirecta las siguientes:

- a) Por parte del Promotor, la obligación de abonar directamente o por mediación del Constructor todos los gastos inherentes á la realización de los trabajos convenidos, reservándose el Promotor la facultad de poder ordenar, bien por sí o por medio del Ingeniero-Director en su representación, el orden y la marcha de los trabajos, la elección de los materiales y aparatos que en los trabajos han de emplearse y, en suma, todos los elementos que crea preciso para regular la realización de los trabajos convenidos.
- b) Por parte del Constructor, la obligación de llevar la gestión práctica de los trabajos, aportando sus conocimientos constructivos, los medios auxiliares precisos y, en suma, todo lo que, en armonía con su cometido, se requiera para la ejecución de los trabajos, percibiendo por ello del Promotor un tanto por

ciento (%) prefijado sobre el importe total de los gastos efectuados y abonados por el Constructor.

Artículo 17. Liquidación de obras por Administración

Para la liquidación de los trabajos que se ejecuten por administración delegada o indirecta, regirán las normas que a tales fines se establezcan en las "Condiciones particulares de índole económica" vigentes en la obra; a falta de ellas, las cuentas de administración las presentará el Constructor al Promotor, en relación valorada a la que deberá acompañarse y agrupados en el orden que se expresan los documentos siguientes todos ellos conformados por el Ingeniero Técnico:

- a) Las facturas originales de los materiales adquiridos para los trabajos y el documento adecuado que justifique el depósito o el empleo de dichos materiales en la obra.
- b) Las nóminas de los jornales abonados, ajustadas a lo establecido en la legislación vigente, especificando el número de horas trabajadas en la obra por los operarios de cada oficio y su categoría, acompañando, a dichas nóminas una relación numérica de los encargados, capataces, jefes de equipo, oficiales y ayudantes de cada oficio, peones especializados y sueltos, listeros, guardas, etc., que hayan trabajado en la obra durante el plazo de tiempo a que correspondan las nóminas que se presentan.
- c) Las facturas originales de los transportes de materiales puestos en la obra o de retirada de escombros.
- d) Los recibos de licencias, impuestos y demás cargas inherentes a la obra que haya pagado o en cuya gestión haya intervenido el Constructor, ya que su abono es siempre de cuenta del Propietario.

A la suma de todos los gastos inherentes a la propia obra en cuya gestión o pago haya intervenido el Constructor se le aplicará, a falta de convenio especial, el porcentaje convenido en el contrato suscrito entre Promotor y el constructor, entendiéndose que en este porcentaje están incluidos los medios auxiliares y los de seguridad preventivos de accidentes, los Gastos Generales que al Constructor originen los trabajos por administración que realiza y el Beneficio Industrial del mismo.

Artículo 18. Abono al Constructor de las cuentas de Administración delegada

Salvo pacto distinto, los abonos al Constructor delegada los realizará el Promotor mensualmente según aprobados por el propietario o por su delegado representante de las cuentas de Administración las partes de trabajos realizados

Independientemente, el Ingeniero Técnico redactará, con igual periodicidad, la medición de la obra realizada, valorándola con arreglo al presupuesto aprobado. Estas valoraciones no tendrán efectos para los abonos al Constructor salvo que se hubiese pactado lo contrario contractualmente.

Artículo 19. Normas para la adquisición de materiales y aparatos

No obstante las facultades que en estos trabajos por Administración delegada se reserva el Promotor para la adquisición de los materiales y aparatos, si al Constructor se le autoriza para gestionarlos y adquirirlos, deberá presentar al Promotor, o en su representación al Ingeniero-Director, los precios y las muestras de los materiales y aparatos ofrecidos, necesitando su previa aprobación antes de adquirirlos.

Artículo 20. Del Constructor en el bajo rendimiento de los obreros

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Ingeniero-Director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Ingeniero Director.

Si hecha esta notificación al Constructor, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Promotor queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del porcentaje indicado en el artículo 59 b, que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

Artículo 21. Responsabilidad del Constructor

En los trabajos de "Obras por Administración delegada", el Constructor solo será responsable de los efectos constructivos que pudieran tener los trabajos o unidades por él ejecutadas y también de los accidentes o perjuicios que pudieran sobrevenir a los obreros o a terceras personas por no haber tomado las medidas precisas que en las disposiciones legales vigentes se establecen. En cambio, y salvo lo expresado en el artículo 61 precedente, no será responsable del mal resultado que pudiesen dar los materiales y aparatos elegidos con arreglo a las normas establecidas en dicho artículo.

En virtud de lo anteriormente consignado, el Constructor está obligado a reparar por su cuenta los trabajos defectuosos y a responder también de los accidentes o perjuicios expresados en el párrafo anterior.

CAPÍTULO V: DE LA VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS

Artículo 22. Formas varias de abono de las obras

Según la modalidad elegida para la contratación de las obras y salvo que en el contrato suscrito entre el Contratista y el Promotor, se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se efectuará así:

1. Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.
2. Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra. Este precio por unidad de obra es invariable y se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas.

Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al Contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el Proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.

3. Tanto variable por unidad de obra. Según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las

Órdenes del Ingeniero-Director. Se abonará al Contratista en idénticas condiciones al caso anterior.

4. Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el Contrato suscrito entre Contratista y Promotor determina.
5. Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

Artículo 23. Relaciones valoradas y certificaciones

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato suscrito entre Contratista y Promotor, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Ingeniero.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderada o numeral correspondiente para cada unidad de obra, los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego Particular de Condiciones Económicas" respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación se le facilitarán por el Ingeniero técnico los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha del recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos y devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Ingeniero-Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Ingeniero-Director en la forma referida en los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Ingeniero-Director la certificación de las obras ejecutadas. De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la construcción de la fianza o retención como garantía de correcta ejecución que se haya preestablecido.

El material acopiado a pie de obra por indicación expresa y por escrito del Promotor, podrá certificarse hasta el noventa por ciento (90 por 100) de su importe, a los precios que figuren en los documentos del Proyecto, sin afectarlos del tanto por ciento de contrata.

Las certificaciones se remitirán al Promotor, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. En el caso de que el Ingeniero-Director lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

Artículo 24. Mejoras de obras libremente ejecutadas

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Ingeniero-Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio o ejecutase con mayores dimensiones cualquiera parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Ingeniero-Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponder en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

Artículo 25. Abono de trabajos presupuestados con partida alzada

Salvo lo preceptuado en el contrato suscrito entre el Contratista y el Promotor, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- a) Si existen precios contratados para unidades de obras iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- b) Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
- c) Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso el Ingeniero-Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

Artículo 26. Abono de agotamientos, ensayos y otros trabajos especiales no contratados

Cuando fuese preciso efectuar agotamientos, ensayos, inyecciones y otra clase de trabajos de cualquiera índole especial y ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el Propietario por separado de la Contrata.

Además de reintegrar mensualmente estos gastos al Contratista, se le abonará juntamente con ellos el tanto por ciento del importe total que, en su caso, se especifique en el contrato entre el Contratista y el Promotor.

Artículo 27. Pagos

Los pagos se efectuarán por el Promotor en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Ingeniero-Director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

Artículo 28. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía

Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

1. Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo; y el Ingeniero-Director exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en el contrato suscrito entre el Contratista y el Promotor, o en su defecto, en el presente Pliego Particular o en su defecto en los Generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.
2. Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo, se valoraran y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
3. Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

CAPÍTULO VI: DE LAS INDEMNIZACIONES MUTUAS

Artículo 29. Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un porcentaje del importe total de los trabajos contratados o cantidad fija, que deberá indicarse en el contrato suscrito entre Contratista y Promotor, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza o retención.

Artículo 30. Demora de los pagos por parte del propietario

Si el Promotor no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al que se hubiere comprometido, el Contratista tendrá el derecho de percibir la cantidad pactada en el Contrato suscrito con el Promotor, en concepto de intereses de demora, durante el espacio de tiempo del retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

Si aún transcurrieran dos meses a partir del término de dicho plazo de un mes sin realizarse dicho pago, tendrá derecho el Contratista a la resolución del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que éstos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada.

No obstante lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el Contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

CAPÍTULO VII: VARIOS

Artículo 31. Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Ingeniero-Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto a menos que el Ingeniero-Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Ingeniero-Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

Artículo 32. Unidades de obra defectuosas pero aceptables

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Ingeniero-Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

Artículo 33. Seguro de las obras

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados.

El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Promotor, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya, y a medida que ésta se vaya realizando.

El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Promotor podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada.

La infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se le hubiesen abonado, pero solo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero-Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del Promotor, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos

Artículo 34. Conservación de la obra

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Promotor, el Ingeniero-Director, en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Ingeniero-Director fije, salvo que existan circunstancias que justifiquen que estas operaciones no se realicen.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el Contratista a revisar y reparar la obra, durante el plazo de garantía, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

Artículo 35. Uso por el Contratista de edificio o bienes del Promotor

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Promotor, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación, reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Promotor a costa de aquél y con cargo a la fianza o retención.

TITULO IV: CONDICIONES LEGALES

Artículo 1. Preliminar

Se entiende el presente pliego como orientativo para la focalización del contrato entre el propietario y el constructor.

Artículo 2. Contratista

Pueden ser contratistas de las obras los españoles y extranjeros que se hayan en posición de sus derechos civiles con arreglo a las leyes, y a las sociedades y compañías legalmente constituidas y renegociadas en España.

Quedan exceptuados:

- Los que se hayan procesados criminalmente, si hubiese recaído contra ellos acto de prisión.
- Los que estuviesen fallidos, con suspensión de pagos o bienes intervenidos.
- Los que en contratos anteriores hubiesen fallado reconocidamente con sus compromisos.
- Los que estuviesen premiados como deudores a los males públicos en conceptos de seguros contribuyentes.

Artículo 3. Sistemas de contratación

La ejecución de las obras podrá contratarse por cualquiera de los siguientes sistemas:

- Por tanto alzado, comprende la ejecución de toda o parte de la obra, con sujeción estricta a los documentos del proyecto y a una cifra fija.
- Por unidades de obra, ejecutadas así mismo con arreglo a los documentos del proyecto y a las condiciones particulares que en cada caso se estipulen.
- Por administración directa o indirecta con arreglo a los documentos del proyecto y a las condiciones particulares que en cada caso se estipulen.
- Por contratos, de mano de obra, siendo de cuenta de la propiedad el suministro de los materiales y medios auxiliares en condiciones idénticas a los anteriores.

Artículo 4. Adjudicación de las obras

La adjudicación de las obras podrá efectuarse por cualquier de los tres procedimientos siguientes:

- Subasta pública o privada.
- Concurso público o privado.,
- Adjudicación directa.

En el primer caso, será obligatoria la adjudicación al mejor postor, siempre que este sea conforme con lo especificado en los documentos del proyecto. En el segundo caso la adjudicación será libre elección.

Artículo 5. Formalización del contrato

Los contratos se formalizarán mediante documento privado en general, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes y con arreglo

a las disposiciones vigentes. Serán de cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasionen la extensión del documento en que se consigue el contrato.

Artículo 6. Responsabilidad del contratista

El contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el proyecto (la memoria no tendrá consideración de documento del proyecto).

El contratista se obliga a lo establecido en la Ley de Contratos de Trabajo y además a lo dispuesto por la Ley de Accidentes de Trabajo, Subsidio Familiar y Seguros Sociales.

El contratista es responsable de toda falta relativa a la Policía Urbana y a las Ordenanzas Municipales a estos aspectos vigentes en la localidad en la que las obras están emplazadas.

Artículo 7. Accidentes de trabajo y daños a terceros

En caso de accidentes ocurridos a los operarios, con motivo del ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el contratista se atenderá a lo dispuesto en la legislación vigente, siendo en todo caso, único responsable de su incumplimiento y sin que por ningún concepto pueda quedar afectada la propiedad por responsabilidad de cualquier aspecto.

El contratista está obligado a aceptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes señalan para evitar, en lo posible, accidentes a los obreros o a los viandantes en todos los lugares peligrosos de la obra.

De los accidentes y perjuicios de todo género que puedan acaecer o sobrevenir, por no cumplir lo legislado sobre la materia, el contratista será el único responsable, o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precios se incluye lo necesario para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales.

El contratista será el responsable de todos los accidentes, que por inexperiencia o descuido, sobrevinieran en la obra. Y será, por tanto, de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y, en cuanto a ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El contratista cumplirá los requisitos que reflejan las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando ello fuera requerido, el justificante de tal cumplimiento.

Artículo 8. Pago de tributos

El pago de tributos e impuestos en general, municipales y de otro origen cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras por concepto inherente a los propios trabajos que se realizan correrán a cargo de la contrata, siempre que en las condiciones particulares del proyecto no se estipule lo contrario. No obstante, el contratista deberá ser reintegrado del importe de todos aquellos conceptos que el Ingeniero Director considere justo hacerlo.

Artículo 9. Hallazgos

Todas las antigüedades, objetos de arte o sustancias minerales que se encuentren en las excavaciones y demoliciones practicadas en la finca objeto del proyecto, pertenecen al Estado Español, quien deberá velar por su adecuada conservación y puesta en valor.

El contratista deberá emplear, para extraerlos, todas las precauciones que se le indiquen por el Director de obra. El propietario abonará al contratista el exceso de obras o los gastos especiales que estos trabajos ocasionen.

Serán pertenencia del Estado los materiales y corrientes de agua que, como consecuencia de la ejecución de la obras, aparecerán en los terrenos que se realizarán, pero el contratista tendrá derecho a utilizarlas en la construcción.

En caso de tratarse de aguas y si las utiliza, será de cargo del contratista las obras que sea conveniente ejecutar, recogerla o desviarla, para su utilización. Así mismo, dichas obras deberán ser notificadas y autorizadas por la administración competente.

La autorización para el aprovechamiento de gravas, arenas y toda clase de materiales procedentes de los terrenos donde se ejecutan los trabajos, así como las condiciones técnicas u económicas, en que estos aprovechamientos han de ejecutarse, se señalarán en cada caso concreto por el Ingeniero Director de obra.

Artículo 10. Causas de rescisión del contrato

Serán causas suficientes para la rescisión del contrato las indicadas a continuación:

- La muerte o incapacidad del contratista.
- La quiebra del contratista.

En los casos anteriores si los herederos ofrecieran llevar a cabo las obras, bajo las mismas condiciones estipuladas en el contrato, el propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan aquellos derecho a indemnización alguna.

Las alteraciones del contrato por las siguientes causas:

- La modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales a juicio del Director de obra, y en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto, como consecuencia de estas modificaciones, represente en más o menos 40 % como mínimo del importe de las unidades de obra modificadas.
- Las modificaciones de unidades de obra, siempre que estas representen variaciones en más o menos 40 %, como mínimo, en algunas de las unidades que figuran en las mediciones modificadas del proyecto.
- La suspensión de obra comenzada, y en todo caso, siempre que por causas ajenas a la contrata no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación, la devolución de la fianza será automática.
- La suspensión de la obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido en un año.
- El no dar comienzo la contrata a los trabajos dentro del plan señalado.

- El incumplimiento de las condiciones del contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.
- La terminación del plazo de ejecución de la obra, sin haberse llegado a esta.
- El abandono de la obra sin causa justificada.
- La mala fe en la ejecución de los trabajos.

Artículo 11. Litigios y reclamaciones el contratista

Todo desacuerdo de la cláusula del contrato y del presente Pliego de condiciones, que se promoviese entre el contratista y el propietario, será resuelto con arreglo a los requisitos y en la forma prevista en la vigente Ley de Enjuiciamiento Civil.

Artículo 12. Liquidación en caso de rescisión

Siempre que se rescinda el contrato por causa ajena a falta de cumplimiento del contratista se abonará a este todas las obras ejecutadas con arreglo a las concesiones prescritas, y todos los materiales al pie de obra, siempre que sean de recibo y en la cantidad proporcionada a la obra pendiente de ejecución, y aplicándole a éstos el precio que fija el ingeniero.

Las herramientas, útiles y medios auxiliares de la construcción que se estén empleando en el momento de la rescisión quedarán en la obra hasta la terminación de las mismas, abonándose de antemano y de común acuerdo.

Si el ingeniero estimase no conservar dichos útiles serán retirados inmediatamente de la obra.

Cuando la rescisión de la contrata sea por incumplimiento del contratista, se abonará la obra hecha si es de recibo, y los materiales acopiados al pie de la misma que reúnan las debidas condiciones y sean necesarios para la misma, descontándose un 15 % en calidad de indemnizaciones por daños y perjuicios, sin que mientras duren estas negociaciones se pueda entorpecer la marcha de los trabajos.

Artículo 13. Dudas y omisiones en la realización del proyecto

Lo mencionado en alguno de los documentos 1, 2 y 3 (memoria, planos y pliego de condiciones) habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en todos ellos.

En caso de duda u omisión en cualquiera de los documentos del proyecto, el contratista se comprometerá a seguir, en todo momento, las instrucciones el Ingeniero Director de obra.

Las omisiones en algunos de estos documentos o las descripciones erróneas de los detalles de las obras que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuestos en estos documentos o que por su uso y costumbre, deban de ser realizados, no solo no eximen al contratista de la obligación de ejecutar estos detalles, sino que por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubieran sido correcta y completamente especificados en los citados documentos.

Artículo 14. Tribunales

Las cuestiones cuya resolución requiera la vía judicial serán de competencia de los tribunales.

En Palencia, octubre de 2016

Fdo.: Ignacio Prieto Tejedor

Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

DOCUMENTO 4: MEDICIONES

ÍNDICE MEDICIONES

1. Caseta de riego _____	1
2. Cabezal de riego _____	3
3. Instalación de riego _____	6
4. Instalación eléctrica _____	9
5. Plantación _____	12
6. Maquinaria y equipos _____	14
7. Seguridad y salud _____	15

1. Caseta de riego

Nº	Ud	Descripción					Medición	
1.1.- Acondicionamiento del terreno								
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.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Superficie caseta de riego		7,000	5,000		35,000	
							35,000	35,000
							Total m2 :	35,000
1.1.2	M3	Excavación a cielo abierto, en terrenos disgregados, por medios mecánicos, con extracción de tierras sobre camión y vertido en el interior de la obra a una distancia menor de 140 m. ida y vuelta del vaciado y con p.p. de medios auxiliares.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Losa de cimentación		7,000	5,000	0,400	14,000	
							14,000	14,000
							Total m3 :	14,000
1.2.- Cimentación								
1.2.1	M2	Encofrado y desencofrado con madera suelta en losas de cimentación, considerando 4 posturas. Según NTE-EME.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Superficie caseta de riego		7,000	5,000		35,000	
							35,000	35,000
							Total m2 :	35,000
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 ³), vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según normas NTE-CSL, EHE-08 y CTE-SE-C.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Losa de cimentación		7,000	5,000	0,200	7,000	
							7,000	7,000
							Total m3 :	7,000
1.3.- Estructura								
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.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Correas tubulares cuadradas 90 mm	5	4,080	5,750		117,300	
							117,300	117,300
							Total kg :	117,300

Nº	Ud	Descripción					Medición	
1.4.- Cerramientos								
1.4.1	M2	Fábrica de bloques huecos decorativos de hormigón con dos caras split, en color, de 40x20x20 cm. colocado a cara vista, 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 armadura según normativa, i/p.p. deformación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-FFB-6 y CTE-SE-F, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2. Marcado CE obligatorio según Anexo ZA de la Norma Europea UNE-EN 771-3:2011.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Pared fondo		6,000		3,000	18,000	
		Pared entrada		6,000		2,200	13,200	
		Paredes laterales		4,000		2,200	8,800	
		P. sup. paredes laterales		4,000		0,800	3,200	
		Deducción puerta	-1	1,500		1,900	-2,850	
		Deducción ventana	-1	1,750		1,000	-1,750	
							38,600	38,600
							Total m2 :	38,600
1.4.2	Kg	Acero laminado S275, en perfil L-100 laminado en caliente para cargaderos; i/corte, elaboración, montaje y p.p. de soldaduras, cartelas, placas de apoyo, rigidizadores y piezas especiales; despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado, según NTE-EA, CTE-DB-SE-A y EAE.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Cargadero puerta (L 100x100x6)	1	1,500	9,260		13,890	
		Cargadero ventana (L 100x100x6)	1	1,750	9,260		16,205	
							30,095	30,095
							Total kg :	30,095
1.5.- Cubierta								
1.5.1	M2	Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial, prelacada de 0,6 mm. con núcleo de espuma de poliuretano de 40 kg./m3. con un espesor total de 30 mm. sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, tapajuntas, accesorios de fijación, limahoyas, cumbrera, remates laterales, encuentros de chapa prelacada de 0,86 mm. y 500 mm. de desarrollo medio, instalado, i/medios auxiliares y elementos de seguridad, s/NTE-QTG-8,9,10 y 11. Medida en verdadera magnitud.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Cubierta		6,000	4,180		25,080	
							25,080	25,080
							Total m2 :	25,080

Nº	Ud	Descripción					Medición	
1.6.- Carpintería y cerrajería								
1.6.1	M2	Carpintería de aluminio anodizado natural de 15 micras, en ventanas corredera, mayores de 1 m2 y menores de 2 m2 de superficie total, 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.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Ventana		1,000	1,750		1,750	
							1,750	1,750
								Total m2 : 1,750
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.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Ventana		1,000	1,750		1,750	
							1,750	1,750
								Total m2 : 1,750
1.6.3	M2	Puerta abatible de una hoja, formada por cerco y bastidor de hoja con tubos huecos de acero laminado en frío de 60x40x2 mm. y barros de tubo de 40x20x1 mm., soldados entre sí, zócalo de chapa de acero galvanizada, patillas para recibido a obra, herrajes de colgar y seguridad, cerradura y tirador a dos caras, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra (sin incluir recibido de albañilería).	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Puerta			1,500	1,900	2,850	
							2,850	2,850
								Total m2 : 2,850

2. Cabezal de riego

Nº	Ud	Descripción					Medición	
2.1	M	Tubería de PVC orientado de 315 mm. de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm. por encima de la generatriz con la misma arena, c/p.p. de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Conexión acequia con toma de agua		5,000			5,000	
							5,000	5,000
								Total m : 5,000

Nº	Ud	Descripción					Medición	
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
2.2	M	Conducto central de pozo de registro, formado por anillos prefabricados de hormigón armado, provistos de resaltos para su acoplamiento, entre otras piezas, mediante juntas de goma, de 100 cm. de diámetro interior y 100 cm de altura útil, con pates de polipropileno montados en fábrica, y con p.p. de medios auxiliares, s/ CTE-HS=5. Marcado CE obligatorio según Anexo ZA de la Norma Europea UNE-EN 1917:2008 y Complemento Nacional UNE 127917:2005						
		Toma de agua	2				2,000	
							2,000	2,000
							Total m :	2,000
2.3	U	Electrobomba centrífuga monocelular de eje horizontal con bridas, montada en bancada con acoplamiento elástico entre el motor y la bomba, cuerpo de bomba de fundición, de 7,5 CV de potencia, salida DN80, i/válvula de retención y p.p. de tuberías de conexión, así como cuadro de maniobra en armario metálico intemperie conteniendo interruptores, diferencial magnetotérmico y de maniobra, contactor, relé guardamotor y demás elementos necesarios s/R.E.B.T., i/recibido, instalada.						
		Grupo de bombeo	1				1,000	
							1,000	1,000
							Total u :	1,000
2.4	M	Tubería acero galvanizado, DIN-2440 de 6" (DN-150), sin calorifugar, colocado en instalación de agua, incluso p.p. de uniones, soportación, accesorios, plataformas móviles, mano de obra, prueba hidráulica. Medida la unidad instalada.						
		Tubería de aspiración		1,500			1,500	
							1,500	1,500
							Total m :	1,500
2.5	U	Válvula de compuerta de fundición PN 16 de 150 mm. de diámetro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, completamente instalada.						
		Válvulas al inicio y al final del cabezal	2				2,000	
							2,000	2,000
							Total u :	2,000
2.6	U	Filtro de arena a presión de alto rendimiento, con altura de lecho filtrante de 1,20 m., para presión de trabajo de 2,5 kg/cm2, velocidad de filtración de 30 m3/h/m2. y caudal de 25 m3/h., con cuerpo de poliéster reforzado con FV, con colector convencional mediante brazos y difusor en PVC y polipropileno, equipado con purga de aire y agua manuales y tapón para vaciado de arenas, panel de manómetros para lectura en la entrada y salida, y batería de 4 válvulas de mariposa de diámetro 75 mm. con soportes, incluso relleno posterior del filtro monocapa de árido silíceo calibrado, montado y probado.						
		Filtro de arena	2				2,000	
							2,000	2,000
							Total u :	2,000

Nº	Ud	Descripción					Medición	
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
2.7	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.						
		Filtro de malla	1				1,000	
							1,000	1,000
							Total u :	1,000
2.8	U	Contador Woltman de 50 mm 2",conexionado al ramal de salida de los depósitos de fertilizante, incluso instalación de dos válvulas de corte de esfera de 50 mm, grifo de prueba, válvula de retención y demás material auxiliar, montado y funcionando, incluso verificación, y sin incluir la acometida, ni la red interior. (i/ timbrado contador por la Delegación de Industria). s/CTE-HS-4.						
		Contador en sistema de fertirrigación	1				1,000	
							1,000	1,000
							Total u :	1,000
2.9	U	Ventosa/purgador automático 3 funciones, de fundición, con brida, de 150 mm. de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.						
		Ventosa a la salida de la bomba	1				1,000	
							1,000	1,000
							Total u :	1,000
2.10	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 1000 litros de capacidad, i/piezas y accesorios, instalado.						
		Depósitos de fertilizante	3				3,000	
							3,000	3,000
							Total u :	3,000
2.11	U	Suministro e instalación de inyector de fertilizante, compuesto por electrobomba centrífuga de 1/4 CV y depósito de expansión de membrana de 25 l. de capacidad, montaje monobloc, i/cuadro de maniobra compuesto por armario metálico intemperie conteniendo interruptores, diferencial, magnetotérmico y de maniobra, contactor, relé guardamotor y demás elementos necesarios, según R.E.B.T., i/recibido, instalado.						
		Inyector de fertilizante	1				1,000	
							1,000	1,000
							Total u :	1,000

Nº	Ud	Descripción					Medición	
2.12	U	Programador electrónico de intemperie, de 12 estaciones con memoria incorporada, tiempo de riego por estación de 1 a 59 minutos, programa de seguridad de 10 minutos por estación, memoria inmortal, 3 programas de riego y 3 inicios de riego por programa e incremento de riego por porcentaje, transformador 220/24 V., toma para puesta en marcha de equipo de bombeo o válvula maestra, armario y protección antidescarga, incluso fijación, instalado.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Programador de riego	1				1,000	
							1,000	1,000
							Total u :	1,000

3. Instalación de riego

Nº	Ud	Descripción					Medición
----	----	-------------	--	--	--	--	----------

3.1.- Instalación de riego enterrada

3.1.1.- Movimiento de tierras

3.1.1.1 M3 Excavación en zanjas, en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Terciaria 7		291,000			291,000	
Terciaria 6		643,000			643,000	
Terciarias 1-5 y Principal tramo 7		3.154,000			3.154,000	
Principal tramos 5 y 6		209,000			209,000	
Principal tramos 3 y 4		214,000			214,000	
Principal tramos 1 y 2		152,000			152,000	
					4.663,000	4.663,000
					Total m3 :	4.663,000

3.1.1.2 M3 Relleno, extendido y compactado de tierras propias en zanjas, por medios manuales, con pisón compactador manual tipo rana, en tongadas de 30 cm de espesor, sin aporte de tierras, incluso regado de las mismas, y con p.p. de medios auxiliares.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Terciaria 7		291,000			291,000	
Terciaria 6		643,000			643,000	
Terciarias 1-5 y Principal tramo 7		3.154,000			3.154,000	
Principal tramos 5 y 6		209,000			209,000	
Principal tramos 3 y 4		214,000			214,000	
Principal tramos 1 y 2		152,000			152,000	
					4.663,000	4.663,000
					Total m3 :	4.663,000

Nº	Ud	Descripción					Medición		
3.1.3	M	Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm2, de 50 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
									291,000
									291,000
							Total m :	291,000	
3.1.4	M	Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm2, de 75 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
									643,000
									643,000
							Total m :	643,000	
3.1.5	M	Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm2, de 90 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
									3.154,000
									3.154,000
							Total m :	3.154,000	
3.1.6	M	Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm2, de 110 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
									209,000
									209,000
							Total m :	209,000	
3.1.7	M	Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm2, de 140 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
									214,000
									214,000
							Total m :	214,000	

Nº	Ud	Descripción	Medición							
3.1.8	M	Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm ² , de 160 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal		
			Principal tramos 1 y 2			152,000			152,000	
									152,000	152,000
						Total m :	152,000			
3.1.9	U	Electroválvula de PVC para una tensión de 24 V. con apertura manual y regulación de caudal, con conexión de 3 1/2", completamente instalada sin i/pequeño material.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal		
			Electroválvula sectores de riego			7			7,000	
									7,000	7,000
						Total u :	7,000			
3.1.10	M	Línea eléctrica de cobre de 7x1,5 mm ² , 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.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal		
			Línea eléctrica electroválvulas			573,250			573,250	
									573,250	573,250
						Total m :	573,250			
3.1.11	U	Válvula metálica reguladora de presión, con manómetro incorporado, de 1", colocada en redes de riego, completamente instalada.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal		
			Reguladores de presión sectores de riego			7			7,000	
									7,000	7,000
						Total u :	7,000			
3.1.12	U	Arqueta de plástico de planta rectangular para la instalación de 1 electroválvula y/o accesorios de riego, i/arreglo de las tierras, instalada.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal		
			Arqueta valvula y regulador sectores de riego			7			7,000	
									7,000	7,000
						Total u :	7,000			
3.2.- Instalación de riego superficial										
3.2.1	M	Instalación de ramales portagoteros, realizado con tubería de polietileno de baja densidad de 16 mm de diámetro, así como conexión a la tubería general de alimentación del sector de riego, incluso piezas pequeñas de unión, sin incluir tubería general de alimentación ni los automatismos y controles.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal		
			Ramales portagoteros			11.623,000			11.623,000	
									11.623,000	11.623,000
						Total m :	11.623,000			

Nº	Ud	Descripción					Medición	
3.2.2	U	Gotero de pinchar autocompensante de 2 litros/hora, colocado sobre tubería, i/perforación manual de la línea para su instalación.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Emisores de riego	46.304				46.304,000	
							46.304,000	46.304,000
Total u :							46.304,000	

4. Instalación eléctrica

Nº	Ud	Descripción					Medición	
4.1	U	Regleta de superficie de 2x36 W. AF con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa de acero de 0,7 mm., pintado con pintura epoxi poliéster y secado al horno, sistema de anclaje formado por chapa galvanizada sujeta con tornillos incorporados, equipo eléctrico formado por reactancias, condensador, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes trifosforo nueva generación y bornes de conexión. Instalada, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Luminaria de interior	1				1,000	
							1,000	1,000
Total u :							1,000	
4.2	U	Bloque autónomo de emergencia (diámetro 40mm) IP20 IK04. Enrasado techo, de 200 lúm con fuente de luz LED. Altura de colocación de 2,2 a 5m. Luminaria formada por tres módulos independientes: conjunto óptico, sistema electrónico y baterías. Conjunto óptico formado por un reflector en material sintético pintado en diferentes colores y dos opciones de lente: evacuación y antipánico. Sistema electrónico y baterías alojadas en módulos de material sintético, unidos por fuelles flexibles de EPDM. Autonomía de 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd. Opción de telemando. Construido según normas: EN 60598-2-22, EN 60598-1, EN 1838, CE, 2006/95/CE, 2004/108/CE, 2002/95/CE RoHS, 2002/96/CE.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Luminaria de emergencia	1				1,000	
							1,000	1,000
Total u :							1,000	
4.3	U	Proyector con 34 LED de alto brillo equipado con sistema que permite ajustar fácilmente la apertura del haz durante su funcionamiento (haz medio). Construido con carcasa, marco frontal y cubierta posterior de aluminio inyectado a alta presión (IP66), y vidrio extra blanco templado. LED con temperatura de color neutra y 50.000 horas de vida útil. Instalado incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Luminaria exterior	1				1,000	
							1,000	1,000
Total u :							1,000	
4.4	U	Gastos de tramitación y control administrativo de instalación de baja tensión, en instalaciones que requieren proyecto.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Tramitación instalación eléctrica	1				1,000	
							1,000	1,000
Total u :							1,000	

Nº	Ud	Descripción	Medición						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
4.5	U	Inspección inicial por un Organismo de Control Autorizado (O.C.A), por potencia instalada en kW, en local mojado con una potencia instalada superior a 25 Kw; según REBT, ITC-BT-05. (Precio por Kw contratado).							
		kW contratados	20				20,000		
							20,000	20,000	
							Total u :	20,000	
4.6	U	Centro de transformación intemperie, trifásico, en baño de aceite UNESA 5201-D, según normas UNE 20.138, de 25 KVA. de potencia para una tensión nominal de 18 KV./380, compuesto por apoyo metálico galvanizado 12C-2000, armado e izado, cruceta metálica galvanizada CH-300, base fusible XS, 24 KV.-100 A., instalada, cadena de aisladores 3 elementos completa, aislador 1503, pararrayos autoválvula de 10 KA.-17,5 KV., interruptor tetrapolar 160 A. para protección de trafo B.T. con cortacircuitos de 100 A., protección antiescalo para apoyo metálico, pica toma de tierra para neutro y autoválvulas, cable de cobre 1x50 mm2, aislamiento 0,6/1 KV. para neutro y autoválvulas, anillo equipotencial con cable de cobre desnudo de 50 mm2 y electrodo toma de tierra de 1,5 m., bastidor metálico para soporte trafo hasta 50 KVA., apertura de hoyo en tierra y hormigonado para apoyo metálico, basamento de hormigón de 3x3x0,20 m. con mallazo para corriente paso y contacto, cable de cobre de 3,5x25 mm2 aislamiento 0,6/1 KV., grapado sobre apoyo, terminal bimetálico de cobre de 1x25 mm2, tubo de acero galvanizado de 48, armario para contadores, contadores trifásicos de activa y reactiva y bancada de ladrillo enfoscado de cemento para anclaje del armario de medida.							
		Transformador en poste	1				1,000		
							1,000	1,000	
							Total u :	1,000	
4.7	M	Red de toma de tierra de estructura, realizada con cable de cobre desnudo de 35 mm2, uniéndolo mediante soldadura aluminotérmica a la armadura de cada zapata, incluyendo parte proporcional de pica, registro de comprobación y puente de prueba. Según REBT, ITC-BT-18 e ITC-BT-26.							
		Anillo toma de tierra		20,000			20,000		
							20,000	20,000	
							Total m :	20,000	
4.8	M	Línea general de alimentación aerea trifásica posada sobre fachada, formada por conductores de aluminio aislados con polietileno reticulado (XLPE), en haz de espiral RZ Al 3x16mm ² y 1x29,5mm ² almelec, con aislamiento 0,6/1Kv, fijada a la fachada mediante abrazadera de acero con tornillo autoroscante plastificada resistente a las acciones de la intemperie. Totalmente instalado y conexionado; según REBT, ITC-BT-11 e ITC-BT-06.							
		Línea general de alimentación		3,000			3,000		
							3,000	3,000	
							Total m :	3,000	

Nº	Ud	Descripción					Medición		
4.9	M	Derivación individual (DI) enterrada trifásica aérea, formada por multiconductores de cobre aislados, RZ1-K (AS) 5x16 mm ² + 1x1,5 mm ² de hilo de mando color rojo, para una tensión nominal 0,6/1 kV, no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, instalado sobre fiador de acero tensado. Totalmente instalado y conexionado; según REBT, ITC-BT-15 y ITC-BT-07.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			Derivación individual	3,000				3,000	
								3,000	3,000
Total m :							3,000		
4.10	U	Cuadro general de mando y protección, formado por caja empotrable de doble aislamiento con puerta con grado de protección IP40-IK08, de 36 elementos, perfil omega, embarrado de protección, 1 IGA de corte omnipolar (IGA) 200A (4P), 1 interruptor diferencial de 225A/4P/300mA y 4 PIAS de corte omnipolar: 1 de 80A (4P) para la bomba, 1 de 50A (4P) para el circuito de fuerza y 1 de 16A (I+N) para alumbrado. Instalado, conexionado y rotulado; según REBT.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			Cuadro general de mando y protección	1				1,000	
								1,000	1,000
Total u :							1,000		
4.11	M	Circuito electrico formado por conductores unipolares de cobre aislados H07V-K 3x1,5 mm ² , para una tensión nominal de 450/750V, realizado con tubo PVC rígido M25/gp75 montado en superficie, en sistema monofásico (fase, neutro y protección), incluido p.p./de cajas de registro y regletas de conexión. Instalación y conexionado; según REBT, ITC-BT-25.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			Alumbrado	3	4,500			13,500	
								13,500	13,500
Total m :							13,500		
4.12	M	Circuito electrico formado por conductores unipolares de cobre aislados H07V-K 3x4 mm ² , para una tensión nominal de 450/750V, realizado con tubo PVC rígido M25/gp75 montado en superficie, en sistema monofásico (fase, neutro y protección), incluido p.p./de cajas de registro y regletas de conexión. Instalación y conexionado; según REBT.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			Fuerza	3	8,000			24,000	
								24,000	24,000
Total m :							24,000		
4.13	M	Circuito electrico formado por conductores unipolares de cobre aislados H07V-K 5x4 mm ² , para una tensión nominal de 450/750V, realizado con tubo PVC rígido M25/gp75 montado en superficie, en sistema trifásico (tres fases, neutro y protección), incluido p.p./de cajas de registro y regletas de conexión. Instalación y conexionado; según REBT.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			Bomba	4	5,500			22,000	
								22,000	22,000
Total m :							22,000		

Nº	Ud	Descripción						Medición
4.14	U	Batería automática de condensadores de 7,5 kVAr de capacidad, constituida por dos tramos de 2,5 y 5 kVAr, respectivamente. Completamente instalada.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Batería de condensadores	1				1,000	
							1,000	1,000
							Total u :	1,000

5. Plantación

Nº	Ud	Descripción						Medición
5.1.- Actuaciones previas								
5.1.1	Ha	Estercolado de fondo en terreno suelto, con aportación de 81 t/ha de estiércol de vacuno bien hecho, extendido con medios mecánicos.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Superficie total parcela	38,9				38,900	
							38,900	38,900
							Total Ha :	38,900
5.1.2	Ha	Labor de desfonde con tractor agrícola de 140 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.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Superficie total parcela	38,9				38,900	
							38,900	38,900
							Total Ha :	38,900
5.1.3	Ha	Abonado de la tierra vegetal con sulfato potásico de 50% de riqueza de K ₂ O, siendo la dosis de 543 kg./Ha, realizado con abonadora centrífuga de 1000 l. de capacidad, arrastrada por un tractor neumático de 140 CV.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Superficie total parcela	38,9				38,900	
							38,900	38,900
							Total Ha :	38,900
5.1.4	Ha	Laboreo mecánico de terreno de consistencia media o floja, comprendiendo dos pases cruzados de cultivador suspendido ligero de 15 brazos.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Superficie total parcela	38,9				38,900	
							38,900	38,900
							Total Ha :	38,900
5.1.5	Ha	Unidad de replanteo por hectarea con equipo topográfico compuesto por topógrafo y ayudante, con estación total, jalones, cuerdas y medios auxiliares	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Superficie total parcela	38,9				38,900	
							38,900	38,900
							Total Ha :	38,900

Nº	Ud	Descripción						Medición
5.2.- Plantación								
5.2.2	U	Almendro de variedad Mardía injertada sobre Rootpac 40 de un año de injerto. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado..	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Plantones Madía+Rootpac 40	5.967				5.967,000	
							5.967,000	5.967,000
							Total u :	5.967,000
5.2.3	U	Almendro de variedad Penta injertada sobre Rootpac 40 de un año de injerto. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Plantones Penta + Rootpac 40	5.727				5.727,000	
							5.727,000	5.727,000
							Total u :	5.727,000
5.2.4	Ha	Plantación con arado plantador y tractor agrícola de 140 CV, distancia entre plantones de 5 m, anchura entre líneas de árboles de 6 m. Nudo de injerto 4 cm por encima del nivel del suelo. i/pp de remolque y tractor auxiliar.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Superficie total parcela	38,9				38,900	
							38,900	38,900
							Total Ha :	38,900
5.4	U	Suministro y colocación de tubo protector de polipropileno extruido, 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.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Plantones	11.576				11.576,000	
							11.576,000	11.576,000
							Total u :	11.576,000
5.5	U	Entutorado de plantas jóvenes con tutor de bambú de 1,50 m. de altura y 22/24 mm. de diámetro, hincado 40 cm. en el terreno y atado de la planta con aros de macarrón plástico cada 30 cm.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Plantones	11.576				11.576,000	
							11.576,000	11.576,000
							Total u :	11.576,000
5.6	Ha	Revisión general de las plantas, colocando bien las que se hallen en mala posición	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Superficie total parcela	38,9				38,900	
							38,900	38,900
							Total Ha :	38,900

Nº	Ud	Descripción	Medición					
5.7	Ha	Poda de plantación, rebajando los plantones a una altura de 1,10 m.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Superficie total parcela	38,9				38,900	
							38,900	38,900
							Total Ha :	38,900

6. Maquinaria y equipos

Nº	Ud	Descripción	Medición					
6.1	Ud	Atomizador neumático arrastrado 2.000 l de capacidad, con sistema de aplicación mediante boquillas de chorro cónico y deflectores verticales.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Adquisición de maquinaria	1				1,000	
							1,000	1,000
							Total ud :	1,000
6.2	Ud	Pulverizador hidráulico de 600 l de capacidad y dispuesto de boquillas de chorro en abanico para tratamientos herbicidas.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Adquisición de maquinaria	1				1,000	
							1,000	1,000
							Total ud :	1,000
6.3	Ud	Tractor agrícola de 110 CV de potencia nominal.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Adquisición de maquinaria	1				1,000	
							1,000	1,000
							Total ud :	1,000
6.4	Ud	Equipo de poda neumático arrastrado, con todos los utensilios necesarios, incluidas 6 tijeras neumáticas.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Adquisición de maquinaria	1				1,000	
							1,000	1,000
							Total ud :	1,000
6.5	Ud	Desbrozadora-trituradora para restos de poda 165 de 28 martillos.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Adquisición de maquinaria	1				1,000	
							1,000	1,000
							Total ud :	1,000

7. Seguridad y salud

Nº	Ud	Descripción	Medición					
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
7.1	Ud	Presupuesto de seguridad y salud, según lo indicado en el Anejo XII. Estudio de seguridad y salud. Presupuesto de ejecución material (PEM).						
		Presupuesto de seguridad y salud	1				1,000	
							1,000	1,000
							Total ud :	1,000

DOCUMENTO 5: PRESUPUESTO

ÍNDICE PRESUPUESTO

1. Cuadro de precios Nº 1 _____	1
2. Cuadro de precios Nº 2 _____	12
3. Presupuestos parciales _____	38
4. Presupuesto general y resumen de presupuestos _____	45

1. Cuadro de precios Nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
1 Caseta de riego			
1.1 Acondicionamiento del terreno			
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 a cielo abierto, en terrenos disgregados, por medios mecánicos, con extracción de tierras sobre camión y vertido en el interior de la obra a una distancia menor de 140 m. ida y vuelta del vaciado y con p.p. de medios auxiliares.	4,18 €	CUATRO EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS
1.2 Cimentación			
1.2.1	m2 Encofrado y desencofrado con madera suelta en losas de cimentación, considerando 4 posturas. Según NTE-EME.	11,52 €	ONCE EUROS CON CINCUENTA Y DOS 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 ³), 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 losa de cimentación, i/extendido y compactado con pisón.	8,87 €	OCHO EUROS CON OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS
1.3 Estructura			
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.	3,86 €	TRES EUROS CON OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
1.4 Cerramientos			
1.4.1	m2 Fábrica de bloques huecos decorativos de hormigón con dos caras split, en color, de 40x20x20 cm. colocado a cara vista, 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 armadura según normativa, i/p.p. deformación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-FFB-6 y CTE-SE-F, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2. Marcado CE obligatorio según Anexo ZA de la Norma Europea UNE-EN 771-3:2011.	59,00 €	CINCUENTA Y NUEVE EUROS
1.4.2	kg Acero laminado S275, en perfil L-100 laminado en caliente para cargaderos; i/corte, elaboración, montaje y p.p. de soldaduras, cartelas, placas de apoyo, rigidizadores y piezas especiales; despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado, según NTE-EA, CTE-DB-SE-A y EAE.	2,44 €	DOS EUROS CON CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
1.5 Cubierta			
1.5.1	m2 Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial, prelacada de 0,6 mm. con núcleo de espuma de poliuretano de 40 kg./m3. con un espesor total de 30 mm. sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, tapajuntas, accesorios de fijación, limahoyas, cumbrera, remates laterales, encuentros de chapa prelacada de 0,86 mm. y 500 mm. de desarrollo medio, instalado, i/medios auxiliares y elementos de seguridad, s/NTE-QTG-8,9,10 y 11. Medida en verdadera magnitud.	38,08 €	TREINTA Y OCHO EUROS CON OCHO CÉNTIMOS
1.6 Carpintería y cerrajería			
1.6.1	m2 Carpintería de aluminio anodizado natural de 15 micras, en ventanas corredera, mayores de 1 m2 y menores de 2 m2 de superficie total, compuesta por cerco, hojas y herrajes de 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.	31,70 €	TREINTA Y UN EUROS CON SETENTA CÉNTIMOS

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
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
1.6.3	m2 Puerta abatible de una hoja, formada por cerco y bastidor de hoja con tubos huecos de acero laminado en frío de 60x40x2 mm. y barrotes de tubo de 40x20x1 mm., soldados entre sí, zócalo de chapa de acero galvanizada, patillas para recibido a obra, herrajes de colgar y seguridad, cerradura y tirador a dos caras, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra (sin incluir recibido de albañilería).	204,34 €	DOSCIENTOS CUATRO EUROS CON TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS
2 Cabezal de riego			
2.1	m Tubería de PVC orientado de 315 mm. de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm. por encima de la generatriz con la misma arena, c/p.p. de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.	68,79 €	SESENTA Y OCHO EUROS CON SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
2.2	m Conducto central de pozo de registro, formado por anillos prefabricados de hormigón armado, provistos de resaltes para su acoplamiento, entre otras piezas, mediante juntas de goma, de 100 cm. de diámetro interior y 100 cm de altura útil, con pates de polipropileno montados en fábrica, y con p.p. de medios auxiliares, s/ CTE-HS=5. Marcado CE obligatorio según Anexo ZA de la Norma Europea UNE-EN 1917:2008 y Complemento Nacional UNE 127917:2005	287,83 €	DOSCIENTOS OCHENTA Y SIETE EUROS CON OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS
2.3	u Electrobomba centrífuga monocelular de eje horizontal con bridas, montada en bancada con acoplamiento elástico entre el motor y la bomba, cuerpo de bomba de fundición, de 7,5 CV de potencia, salida DN80, i/válvula de retención y p.p. de tuberías de conexión, así como cuadro de maniobra en armario metálico intemperie conteniendo interruptores, diferencial magnetotérmico y de maniobra, contactor, relé guardamotor y demás elementos necesarios s/R.E.B.T., i/recibido, instalada.	4.702,59 €	CUATRO MIL SETECIENTOS DOS EUROS CON CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
2.4	m Tubería acero galvanizado, DIN-2440 de 6" (DN-150), sin calorifugar, colocado en instalación de agua, incluso p.p. de uniones, soportación, accesorios, plataformas móviles, mano de obra, prueba hidráulica. Medida la unidad instalada.	188,03 €	CIENTO OCHENTA Y OCHO EUROS CON TRES CÉNTIMOS
2.5	u Válvula de compuerta de fundición PN 16 de 150 mm. de diámetro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, completamente instalada.	555,93 €	QUINIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS CON NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS
2.6	u Filtro de arena a presión de alto rendimiento, con altura de lecho filtrante de 1,20 m., para presión de trabajo de 2,5 kg/cm ² , velocidad de filtración de 30 m ³ /h/m ² . y caudal de 25 m ³ /h., con cuerpo de poliéster reforzado con FV, con colector convencional mediante brazos y difusor en PVC y polipropileno, equipado con purga de aire y agua manuales y tapón para vaciado de arenas, panel de manómetros para lectura en la entrada y salida, y batería de 4 válvulas de mariposa de diámetro 75 mm. con soportes, incluso relleno posterior del filtro monocapa de árido silíceo calibrado, montado y probado.	3.694,72 €	TRES MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y CUATRO EUROS CON SETENTA Y DOS CÉNTIMOS
2.7	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
2.8	u Contador Woltman de 50 mm 2",conexionado al ramal de salida de los depósitos de fertilizante, incluso instalación de dos válvulas de corte de esfera de 50 mm, grifo de prueba, válvula de retención y demás material auxiliar, montado y funcionando, incluso verificación, y sin incluir la acometida, ni la red interior. (i/ timbrado contador por la Delegación de Industria). s/CTE-HS-4.	581,65 €	QUINIENTOS OCHENTA Y UN EUROS CON SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS
2.9	u Ventosa/purgador automático 3 funciones, de fundición, con brida, de 150 mm. de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.	1.581,97 €	MIL QUINIENTOS OCHENTA Y UN EUROS CON NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS
2.10	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 1000 litros de capacidad, i/piezas y accesorios, instalado.	607,06 €	SEISCIENTOS SIETE EUROS CON SEIS CÉNTIMOS

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
2.11	u Suministro e instalación de inyector de fertilizante, compuesto por electrobomba centrífuga de 1/4 CV y depósito de expansión de membrana de 25 l. de capacidad, montaje monobloc, i/cuadro de maniobra compuesto por armario metálico intemperie conteniendo interruptores, diferencial, magnetotérmico y de maniobra, contactor, relé guardamotor y demás elementos necesarios, según R.E.B.T., i/recibido, instalado.	836,33 €	OCHOCIENTOS TREINTA Y SEIS EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS
2.12	u Programador electrónico de intemperie, de 12 estaciones con memoria incorporada, tiempo de riego por estación de 1 a 59 minutos, programa de seguridad de 10 minutos por estación, memoria inmortal, 3 programas de riego y 3 inicios de riego por programa e incremento de riego por porcentaje, transformador 220/24 V., toma para puesta en marcha de equipo de bombeo o válvula maestra, armario y protección antidescarga, incluso fijación, instalado.	428,48 €	CUATROCIENTOS VEINTIOCHO EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS
3 Instalación de riego			
3.1 Instalación de riego enterrada			
3.1.1 Movimiento de tierras			
3.1.1.1	m3 Excavación en zanjas, en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	8,44 €	OCHO EUROS CON CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
3.1.1.2	m3 Relleno, extendido y compactado de tierras propias en zanjas, por medios manuales, con pisón compactador manual tipo rana, en tongadas de 30 cm de espesor, sin aporte de tierras, incluso regado de las mismas, y con p.p. de medios auxiliares.	26,28 €	VEINTISEIS EUROS CON VEINTIOCHO CÉNTIMOS
3.1.2 Tuberías y accesorios			
3.1.3	m Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm ² , de 50 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.	4,22 €	CUATRO EUROS CON VEINTIDOS CÉNTIMOS
3.1.4	m Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm ² , de 75 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.	5,86 €	CINCO EUROS CON OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
3.1.5	m Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm ² , de 90 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.	7,89 €	SIETE EUROS CON OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
3.1.6	m Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm ² , de 110 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.	14,01 €	CATORCE EUROS CON UN CÉNTIMO
3.1.7	m Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm ² , de 140 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.	16,40 €	DIECISEIS EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS
3.1.8	m Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm ² , de 160 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.	18,75 €	DIECIOCHO EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS
3.1.9	u Electroválvula de PVC para una tensión de 24 V. con apertura manual y regulación de caudal, con conexión de 3 1/2", completamente instalada sin i/pequeño material.	75,35 €	SETENTA Y CINCO EUROS CON TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS
3.1.10	m Línea eléctrica de cobre de 7x1,5 mm ² , 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
3.1.11	u Válvula metálica reguladora de presión, con manómetro incorporado, de 1", colocada en redes de riego, completamente instalada.	140,79 €	CIENTO CUARENTA EUROS CON SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
3.1.12	u Arqueta de plástico de planta rectangular para la instalación de 1 electroválvula y/o accesorios de riego, i/arreglo de las tierras, instalada.	15,84 €	QUINCE EUROS CON OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
3.2 Instalación de riego superficial			
3.2.1	m Instalación de ramales portagotos, realizado con tubería de polietileno de baja densidad de 16 mm de diámetro, así como conexión a la tubería general de alimentación del sector de riego, incluso piezas pequeñas de unión, sin incluir tubería general de alimentación ni los automatismos y controles.	0,41 €	CUARENTA Y UN CÉNTIMOS
3.2.2	u Gotero de pinchar autocompensante de 2 litros/hora, colocado sobre tubería, i/perforación manual de la línea para su instalación.	0,29 €	VEINTINUEVE CÉNTIMOS
4 Instalación eléctrica			
4.1	u Regleta de superficie de 2x36 W. AF con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa de acero de 0,7 mm., pintado con pintura epoxi poliéster y secado al horno, sistema de anclaje formado por chapa galvanizada sujeta con tornillos incorporados, equipo eléctrico formado por reactancias, condensador, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes trifosfo nueva generación y bornes de conexión. Instalada, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.	57,14 €	CINCUENTA Y SIETE EUROS CON CATORCE CÉNTIMOS
4.2	u Bloque autónomo de emergencia (diámetro 40mm) IP20 IK04. Enrasado techo, de 200 lúm con fuente de luz LED. Altura de colocación de 2,2 a 5m. Luminaria formada por tres módulos independientes: conjunto óptico, sistema electrónico y baterías. Conjunto óptico formado por un reflector en material sintético pintado en diferentes colores y dos opciones de lente: evacuación y antipánico. Sistema electrónico y baterías alojadas en módulos de material sintético, unidos por fuelles flexibles de EPDM. Autonomía de 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd. Opción de telemando. Construido según normas: EN 60598-2-22, EN 60598-1, EN 1838, CE, 2006/95/CE, 2004/108/CE, 2002/95/CE RoHS, 2002/96/CE.	128,70 €	CIENTO VEINTIOCHO EUROS CON SETENTA CÉNTIMOS
4.3	u Proyector con 34 LED de alto brillo equipado con sistema que permite ajustar fácilmente la apertura del haz durante su funcionamiento (haz medio). Construido con carcasa, marco frontal y cubierta posterior de aluminio inyectado a alta presión (IP66), y vidrio extra blanco templado. LED con temperatura de color neutra y 50.000 horas de vida útil. Instalado incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.	929,58 €	NOVECIENTOS VEINTINUEVE EUROS CON CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS
4.4	u Gastos de tramitación y control administrativo de instalación de baja tensión, en instalaciones que requieren proyecto.	110,47 €	CIENTO DIEZ EUROS CON CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
4.5	u Inspección inicial por un Organismo de Control Autorizado (O.C.A), por potencia instalada en kW, en local mojado con una potencia instalada superior a 25 Kw; según REBT, ITC-BT-05. (Precio por Kw contratado).	9,72 €	NUEVE EUROS CON SETENTA Y DOS CÉNTIMOS
4.6	u Centro de transformación intemperie, trifásico, en baño de aceite UNESA 5201-D, según normas UNE 20.138, de 25 KVA. de potencia para una tensión nominal de 18 KV./380, compuesto por apoyo metálico galvanizado 12C-2000, armado e izado, cruceta metálica galvanizada CH-300, base fusible XS, 24 KV.-100 A., instalada, cadena de aisladores 3 elementos completa, aislador 1503, pararrayos autoválvula de 10 KA.-17,5 KV., interruptor tetrapolar 160 A. para protección de trafo B.T. con cortacircuitos de 100 A., protección antiescalo para apoyo metálico, pica toma de tierra para neutro y autoválvulas, cable de cobre 1x50 mm2, aislamiento 0,6/1 KV. para neutro y autoválvulas, anillo equipotencial con cable de cobre desnudo de 50 mm2 y electrodo toma de tierra de 1,5 m., bastidor metálico para soporte trafo hasta 50 KVA., apertura de hoyo en tierra y hormigonado para apoyo metálico, basamento de hormigón de 3x3x0,20 m. con mallazo para corriente paso y contacto, cable de cobre de 3,5x25 mm2 aislamiento 0,6/1 KV., grapado sobre apoyo, terminal bimetálico de cobre de 1x25 mm2, tubo de acero galvanizado de 48, armario para contadores, contadores trifásicos de activa y reactiva y bancada de ladrillo enfoscado de cemento para anclaje del armario de medida.	10.169,93 €	DIEZ MIL CIENTO SESENTA Y NUEVE EUROS CON NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS
4.7	m Red de toma de tierra de estructura, realizada con cable de cobre desnudo de 35 mm2, uniéndolo mediante soldadura aluminotérmica a la armadura de cada zapata, incluyendo parte proporcional de pica, registro de comprobación y puente de prueba. Según REBT, ITC-BT-18 e ITC-BT-26.	9,03 €	NUEVE EUROS CON TRES CÉNTIMOS
4.8	m Línea general de alimentación aerea trifásica posada sobre fachada, formada por conductores de aluminio aislados con polietileno reticulado (XLPE), en haz de espiral RZ Al 3x16mm ² y 1x29,5mm ² almelec, con aislamiento 0,6/1Kv, fijada a la fachada mediante abrazadera de acero con tornillo autoroscante plastificada resistente a las acciones de la intemperie. Totalmente instalado y conexionado; según REBT, ITC-BT-11 e ITC-BT-06.	13,02 €	TRECE EUROS CON DOS CÉNTIMOS

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
4.9	m Derivación individual (DI) enterrada trifásica aérea, formada por multiconductores de cobre aislados, RZ1-K (AS) 5x16 mm ² + 1x1,5 mm ² de hilo de mando color rojo, para una tensión nominal 0,6/1 kV, no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, instalado sobre fiador de acero tensado. Totalmente instalado y conexionado; según REBT, ITC-BT-15 y ITC-BT-07.	49,20 €	CUARENTA Y NUEVE EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS
4.10	u Cuadro general de mando y protección, formado por caja empotrable de doble aislamiento con puerta con grado de protección IP40-IK08, de 36 elementos, perfil omega, embarrado de protección, 1 IGA de corte omnipolar (IGA) 200A (4P), 1 interruptor diferencial de 225A/4P/300mA y 4 PIAS de corte omnipolar: 1 de 80A (4P) para la bomba, 1 de 50A (4P) para el circuito de fuerza y 1 de 16A (I+N) para alumbrado. Instalado, conexionado y rotulado; según REBT.	886,88 €	OCHOCIENTOS OCHENTA Y SEIS EUROS CON OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS
4.11	m Circuito electrico formado por conductores unipolares de cobre aislados H07V-K 3x1,5 mm ² , para una tensión nominal de 450/750V, realizado con tubo PVC rígido M25/gp75 montado en superficie, en sistema monofásico (fase, neutro y protección), incluido p.p./ de cajas de registro y regletas de conexión. Instalación y conexionado; según REBT, ITC-BT-25.	8,79 €	OCHO EUROS CON SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
4.12	m Circuito electrico formado por conductores unipolares de cobre aislados H07V-K 3x4 mm ² , para una tensión nominal de 450/750V, realizado con tubo PVC rígido M25/gp75 montado en superficie, en sistema monofásico (fase, neutro y protección), incluido p.p./ de cajas de registro y regletas de conexión. Instalación y conexionado; según REBT.	12,65 €	DOCE EUROS CON SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS
4.13	m Circuito electrico formado por conductores unipolares de cobre aislados H07V-K 5x4 mm ² , para una tensión nominal de 450/750V, realizado con tubo PVC rígido M25/gp75 montado en superficie, en sistema trifásico (tres fases, neutro y protección), incluido p.p./ de cajas de registro y regletas de conexión. Instalación y conexionado; según REBT.	17,70 €	DIECISIETE EUROS CON SETENTA CÉNTIMOS
4.14	u Batería automática de condensadores de 7,5 kVAr de capacidad, constituida por dos tramos de 2,5 y 5 kVAr, respectivamente. Completamente instalada.	874,00 €	OCHOCIENTOS SETENTA Y CUATRO EUROS

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
5 Plantación			
5.1 Actuaciones previas			
5.1.1	Ha Estercolado de fondo en terreno suelto, con aportación de 81 t/ha de estiércol de vacuno bien hecho, extendido con medios mecánicos.	1.007,78 €	MIL SIETE EUROS CON SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS
5.1.2	Ha Labor de desfonde con tractor agrícola de 140 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.	146,93 €	CIENTO CUARENTA Y SEIS EUROS CON NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS
5.1.3	Ha Abonado de la tierra vegetal con sulfato potásico de 50% de riqueza de K ₂ O, siendo la dosis de 543 kg./Ha, realizado con abonadora centrifuga de 1000 l. de capacidad, arrastrada por un tractor neumático de 140 CV.	849,52 €	OCHOCIENTOS CUARENTA Y NUEVE EUROS CON CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS
5.1.4	Ha Laboreo mecánico de terreno de consistencia media o floja, comprendiendo dos pases cruzados de cultivador suspendido ligero de 15 brazos.	120,23 €	CIENTO VEINTE EUROS CON VEINTITRES CÉNTIMOS
5.1.5	Ha Unidad de replanteo por hectarea con equipo topográfico compuesto por topógrafo y ayudante, con estación total, jalones, cuerdas y medios auxiliares	24,23 €	VEINTICUATRO EUROS CON VEINTITRES CÉNTIMOS
5.2 Plantación			
5.2.1	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
5.2.2	u Almindro de variedad Mardía injertada sobre Rootpac 40 de un año de injerto. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado..	6,77 €	SEIS EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS
5.2.3	u Almindro de variedad Penta injertada sobre Rootpac 40 de un año de injerto. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado.	6,77 €	SEIS EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS
5.2.4	Ha Plantación con arado plantador y tractor agrícola de 140 CV, distancia entre plantones de 5 m, anchura entre líneas de árboles de 6 m. Nudo de injerto 4 cm por encima del nivel del suelo. i/pp de remolque y tractor auxiliar.	218,61 €	DOSCIENTOS DIECIOCHO EUROS CON SESENTA Y UN CÉNTIMOS

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
5.3 Cuidados posteriores			
5.4	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.	1,48 €	UN EURO CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS
5.5	u Entutorado de plantas jóvenes con tutor de bambú de 1,50 m. de altura y 22/24 mm. de diámetro, hincado 40 cm. en el terreno y atado de la planta con aros de macarrón plástico cada 30 cm.	0,73 €	SETENTA Y TRES CÉNTIMOS
5.6	Ha Revisión general de las plantas, colocando bien las que se hallen en mala posición	45,94 €	CUARENTA Y CINCO EUROS CON NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
5.7	Ha Poda de plantación, rebajando los plantones a una altura de 1,10 m.	108,95 €	CIENTO OCHO EUROS CON NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS
6 Maquinaria y equipos			
6.1	ud Atomizador neumático arrastrado 2.000 l de capacidad, con sistema de aplicación mediante boquillas de chorro cónico y deflectores verticales.	4.593,30 €	CUATRO MIL QUINIENTOS NOVENTA Y TRES EUROS CON TREINTA CÉNTIMOS
6.2	ud Pulverizador hidráulico de 600 l de capacidad y dispuesto de boquillas de chorro en abanico para tratamientos herbicidas.	3.254,14 €	TRES MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO EUROS CON CATORCE CÉNTIMOS
6.3	ud Tractor agrícola de 110 CV de potencia nominal.	56.426,68 €	CINCUENTA Y SEIS MIL CUATROCIENTOS VEINTISEIS EUROS CON SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS
6.4	ud Equipo de poda neumático arrastrado, con todos los utensilios necesarios, incluidas 6 tijeras neumáticas.	1.911,68 €	MIL NOVECIENTOS ONCE EUROS CON SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS
6.5	ud Desbrozadora-trituradora para restos de poda 165 de 28 martillos.	1.898,29 €	MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y OCHO EUROS CON VEINTINUEVE CÉNTIMOS
7 Seguridad y salud			
7.1	ud Presupuesto de seguridad y salud, según lo indicado en el Anejo XII. Estudio de seguridad y salud. Presupuesto de ejecución material (PEM).	3.665,67 €	TRES MIL SEISCIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS CON SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS

2. Cuadro de precios Nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
1 Caseta de riego			
1.1 Acondicionamiento del terreno			
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.		
	Peón ordinario	0,006 h 16,800	0,10
	Pala cargadora neumáticos 85 CV/1,2m3	0,010 h 40,440	0,40
	3% Costes indirectos		0,02
			0,52
1.1.2	m3 Excavación a cielo abierto, en terrenos disgregados, por medios mecánicos, con extracción de tierras sobre camión y vertido en el interior de la obra a una distancia menor de 140 m. ida y vuelta del vaciado y con p.p. de medios auxiliares.		
	Peón ordinario	0,025 h 16,800	0,42
	Excavadora hidráulica cadenas 90 CV	0,040 h 51,610	2,06
	Camión basculante 6x4 20 t	0,040 h 39,600	1,58
	3% Costes indirectos		0,12
			4,18
1.2 Cimentación			
1.2.1	m2 Encofrado y desencofrado con madera suelta en losas de cimentación, considerando 4 posturas. Según NTE-EME.		
	Oficial 1ª encofrador	0,250 h 19,360	4,84
	Ayudante encofrador	0,250 h 18,170	4,54
	Madera pino encofrar 26 mm	0,005 m3 264,510	1,32
	Puntas 20x100	0,050 kg 7,850	0,39
	Alambre atar 1,30 mm	0,100 kg 0,920	0,09
	3% Costes indirectos		0,34
			11,52

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
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 ³), vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según normas NTE-CSL, EHE-08 y CTE-SE-C.		
	Oficial primera	0,360 h	19,760
	Peón ordinario	0,360 h	16,800
	Oficial 1ª ferralla	1,400 h	19,360
	Ayudante ferralla	1,400 h	18,170
	Aguja eléct.c/convertid.gasolina D=79mm	0,360 h	7,990
	Hormigón HA-25/P/20/I central	1,150 m2	72,760
	Alambre atar 1,30 mm	0,600 kg	0,920
	Acero corrugado B 500 S/SD	105,000 kg	0,850
	(Por redondeo)		-0,34
	3% Costes indirectos		7,25
			248,96
1.2.3	m2 Encachado de piedra caliza 40/80 de 20 cm. de espesor en sub-base de losa de cimentación, i/extendido y compactado con pisón.		
	Peón ordinario	0,250 h	16,800
	Grava machaqueo 40/80 mm	0,200 m3	22,070
	3% Costes indirectos		0,26
			8,87

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
1.3 Estructura			
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.		
	Oficial 1ª cerrajero	0,030 h	18,870
	Ayudante cerrajero	0,030 h	17,740
	Pequeño material	0,367 m	1,350
	Tubo rectangular 90x90x90 mm.	1,050 kg	1,920
	Minio electrolítico	0,010 l	12,860
	3% Costes indirectos		0,11
			3,86
1.4 Cerramientos			
1.4.1	m2 Fábrica de bloques huecos decorativos de hormigón con dos caras split, en color, de 40x20x20 cm. colocado a cara vista, 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 armadura según normativa, i/p.p. deformación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-FFB-6 y CTE-SE-F, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2. Marcado CE obligatorio según Anexo ZA de la Norma Europea UNE-EN 771-3:2011.		
	Oficial primera	0,730 h	19,760
	Ayudante	0,730 h	17,590
	Peón ordinario	0,008 h	16,800
	Hormigonera 300 l gasolina	0,006 h	3,890
	Arena de río 0/6 mm	0,006 t	13,900
	Garbancillo 4/20 mm	0,013 t	14,370
	Bloq.horm. standard 2c.split color 40x20x20	13,000 u	2,070
	Cemento CEM II/B-P 32,5 N sacos	0,003 t	100,820
	Agua	0,002 m3	1,270
	Mortero cem. gris II/B-M 32,5 M-5/CEM	0,019 m3	63,820
	Acero corrugado B 400 S/SD 6 mm	1,500 kg	0,740
	(Resto obra)		0,07
	3% Costes indirectos		1,72
			59,00

Nº	Designación	Importe		
		Parcial (Euros)	Total (Euros)	
1.4.2 kg Acero laminado S275, en perfil L-100 laminado en caliente para cargaderos; i/corte, elaboración, montaje y p.p. de soldaduras, cartelas, placas de apoyo, rigidizadores y piezas especiales; despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado, según NTE-EA, CTE-DB-SE-A y EAE.				
	Oficial 1ª cerrajero	0,025 h	18,870	0,47
	Ayudante cerrajero	0,025 h	17,740	0,44
	Pequeño material	0,150 m	1,350	0,20
	Acero laminado S 275 JR	1,050 kg	1,080	1,13
	Minio electrolítico	0,010 l	12,860	0,13
	3% Costes indirectos			0,07
				2,44
1.5 Cubierta				
1.5.1 m2 Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial, prelacada de 0,6 mm. con núcleo de espuma de poliuretano de 40 kg./m3. con un espesor total de 30 mm. sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, tapajuntas, accesorios de fijación, limahoyas, cumbrera, remates laterales, encuentros de chapa prelacada de 0,86 mm. y 500 mm. de desarrollo medio, instalado, i/medios auxiliares y elementos de seguridad, s/NTE-QTG-8,9,10 y 11. Medida en verdadera magnitud.				
	Oficial primera	0,300 h	19,760	5,93
	Ayudante	0,300 h	17,590	5,28
	Remate ac.prelac. a=50cm e=0,8mm	0,400 m	12,000	4,80
	Tornillería y pequeño material	1,240 u	0,230	0,29
	P.sand-cub a.prelac+PUR+a.prelac 30mm	1,150 m2	17,970	20,67
	3% Costes indirectos			1,11
				38,08
1.6 Carpintería y cerrajería				
1.6.1 m2 Carpintería de aluminio anodizado natural de 15 micras, en ventanas corredera, mayores de 1 m2 y menores de 2 m2 de superficie total, compuesta por cerco, hojas y herrajes de 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.				
	Oficial 1ª cerrajero	0,200 h	18,870	3,77
	Ayudante cerrajero	0,100 h	17,740	1,77
	Premarco aluminio	4,000 m	6,310	25,24
	3% Costes indirectos			0,92
				31,70

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
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.		
	Oficial 1ª vidriería	1,000 h	18,180
	Pequeño material	1,000 m	1,350
	Vidrio float incoloro 4 mm	1,006 m2	9,060
	Sellado con silicona incolora	3,500 m	0,970
	Lámina SH4CLARL	1,000 m2	14,440
	3% Costes indirectos		1,39
			47,87
1.6.3	m2 Puerta abatible de una hoja, formada por cerco y bastidor de hoja con tubos huecos de acero laminado en frío de 60x40x2 mm. y barrotes de tubo de 40x20x1 mm., soldados entre sí, zócalo de chapa de acero galvanizada, patillas para recibido a obra, herrajes de colgar y seguridad, cerradura y tirador a dos caras, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra (sin incluir recibido de albañilería).		
	Oficial 1ª cerrajero	0,500 h	18,870
	Ayudante cerrajero	0,500 h	17,740
	Puerta abatible chapa y tubo	1,000 m2	166,480
	Transporte a obra	0,160 u	85,000
	3% Costes indirectos		5,95
			204,34

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
2 Cabezal de riego			
2.1	m Tubería de PVC orientado de 315 mm. de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 6 kg/cm ² , colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm. por encima de la generatriz con la misma arena, c/p.p. de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.		
	Peón ordinario	0,220 h	16,800
	Oficial 1ª fontanero calefactor	0,130 h	19,950
	Excav.hidráulica neumáticos 84 CV	0,020 h	40,440
	Arena de río 0/6 mm	0,250 m ³	17,390
	Lubricante tubos PVC junta elástica	0,007 kg	9,550
	Tub.PVC orient. j.elást. PN16 DN=315mm	1,000 m	55,270
	3% Costes indirectos		2,00
			68,79
2.2	m Conducto central de pozo de registro, formado por anillos prefabricados de hormigón armado, provistos de resaltos para su acoplamiento, entre otras piezas, mediante juntas de goma, de 100 cm. de diámetro interior y 100 cm de altura útil, con pates de polipropileno montados en fábrica, y con p.p. de medios auxiliares, s/CTE-HS=5. Marcado CE obligatorio según Anexo ZA de la Norma Europea UNE-EN 1917:2008 y Complemento Nacional UNE 127917:2005		
	Oficial primera	1,000 h	19,760
	Peón especializado	0,770 h	16,640
	Camión con grúa 6 t	0,250 h	43,540
	Anillo poz.ench-camp.circ.HA h=1m D=1000	1,000 u	204,350
	Pates PP 30x25	3,000 u	6,540
	Jta.goma base pozo ench.-camp. D=1000	1,000 u	12,020
	3% Costes indirectos		8,38
			287,83

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
2.3	u Electrobomba centrífuga monocelular de eje horizontal con bridas, montada en bancada con acoplamiento elástico entre el motor y la bomba, cuerpo de bomba de fundición, de 7,5 CV de potencia, salida DN80, i/válvula de retención y p.p. de tuberías de conexión, así como cuadro de maniobra en armario metálico intemperie conteniendo interruptores, diferencial magnetotérmico y de maniobra, contactor, relé guardamotor y demás elementos necesarios s/R.E.B.T., i/recibido, instalada.		
	Oficial 1ª fontanero calefactor	3,700 h 19,950	73,82
	Ayudante fontanero	3,700 h 17,920	66,30
	Oficial 1ª electricista	2,000 h 19,150	38,30
	Bomba.banc.1450 rpm.7,5 CV-DN80	1,000 u 2.800,630	2.800,63
	Cuadro mando electrobomba 6-8 CV	1,000 u 1.483,830	1.483,83
	Válv.de pie/retención D=4"	1,000 u 102,740	102,74
	3% Costes indirectos		136,97
			4.702,59
2.4	m Tubería acero galvanizado, DIN-2440 de 6" (DN-150), sin calorifugar, colocado en instalación de agua, incluso p.p. de uniones, soportación, accesorios, plataformas móviles, mano de obra, prueba hidráulica. Medida la unidad instalada.		
	Oficial 1ª fontanero calefactor	1,500 h 19,950	29,93
	Ayudante fontanero	1,500 h 17,920	26,88
	Tubo acero galvanizado 6" DN150 mm	1,000 m 125,740	125,74
	3% Costes indirectos		5,48
			188,03

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
2.5	u Válvula de compuerta de fundición PN 16 de 150 mm. de diámetro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, completamente instalada.		
	Oficial 1ª fontanero calefactor	0,900 h 19,950	17,96
	Oficial 2ª fontanero calefactor	0,900 h 18,170	16,35
	Tornillo+tuerca ac.galvan.D=20 L=160 mm	20,000 u 1,320	26,40
	Unión brida-enchufe fund.dúctil D=150mm	1,000 u 89,760	89,76
	Goma plana D=150 mm	2,000 u 2,900	5,80
	Unión brida-liso fund.dúctil D=150mm	1,000 u 49,860	49,86
	Válv.comp.cierre elást. D=150mm	1,000 u 333,610	333,61
	3% Costes indirectos		16,19
			555,93
2.6	u Filtro de arena a presión de alto rendimiento, con altura de lecho filtrante de 1,20 m., para presión de trabajo de 2,5 kg/cm2, velocidad de filtración de 30 m3/h/m2. y caudal de 25 m3/h., con cuerpo de poliéster reforzado con FV, con colector convencional mediante brazos y difusor en PVC y polipropileno, equipado con purga de aire y agua manuales y tapón para vaciado de arenas, panel de manómetros para lectura en la entrada y salida, y batería de 4 válvulas de mariposa de diámetro 75 mm. con soportes, incluso relleno posterior del filtro monocapa de árido silíceo calibrado, montado y probado.		
	Oficial 1ª fontanero calefactor	3,000 h 19,950	59,85
	Ayudante fontanero	6,000 h 17,920	107,52
	Saco 40 Kg chamota 5 a 10 mm	1,300 u 9,910	12,88
	Batería 4 válv.mariposa D=75 mm	1,000 u 786,820	786,82
	Filtro a.r.30m3/h/m2 25m3 2,5kg/cm2	1,000 u 2.620,040	2.620,04
	3% Costes indirectos		107,61
			3.694,72

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
2.7	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.		
	Oficial 1ª fontanero calefactor	0,600 h 19,950	11,97
	Ayudante fontanero	0,600 h 17,920	10,75
	Filtro incl.malla de acero D=3"	1,000 u 371,620	371,62
	3% Costes indirectos		11,83
			406,17
2.8	u Contador Woltman de 50 mm 2",conexionado al ramal de salida de los depósitos de fertilizante, incluso instalación de dos válvulas de corte de esfera de 50 mm, grifo de prueba, válvula de retención y demás material auxiliar, montado y funcionando, incluso verificación, y sin incluir la acometida, ni la red interior. (i/ timbrado contador por la Delegación de Industria). s/CTE-HS-4.		
	Oficial 1ª fontanero calefactor	2,000 h 19,950	39,90
	Oficial 2ª fontanero calefactor	2,000 h 18,170	36,34
	Contador agua Woltman 2"(50mm) clase B	1,000 u 374,330	374,33
	Grifo de prueba DN-20	1,000 u 9,170	9,17
	Verificación contador >=2" 50 mm	1,000 u 12,890	12,89
	Válvula esfera latón roscar 2"	2,000 u 35,000	70,00
	Válvula retención latón roscar 2"	1,000 u 22,080	22,08
	3% Costes indirectos		16,94
			581,65
2.9	u Ventosa/purgador automático 3 funciones, de fundición, con brida, de 150 mm. de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.		
	Oficial 1ª fontanero calefactor	1,250 h 19,950	24,94
	Oficial 2ª fontanero calefactor	1,250 h 18,170	22,71
	Ventosa/purgador autom.DN=150 mm	1,000 u 1.488,240	1.488,24
	3% Costes indirectos		46,08
			1.581,97

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
2.10	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 1000 litros de capacidad, i/piezas y accesorios, instalado.		
	Oficial 1ª fontanero calefactor	2,500 h	19,950
	Ayudante fontanero	2,500 h	17,920
	Tanque abonado red riego 1000 l.	1,000 u	494,700
	3% Costes indirectos		17,68
			607,06
2.11	u Suministro e instalación de inyector de fertilizante, compuesto por electrobomba centrífuga de 1/4 CV y depósito de expansión de membrana de 25 l. de capacidad, montaje monobloc, i/cuadro de maniobra compuesto por armario metálico intemperie conteniendo interruptores, diferencial, magnetotérmico y de maniobra, contactor, relé guardamotor y demás elementos necesarios, según R.E.B.T., i/recibido, instalado.		
	Oficial primera	1,000 h	19,760
	Peón ordinario	0,500 h	16,800
	Oficial 1ª fontanero calefactor	1,000 h	19,950
	Ayudante fontanero	1,000 h	17,920
	Oficial 1ª electricista	0,700 h	19,150
	Grupo presión compl.0,5 CV-25 l	1,000 u	367,840
	Cuadro mando electrobomba 0,5 CV	1,000 u	364,690
	3% Costes indirectos		24,36
			836,33
2.12	u Programador electrónico de intemperie, de 12 estaciones con memoria incorporada, tiempo de riego por estación de 1 a 59 minutos, programa de seguridad de 10 minutos por estación, memoria inmortal, 3 programas de riego y 3 inicios de riego por programa e incremento de riego por porcentaje, transformador 220/24 V., toma para puesta en marcha de equipo de bombeo o válvula maestra, armario y protección antidescarga, incluso fijación, instalado.		
	Oficial 1ª electricista	1,500 h	19,150
	Ayudante electricista	1,500 h	17,920
	Prog.elect.intemperie c/transf. 12estac.	1,000 u	360,390
	3% Costes indirectos		12,48
			428,48

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
3 Instalación de riego			
3.1 Instalación de riego enterrada			
3.1.1 Movimiento de tierras			
3.1.1.1	m3 Excavación en zanjas, en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.		
	Peón ordinario	0,130 h	16,800
	Retrocargadora neumáticos 75 CV	0,200 h	30,050
	3% Costes indirectos		0,25
			8,44
3.1.1.2	m3 Relleno, extendido y compactado de tierras propias en zanjas, por medios manuales, con pisón compactador manual tipo rana, en tongadas de 30 cm de espesor, sin aporte de tierras, incluso regado de las mismas, y con p.p. de medios auxiliares.		
	Peón ordinario	1,300 h	16,800
	Pisón vibrante 70 kg.	0,750 h	3,200
	Agua	1,000 m3	1,270
	3% Costes indirectos		0,77
			26,28
3.1.2 Tuberías y accesorios			
3.1.3	m Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm2, de 50 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.		
	Oficial 2ª fontanero calefactor	0,042 h	18,170
	Ayudante fontanero	0,042 h	17,920
	Limpiador tubos PVC	0,004 l	13,460
	Adhesivo tubos PVC junta pegada	0,008 kg	17,830
	Tub.PVC liso j.peg. PN6 DN=50mm	1,000 m	2,400
	3% Costes indirectos		0,12
			4,22

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
3.1.4	m Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm ² , de 75 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.		
	Oficial 2ª fontanero calefactor	0,050 h	18,170
	Ayudante fontanero	0,050 h	17,920
	Limpiador tubos PVC	0,009 l	13,460
	Adhesivo tubos PVC junta pegada	0,018 kg	17,830
	Tub.PVC liso j.peg. PN6 DN=75mm	1,000 m	3,440
	3% Costes indirectos		0,17
			5,86
3.1.5	m Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm ² , de 90 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.		
	Oficial 2ª fontanero calefactor	0,060 h	18,170
	Ayudante fontanero	0,060 h	17,920
	Limpiador tubos PVC	0,013 l	13,460
	Adhesivo tubos PVC junta pegada	0,025 kg	17,830
	Tub.PVC liso j.peg. PN6 DN=90mm	1,000 m	4,870
	3% Costes indirectos		0,23
			7,89
3.1.6	m Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm ² , de 110 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.		
	Oficial 2ª fontanero calefactor	0,065 h	18,170
	Ayudante fontanero	0,065 h	17,920
	Limpiador tubos PVC	0,019 l	13,460
	Adhesivo tubos PVC junta pegada	0,038 kg	17,830
	Tub.PVC liso j.peg. PN6 DN=110	1,000 m	10,320
	3% Costes indirectos		0,41
			14,01

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
3.1.7	m Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm ² , de 140 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.		
	Oficial 2ª fontanero calefactor	0,065 h	18,170
	Ayudante fontanero	0,065 h	17,920
	Limpiador tubos PVC	0,019 l	13,460
	Adhesivo tubos PVC junta pegada	0,038 kg	17,830
	Tub.PVC liso j.peg. PN6 DN=140	1,000 m	12,640
	3% Costes indirectos		0,48
			16,40
3.1.8	m Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm ² , de 160 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.		
	Oficial 2ª fontanero calefactor	0,065 h	18,170
	Ayudante fontanero	0,065 h	17,920
	Tub.PVC liso j.peg. PN6 DN=160	1,000 m	14,920
	Limpiador tubos PVC	0,019 l	13,460
	Adhesivo tubos PVC junta pegada	0,038 kg	17,830
	3% Costes indirectos		0,55
			18,75
3.1.9	u Electroválvula de PVC para una tensión de 24 V. con apertura manual y regulación de caudal, con conexión de 3 1/2", completamente instalada sin i/pequeño material.		
	Oficial 1ª fontanero calefactor	0,125 h	19,950
	Ayudante fontanero	0,125 h	17,920
	Oficial 1ª electricista	0,020 h	19,150
	Electrov. PVC reguladora caudal 3 1/2"	1,000 u	68,050
	3% Costes indirectos		2,19
			75,35

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
3.1.10	m Línea eléctrica de cobre de 7x1,5 mm ² , 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.		
	Oficial 1ª electricista	0,045 h 19,150	0,86
	Ayudante electricista	0,065 h 17,920	1,16
	Conector 3 cables 1,5 mm ²	11,000 u 1,420	15,62
	Línea eléctrica p/electrovál. 7x1,5mm ²	1,000 m 1,980	1,98
	3% Costes indirectos		0,59
			20,21
3.1.11	u Válvula metálica reguladora de presión, con manómetro incorporado, de 1", colocada en redes de riego, completamente instalada.		
	Oficial 1ª fontanero calefactor	0,350 h 19,950	6,98
	Oficial 2ª fontanero calefactor	0,350 h 18,170	6,36
	Válv.regul pres.c/manóm. D=1"	1,000 u 123,350	123,35
	3% Costes indirectos		4,10
			140,79
3.1.12	u Arqueta de plástico de planta rectangular para la instalación de 1 electroválvula y/o accesorios de riego, i/arreglo de las tierras, instalada.		
	Peón ordinario	0,200 h 16,800	3,36
	Arqueta rect.plást. 1 válv.c/tapa	1,000 u 12,020	12,02
	3% Costes indirectos		0,46
			15,84
3.2 Instalación de riego superficial			
3.2.1	m Instalación de ramales portagoteros, realizado con tubería de polietileno de baja densidad de 16 mm de diámetro, así como conexión a la tubería general de alimentación del sector de riego, incluso piezas pequeñas de unión, sin incluir tubería general de alimentación ni los automatismos y controles.		
	Oficial 1ª fontanero calefactor	0,010 h 19,950	0,20
	Tub.polietileno BD PE40 PN4 DN=16mm	1,000 m 0,200	0,20
	3% Costes indirectos		0,01
			0,41

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
3.2.2	u Gotero de pinchar autocompensante de 2 litros/hora, colocado sobre tubería, i/perforación manual de la línea para su instalación.		
	Oficial 1ª fontanero calefactor	0,005 h	19,950
	Gotero pinchar autocomp. 2 l/h	1,000 u	0,180
	3% Costes indirectos		0,01
			0,29
4 Instalación eléctrica			
4.1	u Regleta de superficie de 2x36 W. AF con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa de acero de 0,7 mm., pintado con pintura epoxi poliéster y secado al horno, sistema de anclaje formado por chapa galvanizada sujeta con tornillos incorporados, equipo eléctrico formado por reactancias, condensador, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes trifosforo nueva generación y bornes de conexión. Instalada, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.		
	Oficial 1ª electricista	0,300 h	19,150
	Ayudante electricista	0,300 h	17,920
	Pequeño material	1,000 m	1,350
	Regleta de superficie 2x36 W. AF	1,000 u	34,380
	Tubo flu.trifósf.36 W./827-830-840-865	2,000 u	4,310
	3% Costes indirectos		1,66
			57,14
4.2	u Bloque autónomo de emergencia (diámetro 40mm) IP20 IK04. Enrasado techo, de 200 lúm con fuente de luz LED. Altura de colocación de 2,2 a 5m. Luminaria formada por tres módulos independientes: conjunto óptico, sistema electrónico y baterías. Conjunto óptico formado por un reflector en material sintético pintado en diferentes colores y dos opciones de lente: evacuación y antipánico. Sistema electrónico y baterías alojadas en módulos de material sintético, unidos por fuelles flexibles de EPDM. Autonomía de 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd. Opción de telemando. Construido según normas: EN 60598-2-22, EN 60598-1, EN 1838, CE, 2006/95/CE, 2004/108/CE, 2002/95/CE RoHS, 2002/96/CE.		
	Oficial 1ª electricista	0,600 h	19,150
	Pequeño material	1,000 m	1,350
	Bl.Aut.Emerg.Daisalux Izar N30	1,000 u	112,110
	3% Costes indirectos		3,75
			128,70

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
4.3	u Proyector con 34 LED de alto brillo equipado con sistema que permite ajustar fácilmente la apertura del haz durante su funcionamiento (haz medio). Construido con carcasa, marco frontal y cubierta posterior de aluminio inyectado a alta presión (IP66), y vidrio extra blanco templado. LED con temperatura de color neutra y 50.000 horas de vida útil. Instalado incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.		
	Oficial 1ª electricista	1,000 h	19,15
	Pequeño material	1,000 m	1,35
	Proyector 34 LED NW haz ajustable	1,000 u	882,00
	3% Costes indirectos		27,08
			929,58
4.4	u Gastos de tramitación y control administrativo de instalación de baja tensión, en instalaciones que requieren proyecto.		
	Tramitación y control administr.instalac.BT c/proy.	1,000 u	107,25
	3% Costes indirectos		3,22
			110,47
4.5	u Inspección inicial por un Organismo de Control Autorizado (O.C.A), por potencia instalada en kW, en local mojado con una potencia instalada superior a 25 Kw; según REBT, ITC-BT-05. (Precio por Kw contratado).		
	Inspecc.O.C.A. local mojado P>25 Kw / pot. KW	1,000 u	9,44
	3% Costes indirectos		0,28
			9,72

Nº	Designación	Importe		
		Parcial (Euros)	Total (Euros)	
4.6	u Centro de transformación intemperie, trifásico, en baño de aceite UNESA 5201-D, según normas UNE 20.138, de 25 KVA. de potencia para una tensión nominal de 18 KV./380, compuesto por apoyo metálico galvanizado 12C-2000, armado e izado, cruceta metálica galvanizada CH-300, base fusible XS, 24 KV.-100 A., instalada, cadena de aisladores 3 elementos completa, aislador 1503, pararrayos autoválvula de 10 KA.-17,5 KV., interruptor tetrapolar 160 A. para protección de trafo B.T. con cortacircuitos de 100 A., protección antiescalo para apoyo metálico, pica toma de tierra para neutro y autoválvulas, cable de cobre 1x50 mm ² , aislamiento 0,6/1 KV. para neutro y autoválvulas, anillo equipotencial con cable de cobre desnudo de 50 mm ² y electrodo toma de tierra de 1,5 m., bastidor metálico para soporte trafo hasta 50 KVA., apertura de hoyo en tierra y hormigonado para apoyo metálico, basamento de hormigón de 3x3x0,20 m. con mallazo para corriente paso y contacto, cable de cobre de 3,5x25 mm ² aislamiento 0,6/1 KV., grapado sobre apoyo, terminal bimetálico de cobre de 1x25 mm ² , tubo de acero galvanizado de 48, armario para contadores, contadores trifásicos de activa y reactiva y bancada de ladrillo enfoscado de cemento para anclaje del armario de medida.			
	Oficial primera	2,022 h	19,760	39,95
	Ayudante	0,594 h	17,590	10,45
	Peón ordinario	1,617 h	16,800	27,17
	Oficial 1ª encofrador	2,700 h	19,360	52,27
	Ayudante encofrador	2,700 h	18,170	49,06
	Oficial 1ª grúista	0,180 h	18,870	3,40
	Oficial 1ª ferralla	2,520 h	19,360	48,79
	Ayudante ferralla	2,520 h	18,170	45,79
	Oficial 1ª electricista	12,000 h	19,150	229,80
	Ayudante electricista	12,000 h	17,920	215,04
	Grúa telescópica s/camión 20 t	3,000 h	55,140	165,42
	Grúa pluma 30 m./0,75 t	0,360 h	18,910	6,81
	Retrocargadora neumáticos 75 CV	0,378 h	30,050	11,36
	Camión basculante 6x4 20 t	0,450 h	39,600	17,82
	Aguja eléct.c/convertid.gasolina D=79mm	0,648 h	7,990	5,18
	Puntal telesc. normal 3 m	0,126 u	13,410	1,69
	Tablero encofrar 22 mm. 4 p.	9,450 m ²	2,290	21,64
	Madera pino encofrar 26 mm	0,180 m ³	264,510	47,61
	Hormigón HA-25/P/20/l central	1,890 m ²	72,760	137,52

Hormigón HA-25/P/40/IIa central	2,070 m3	72,970	151,05
Ladrillo perforado tosco 24x11,5x7 cm	0,125 mu	72,570	9,07
Mortero cem. gris II/B-P 32,5 N M-5/CEM	0,065 m3	57,960	3,77
Puntas 20x100	0,720 kg	7,850	5,65
Alambre atar 1,30 mm	2,430 kg	0,920	2,24
Acero corrugado B 500 S/SD	189,000 kg	0,850	160,65
Mortero revoco CSIII-W1	9,180 kg	0,450	4,13
Pararrayos (autoválv.) 18 Kv 10 KA oxido zinc	3,000 u	82,500	247,50
Terminal bimetálico 1x25mm2 tubular	12,000 u	0,460	5,52
Cond.aisla. RV-k 0,6-1kV 3,5x25 mm2 Cu	10,000 m	14,080	140,80
Apoyo C-2000 h=12 m. celosia	1,000 u	1.064,800	1.064,80
Prot.antiescalo apoyo cruceta	1,000 u	150,900	150,90
Bastidor met.soporte trafo 100kVA torre	1,000 u	200,000	200,00
Elemento aislador vidrio rotura 40 KN	3,000 u	16,000	48,00
Transf.baño aceite 25 KVA-20kV Unesa	1,000 u	3.845,790	3.845,79
Base fusible XS 24kV.-100A.	3,000 u	256,680	770,04
Armario poliéster 1000x750 mm	1,000 u	685,780	685,78
Contador trifas. activa 90 A	1,000 u	315,090	315,09
Contador trifas. reacti 90 A	1,000 u	344,320	344,32
Electrodo toma de tierra 1,5 m.	6,000 u	11,120	66,72
Conduc cobre desnudo 50 mm2	10,000 m	5,820	58,20
Interruptor tetrapolar 160 A.	1,000 u	126,840	126,84
Tubo acero galvanizado 2" DN50 mm	3,000 m	26,520	79,56
Cable cobre 50 mm2	20,000 m	9,010	180,20
Pica t.t. neutro y autoválvulas	6,000 u	11,830	70,98
(Por redondeo)			-0,65
3% Costes indirectos			296,21
			10.169,93

Nº	Designación	Importe		
		Parcial	Total	(Euros) (Euros)
4.7	m Red de toma de tierra de estructura, realizada con cable de cobre desnudo de 35 mm ² , uniéndolo mediante soldadura aluminotérmica a la armadura de cada zapata, incluyendo parte proporcional de pica, registro de comprobación y puente de prueba. Según REBT, ITC-BT-18 e ITC-BT-26.			
	Oficial 1ª electricista	0,100 h	19,150	1,92
	Ayudante electricista	0,100 h	17,920	1,79
	p.p. pequeño material para instalación	1,000 u	1,400	1,40
	Conduc cobre desnudo 35 mm ²	1,000 m	3,660	3,66
	3% Costes indirectos			0,26
				9,03
4.8	m Línea general de alimentación aérea trifásica posada sobre fachada, formada por conductores de aluminio aislados con polietileno reticulado (XLPE), en haz de espiral RZ Al 3x16mm ² y 1x29,5mm ² almelec, con aislamiento 0,6/1Kv, fijada a la fachada mediante abrazadera de acero con tornillo autoroscante plastificada resistente a las acciones de la intemperie. Totalmente instalado y conexionado; según REBT, ITC-BT-11 e ITC-BT-06.			
	Oficial 1ª electricista	0,150 h	19,150	2,87
	Oficial 2ª electricista	0,150 h	17,920	2,69
	Abrazadera de acero con tornillo autoroscante SAF-25	3,000 u	0,540	1,62
	p.p. pequeño material para instalación	0,200 u	1,400	0,28
	Cond. RZ Al 0,6/1 kV 3x16 mm ² + 1x29,5 mm ² almelec	1,000 m	5,180	5,18
	3% Costes indirectos			0,38
				13,02

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
4.9	m Derivación individual (DI) enterrada trifásica aérea, formada por multiconductores de cobre aislados, RZ1-K (AS) 5x16 mm ² + 1x1,5 mm ² de hilo de mando color rojo, para una tensión nominal 0,6/1 kV, no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, instalado sobre fiador de acero tensado. Totalmente instalado y conexionado; según REBT, ITC-BT-15 y ITC-BT-07.		
	Oficial 1ª electricista	0,100 h	19,150
	Oficial 2ª electricista	0,100 h	17,920
	Alambre galvanizado plastificado	2,982 kg	1,990
	p.p. pequeño material para instalación	0,200 u	1,400
	Multicond.ais.RZ1-k(AS) 0,6-1kV 5x16 + 1x1,5 mm ² Cu 1,000 m	37,850	37,85
	3% Costes indirectos		1,43
			49,20
4.10	u Cuadro general de mando y protección, formado por caja empotrable de doble aislamiento con puerta con grado de protección IP40-IK08, de 36 elementos, perfil omega, embarrado de protección, 1 IGA de corte omnipolar (IGA) 200A (4P), 1 interruptor diferencial de 225A/4P/300mA y 4 PIAS de corte omnipolar: 1 de 80A (4P) para la bomba, 1 de 50A (4P) para el circuito de fuerza y 1 de 16A (I+N) para alumbrado. Instalado, conexionado y rotulado; según REBT.		
	Oficial 1ª electricista	1,000 h	19,150
	p.p. pequeño material para instalación	1,000 u	1,400
	Caja con puerta opaca 36 ele.	1,000 u	84,630
	Diferencial 225A/4P/300mA tipo AC	1,000 u	260,180
	PIA (I+N) 50A, 6/35kA curva C	3,000 u	49,500
	PIA (I+N) 16A, 6/35kA curva C	1,000 u	50,490
	PIA 4x25A, 80/35kA curva C	1,000 u	137,100
	PIA 4x200A, 6/35kA curva C	1,000 u	159,600
	3% Costes indirectos		25,83
			886,88

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
4.11	m Circuito electrico formado por conductores unipolares de cobre aislados H07V-K 3x1,5 mm ² , para una tensión nominal de 450/750V, realizado con tubo PVC rígido M25/gp75 montado en superficie, en sistema monofásico (fase, neutro y protección), incluido p.p./ de cajas de registro y regletas de conexión. Instalación y conexionado; según REBT, ITC-BT-25.		
	Oficial 1ª electricista	0,100 h	19,150
	Oficial 2ª electricista	0,100 h	17,920
	Cond. H07V-K 750V 1x1,5 mm ² Cu	3,000 m	0,830
	Tubo PVC rígido M 25/gp7 gris	1,000 m	1,530
	p.p. uniones, accesorios y abrazaderas	0,400 u	1,240
	p.p cajas de registro y regletas de conexión	0,200 u	1,500
	3% Costes indirectos		0,26
			8,79
4.12	m Circuito electrico formado por conductores unipolares de cobre aislados H07V-K 3x4 mm ² , para una tensión nominal de 450/750V, realizado con tubo PVC rígido M25/gp75 montado en superficie, en sistema monofásico (fase, neutro y protección), incluido p.p./ de cajas de registro y regletas de conexión. Instalación y conexionado; según REBT.		
	Oficial 1ª electricista	0,100 h	19,150
	Oficial 2ª electricista	0,100 h	17,920
	Cond. H07V-K 750V 1x4 mm ² Cu	3,000 m	2,080
	Tubo PVC rígido M 25/gp7 gris	1,000 m	1,530
	p.p. uniones, accesorios y abrazaderas	0,400 u	1,240
	p.p cajas de registro y regletas de conexión	0,200 u	1,500
	3% Costes indirectos		0,37
			12,65

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
4.13	m Circuito eléctrico formado por conductores unipolares de cobre aislados H07V-K 5x4 mm ² , para una tensión nominal de 450/750V, realizado con tubo PVC rígido M25/gp75 montado en superficie, en sistema trifásico (tres fases, neutro y protección), incluido p.p./ de cajas de registro y regletas de conexión. Instalación y conexionado; según REBT.		
	Oficial 1ª electricista	0,120 h 19,150	2,30
	Oficial 2ª electricista	0,120 h 17,920	2,15
	Cond. H07V-K 750V 1x4 mm ² Cu	5,000 m 2,080	10,40
	Tubo PVC rígido M 25/gp7 gris	1,000 m 1,530	1,53
	p.p. uniones, accesorios y abrazaderas	0,400 u 1,240	0,50
	p.p. cajas de registro y regletas de conexión	0,200 u 1,500	0,30
	3% Costes indirectos		0,52
			17,70
4.14	u Batería automática de condensadores de 7,5 kVAr de capacidad, constituida por dos tramos de 2,5 y 5 kVAr, respectivamente. Completamente instalada.		
	Batería automática de condensadores de 7,5 kVAr	1,000 u 848,540	848,54
	3% Costes indirectos		25,46
			874,00
5 Plantación			
5.1 Actuaciones previas			
5.1.1	Ha Estercolado de fondo en terreno suelto, con aportación de 81 t/ha de estiércol de vacuno bien hecho, extendido con medios mecánicos.		
	Peón ordinario agroforestal	2,000 h 11,150	22,30
	Remolque estercolador	2,000 h 3,670	7,34
	Tractor agrícola de 140 CV	2,000 h 32,540	65,08
	Estiércol vacuno	81,000 t 10,910	883,71
	3% Costes indirectos		29,35
			1.007,78

Nº	Designación	Importe	
		Parcial	Total
		(Euros) (Euros)	
5.1.2	Ha Labor de desfonde con tractor agrícola de 140 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.		
	Peón ordinario agroforestal	3,000 h	11,150
	Tractor agrícola de 140 CV	3,000 h	32,540
	Arado de desfonde monosurco	3,000 h	3,860
	3% Costes indirectos		4,28
			146,93
5.1.3	Ha Abonado de la tierra vegetal con sulfato potásico de 50% de riqueza de K2O, siendo la dosis de 543 kg./Ha, realizado con abonadora centrífuga de 1000 l. de capacidad, arrastrada por un tractor neumático de 140 CV.		
	Peón especializado agroforestal	0,065 h	17,630
	Abonadora centrífuga 1000 L	0,260 h	15,050
	Tractor agrícola 140 CV	0,260 h	20,070
	Sulfato potásico 50% K2O	543,000 kg	1,500
	3% Costes indirectos		24,74
			849,52
5.1.4	Ha Laboreo mecánico de terreno de consistencia media o floja, comprendiendo dos pases cruzados de cultivador suspendido ligero de 15 brazos.		
	Peón especializado	2,200 h	16,640
	Tractor agrícola 140 CV c/ cultivador	2,200 h	36,420
	3% Costes indirectos		3,50
			120,23
5.1.5	Ha Unidad de replanteo por hectarea con equipo topográfico compuesto por topógrafo y ayudante, con estación total, jalones, cuerdas y medios auxiliares		
	Topógrafo	0,670 h	35,100
	3% Costes indirectos		0,71
			24,23

Nº	Designación	Importe			
		Parcial	Total		
				(Euros)	(Euros)
5.2 Plantación					
5.2.1	u 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.				
	Peón ordinario agroforestal	0,00 h 2	11,15 0	0,02	
					0,02
5.2.2	u Almondro de variedad Mardía injertada sobre Rootpac 40 de un año de injerto. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado..				
	PRUNUS DULCIS MARDÍA+ROOTPAC 40, 1 AÑO INJERTO	1,00 u 0	6,570	6,57	
	3% Costes indirectos			0,20	
					6,77
5.2.3	u Almondro de variedad Penta injertada sobre Rootpac 40 de un año de injerto. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado.				
	PRUNUS DULCIS PENTA+ROOTPAC 40, 1 AÑO INJERTO	1,00 u 0	6,570	6,57	
	3% Costes indirectos			0,20	
					6,77
5.2.4	Ha Plantación con arado plantador y tractor agrícola de 140 CV, distancia entre plántones de 5 m, anchura entre líneas de árboles de 6 m. Nudo de injerto 4 cm por encima del nivel del suelo. i/pp de remolque y tractor auxiliar.				
	Peón especializado	4,00 h 0	16,64 0	66,56	
	Tractor agrícola 140 CV c/ arado plantador	4,00 h 0	36,42 0	145,6 8	
	3% Costes indirectos			6,37	
					218,6 1

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
5.3 Cuidados posteriores			
5.4	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.		
	Oficial 1ª jardinería	0,020 h	18,800
	Peón jardinería	0,020 h	16,530
	Tubo protector polipropil.h=60cm	1,000 u	0,730
	3% Costes indirectos		0,04
			1,48
5.5	u Entutorado de plantas jóvenes con tutor de bambú de 1,50 m. de altura y 22/24 mm. de diámetro, hincado 40 cm. en el terreno y atado de la planta con aros de macarrón plástico cada 30 cm.		
	Oficial 1ª jardinería	0,010 h	18,800
	Peón jardinería	0,010 h	16,530
	Tutor bambú h=1,5 m	1,000 u	0,350
	3% Costes indirectos		0,02
			0,73
5.6	Ha Revisión general de las plantas, colocando bien las que se hallen en mala posición		
	Peón ordinario agroforestal	4,000 h	11,150
	3% Costes indirectos		1,34
			45,94
5.7	Ha Poda de plantación, rebajando los plantones a una altura de 1,10 m.		
	Peón especializado agroforestal	6,000 h	17,630
	3% Costes indirectos		3,17
			108,95

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
6 Maquinaria y equipos			
6. 1	ud Atomizador neumático arrastrado 2.000 l de capacidad, con sistema de aplicación mediante boquillas de chorro cónico y deflectores verticales.		
	ATOMIZADOR NEUMÁTICO ARRASTRADO DE 2000 L	1,00 u 0 d	4.459,510 4.459,51
	3% Costes indirectos		133,79
			4.593,30
6. 2	ud Pulverizador hidráulico de 600 l de capacidad y dispuesto de boquillas de chorro en abanico para tratamientos herbicidas.		
	PULVERIZADOR HIDRÁULICO DE 600 L	1,00 u 0 d	3.159,360 3.159,36
	3% Costes indirectos		94,78
			3.254,14
6. 3	ud Tractor agrícola de 110 CV de potencia nominal.		
	Tractor agrícola de 110 CV	1,00 u 0 d	54.783,180 54.783,18
	3% Costes indirectos		1.643,50
			56.426,68
6. 4	ud Equipo de poda neumático arrastrado, con todos los utensilios necesarios, incluidas 6 tijeras neumáticas.		
	Equipo de poda neumático arrastrado	1,00 u 0 d	1.856,000 1.856,00
	3% Costes indirectos		55,68
			1.911,68
6. 5	ud Desbrozadora-trituradora para restos de poda 165 de 28 martillos.		
	Trituradora-desbrozadora	1,00 u 0 d	1.843,000 1.843,00
	3% Costes indirectos		55,29
			1.898,29

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
7 Seguridad y salud			
7.1	ud Presupuesto de seguridad y salud, según lo indicado en el Anejo XII. Estudio de seguridad y salud. Presupuesto de ejecución material (PEM).		
	PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD	1,000 ud 3.665,670	3.665,67
			3.665,67

3. Presupuestos parciales

Presupuesto parcial nº 1 Caseta de riego

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.1 Acondicionamiento del terreno					
1.1	M2	DESBROCE Y LIMPIEZA DE TERRENO A MÁQUINA			
		Total m2 :	35,000	0,52	18,20
1.2	M3	EXCAVACIÓN VACIADO A MÁQUINA TERRENOS FLOJOS			
		Total m3 :	14,000	4,18	58,52
		Total 1.1 Acondicionamiento del terreno			76,72
1.2 Cimentación					
1.3	M2	ENCOFRADO MADERA LOSAS DE CIMENTACIÓN			
		Total m2 :	35,000	11,52	403,20
1.4	M3	HORMIGÓN ARMADO HA-25/P/20/I LOSA V.MANUAL			
		Total m3 :	7,000	248,96	1.742,72
		Total 1.2 Cimentación			2.145,92
1.3 Estructura					
1.5	Kg	ACERO TUBULAR S275 CERCHAS			
		Total kg :	117,300	3,86	452,78
		Total 1.3 Estructura			452,78
1.4 Cerramientos					
1.6	M2	FÁB.BLOQ.HORM.2C.SPLIT COLOR 40x20x20 C/V			
		Total m2 :	38,600	59,00	2.277,40
1.7	Kg	ACERO LAMINADO S275 CERCHAS			
		Total kg :	30,095	2,44	73,43
		Total 1.4 Cerramientos			2.350,83

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.5 Cubierta					
1.8	M2	CUBIERTA PANEL CHAPA PRELACADA-30 I/REMATE			
		Total m2 :	25,080	38,08	955,05
		Total 1.5 Cubierta			955,05
1.6 Carpintería y cerrajería					
1.9	M2	V.AL.A.NATURAL CORR. >1 m2<2 m2			
		Total m2 :	1,750	31,70	55,48
1.10	M2	VIDRIO FLOAT INC. 4mm+LÁMINA TRANSPARENTE			
		Total m2 :	1,750	47,87	83,77
1.11	M2	PUERTA ABATIBLE CHAPA Y TUBO			
		Total m2 :	2,850	204,34	582,37
		Total 1.6 Carpintería y cerrajería			721,62
		Total Presupuesto parcial nº 1 Caseta de riego :			6.702,92

Presupuesto parcial nº 2 Cabezal de riego

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
2.1	M	CONDUC.PVC ORIENTADO PN 16 DN=315			
		Total m :	5,000	68,79	343,95
2.2	M	DESARROLLO POZO PREFABRICADO HA E-C D=100cm h=1,00m			
		Total m :	2,000	287,83	575,66
2.3	U	ELECTROB.BANCAD.1450 rpm.7,5 CV-DN80			
		Total u :	1,000	4.702,59	4.702,59
2.4	M	TUBO ACERO DIN 2440 GALV. 6"			
		Total m :	1,500	188,03	282,05
2.5	U	VÁLV.COMP.CIERRE ELÁST.D=150mm			
		Total u :	2,000	555,93	1.111,86
2.6	U	FILTRO A.RDTO.30m3/h/m2 25m3/h 4V			
		Total u :	2,000	3.694,72	7.389,44
2.7	U	FILTRO INCL. MALLA DE ACERO D=3"			
		Total u :	1,000	406,17	406,17
2.8	U	CONTADOR DN50 mm 2"			
		Total u :	1,000	581,65	581,65

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
2.9	U	VENTOSA/PURGADOR AUTOM. DN=150mm			
		Total u :	1,000	1.581,97	1.581,97
2.10	U	TANQUE ABONADO RED RIEGO 1000 l.			
		Total u :	3,000	607,06	1.821,18
2.11	U	INYECTOR DE FERTILIZANTE 25 l. 0,25 CV			
		Total u :	1,000	836,33	836,33
2.12	U	PROG.ELECT.INTEMPERIE 12 ESTACIONES			
		Total u :	1,000	428,48	428,48
Total Presupuesto parcial nº 2 Cabezal de riego :					20.061,33

Presupuesto parcial nº 3 Instalación de riego

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
3.1 Instalación de riego enterrada					
3.1.1 Movimiento de tierras					
3.1	M3	EXCAVACIÓN ZANJA A MÁQUINA TERRENOS FLOJOS			
		Total m3 :	4.663,000	8,44	39.355,72
3.2	M3	RELLENO/COMPACTADO ZANJA C/RANA S/APORTE			
		Total m3 :	4.663,000	26,28	122.543,64
Total 3.1.1 Movimiento de tierras					161.899,36
3.3	M	TUBERÍA PVC PN6 D=50 mm			
		Total m :	291,000	4,22	1.228,02
3.4	M	TUBERÍA PVC PN6 D=75 mm			
		Total m :	643,000	5,86	3.767,98
3.5	M	TUBERÍA PVC PN6 D=90 mm			
		Total m :	3.154,000	7,89	24.885,06
3.6	M	TUBERÍA PVC PN6 D=110 mm			
		Total m :	209,000	14,01	2.928,09
3.7	M	TUBERÍA PVC PN6 D=140 mm			
		Total m :	214,000	16,40	3.509,60
3.8	M	TUBERÍA PVC PN6 D=160 mm			
		Total m :	152,000	18,75	2.850,00

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
3.9	U	ELECTROV. PVC 24V REGULADORA CAUDAL 3 1/2"				
			Total u :	7,000	75,35	527,45
3.10	M	LÍNEA ELÉCTRICA P/ELECTROVÁL. 7x1,5mm ²				
			Total m :	573,250	20,21	11.585,38
3.11	U	VÁLV.REG.PRES.METAL C/MAN.D=1"				
			Total u :	7,000	140,79	985,53
3.12	U	ARQUETA PLÁST.1 ELECTROV.C/TAPA				
			Total u :	7,000	15,84	110,88
Total 3.1 Instalación de riego enterrada					214.277,35	
3.2 Instalación de riego superficial						
3.13	M	TUB.PEBD SFCIAL PE40 PN4 D=16 mm				
			Total m :	11.623,000	0,41	4.765,43
3.14	U	GOTERO PINCHAR AUTOCOMPENSANTE 2 l/h				
			Total u :	46.304,000	0,29	13.428,16
Total 3.2 Instalación de riego superficial					18.193,59	
Total Presupuesto parcial nº 3 Instalación de riego :					232.470,94	

Presupuesto parcial nº 4 Instalación eléctrica

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
4.1	U	REGLETA DE SUPERFICIE 2x36 W.AF				
			Total u :	1,000	57,14	57,14
4.2	U	BLQ.AUT.EMERG.DAISALUX IZAR N30				
			Total u :	1,000	128,70	128,70
4.3	U	PROYECTOR 34 LED NW HAZ AJUSTABLE				
			Total u :	1,000	929,58	929,58
4.4	U	TRAMIT. Y CONTROL ADM. INST. BAJA TENSIÓN c/ PRY.				
			Total u :	1,000	110,47	110,47
4.5	U	INSPECCIÓN O.C.A. LOCAL MOJADO P>25 Kw				
			Total u :	20,000	9,72	194,40
4.6	U	CENT.TRANS.INTEMPERIE 25KVA-20KV				
			Total u :	1,000	10.169,93	10.169,93

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
4.7	M	RED TOMA DE TIERRA ESTRUCTURA			
		Total m :	20,000	9,03	180,60
4.8	M	LGA 3x16 mm2 Al + 1x29,5 mm2 almelec			
		Total m :	3,000	13,02	39,06
4.9	M	DER. INDIVIDUAL TRIFÁSICA AÉREA 5x16 mm2			
		Total m :	3,000	49,20	147,60
4.10	U	C.G.P.M			
		Total u :	1,000	886,88	886,88
4.11	M	CIRCUITO MONOFÁSICO 3x1,5 mm2			
		Total m :	13,500	8,79	118,67
4.12	M	CIRCUITO MONOFÁSICO 3x4 mm2			
		Total m :	24,000	12,65	303,60
4.13	M	CIRCUITO TRIFÁSICO 5x4mm2			
		Total m :	22,000	17,70	389,40
4.14	U	BATERÍA AUTOMÁTICA DE CONDENSADORES 7,5 KVAR			
		Total u :	1,000	874,00	874,00
Total Presupuesto parcial nº 4 Instalación eléctrica :					14.530,03

Presupuesto parcial nº 5 Plantación

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
5.1 Actuaciones previas					
5.1	Ha	ESTERCOLADO DE FONDO			
		Total Ha :	38,900	1.007,78	39.202,64
5.2	Ha	DESFONDE TERRENO SUELTO			
		Total Ha :	38,900	146,93	5.715,58
5.3	Ha	FERTILIZACIÓN ABONADO DE FONDO			
		Total Ha :	38,900	849,52	33.046,33
5.4	Ha	LABOREO MECÁN.DEL TERRENO C/ CULTIVADOR			
		Total Ha :	38,900	120,23	4.676,95
5.5	Ha	UNIDAD DE REPLANTEO POR HA			
		Total Ha :	38,900	24,23	942,55
Total 5.1 Actuaciones previas					83.584,05

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
5.2 Plantación						
5.6	U	PRUNUS DULCIS MARDÍA+ROOTPAC 40, 1 AÑO INJERTO				
			Total u :	5.967,000	6,77	40.396,59
5.7	U	PRUNUS DULCIS PENTA+ROOTPAC 40, 1 AÑO INJERTO				
			Total u :	5.727,000	6,77	38.771,79
5.8	Ha	PLANTACIÓN C/ ARADO PLANTADOR				
			Total Ha :	38,900	218,61	8.503,93
Total 5.2 Plantación						87.672,31
5.9	U	TUBO PROTEC.PLANTA JOVEN h=60 cm.				
			Total u :	11.576,000	1,48	17.132,48
5.10	U	ENTUTORADO PLANTONES C/BAMBÚ 1,50 m.				
			Total u :	11.576,000	0,73	8.450,48
5.11	Ha	REVISIÓN GENERAL				
			Total Ha :	38,900	45,94	1.787,07
5.12	Ha	PODA DE PLANTACIÓN				
			Total Ha :	38,900	108,95	4.238,16
Total Presupuesto parcial nº 5 Plantación :						202.864,55

Presupuesto parcial nº 6 Maquinaria y equipos

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
6.1	Ud	ATOMIZADOR NEUMÁTICO ARRASTRADO DE 2000 L				
			Total ud :	1,000	4.593,30	4.593,30
6.2	Ud	PULVERIZADOR HIDRÁULICO DE 600 L				
			Total ud :	1,000	3.254,14	3.254,14
6.3	Ud	TRACTOR AGRÍCOLA DE 110 CV				
			Total ud :	1,000	56.426,68	56.426,68
6.4	Ud	EQUIPO DE PODA NEUMÁTICO				
			Total ud :	1,000	1.911,68	1.911,68
6.5	Ud	TRITURADORA-DESBROZADORA				
			Total ud :	1,000	1.898,29	1.898,29
Total Presupuesto parcial nº 6 Maquinaria y equipos :						68.084,09

Presupuesto parcial nº 7 Seguridad y salud

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
7.1	Ud	PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD			
			Total ud :	1,000	3.665,67
			Total Presupuesto parcial nº 7 Seguridad y salud :		3.665,67

4. Presupuesto general y resumen de presupuestos

Capítulo		Importe (€)
1 Caseta de riego		6.702,92
2 Cabezal de riego		20.061,33
3 Instalación de riego		232.470,94
4 Instalación eléctrica		14.530,03
5 Plantación		202.864,55
6 Maquinaria y equipos		68.084,09
7 Seguridad y salud		3.665,67
Presupuesto de ejecución material (PEM)		548.379,53
16% de gastos generales		87.740,72
6% de beneficio industrial		32.902,77
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)		669.023,03
21% IVA		140.494,84
Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)		809.517,86
Honorarios		
Proyecto	2% s/ PEM	10.967,59
21% IVA		2.303,19
TOTAL HONORARIOS PROYECTO		13.270,78
Dirección de obra	2% s/ PEM	10.967,59
21% IVA		2.303,19
TOTAL HONORARIOS DIRECCIÓN		13.270,78
Estudio de seguridad y salud	1% s/ PEM	5.483,80
21% IVA		1.151,59
Coordinación de seguridad y salud	1% s/ PEM	5.483,80
21% IVA		1.151,59
TOTAL HONORARIOS ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD		13.270,78
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		849.330,20

Asciende el presupuesto general con IVA a la expresada cantidad de OCHOCIENTOS CUARENTA Y NUEVE MIL TRESCIENTOS TREINTA EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS.

En Palencia, octubre de 2016

Fdo.: Ignacio Prieto Tejedor

Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural