



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL

**Proyecto de plantación de pistachos en regadío en el término
municipal de Villasexmir (Valladolid).**

Alumna: Virginia Fernández Negro

Tutor: Juan José Mazón Nieto de Cossío

Cotutor: Jorge Martín García

Septiembre 2024

DOCUMENTO 1: MEMORIA

ÍNDICE MEMORIA

1. Objeto del proyecto.....	6
1.1. Naturaleza del proyecto	6
1.2. Emplazamiento	6
1.3. Agentes	7
2. Antecedentes.....	7
2.1. Motivación	7
2.2. Estudios previos	7
3. Bases del proyecto	8
3.1. Directrices.....	8
3.1.1. Finalidad.....	8
3.1.2. Condicionantes del promotor.....	8
3.2. Condicionantes del proyecto.....	8
3.2.1. Condicionantes internos	8
3.2.1.1. Clima	8
3.2.1.2. Suelo	10
3.2.1.3. Agua de riego	11
3.2.2. Condicionantes externos	12
3.2.2.1. Comercialización	12
3.2.2.2. Materias primas	12
3.2.2.3. Situación actual	13
4. Estudio de alternativas.....	14
4.1. Identificación de las alternativas	14
4.2. Factores condicionantes	14
4.3. Evaluación de alternativas	14
4.3.1. Especie	15
4.3.2. Variedad.....	15
4.3.3. Portainjerto.....	15
4.3.4. Diseño de plantación.....	15
4.3.5. Técnicas de cultivo	16
5. Ingeniería del proyecto	17
5.1. Ingeniería del proceso	17
5.1.1. Preparación del terreno	17
5.1.2. Poda.....	18
5.1.3. Diseño agronómico del riego.....	18
5.1.4. Fertilización	19

5.1.5.	Mantenimiento del suelo.....	19
5.1.6.	Polinización	20
5.1.7.	Tratamientos fitosanitarios.....	20
5.1.8.	Recolección.....	21
5.1.9.	Maquinaria y equipos	22
5.2.	Ingeniería de las obras	23
5.2.1.	Caseta de riego	23
5.2.2.	Instalación de riego	23
5.2.2.1.	Goteros	23
5.2.2.2.	Diseño de las subunidades de riego	24
5.2.2.3.	Ramales portagoteros	24
5.2.2.4.	Tuberías terciarias.....	24
5.2.2.5.	Tubería principal.....	24
5.2.2.6.	Cabezal de riego	24
5.2.2.7.	Valvulería y accesorios.....	25
5.2.3.	Instalación eléctrica	26
5.2.3.1.	Transformador.....	26
5.2.3.2.	Línea general de alimentación.....	26
5.2.3.3.	Caja de protección y medida	26
5.2.3.4.	Derivación individual.....	26
5.2.3.5.	Cuadro general de mando y protección (CGMP)	26
5.2.3.6.	Instalación interior	27
5.2.3.7.	Toma de tierra	27
6.	Programa de ejecución y puesta en marcha del proyecto.....	27
7.	Normas para la explotación del proyecto	28
7.1.	Productos fitosanitarios.....	28
7.2.	Productos fertilizantes.....	29
7.3.	Maquinaria y equipos.....	29
8.	Evaluación ambiental.....	29
9.	Evaluación económica del proyecto.....	29
10.	Resumen del presupuesto	30

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Cuadro resumen mensual de temperaturas (°C).	9
Tabla 2. Características físico-químicas del suelo.	10
Tabla 3. Resultados del análisis del agua de riego.	11
Tabla 4. Resumen del diseño agronómico del riego.....	19
Tabla 5. Resumen de los tratamientos fitosanitarios.	21
Tabla 6. Maquinaria propia y alquilada que se utiliza en la explotación.	22
Tabla 7. Resumen de las características de las tuberías terciarias.	24
Tabla 8. Actividades del proceso productivo y su duración.	28

ÍNDICE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Emplazamiento de la parcela.....	7
---	---

1. Objeto del proyecto

1.1. Naturaleza del proyecto

El objeto del proyecto es establecer una plantación de pistachos con sistema de regadío por goteo en el término municipal de Villasexmí (Valladolid). La superficie productiva de la plantación va a ser de 4.5 hectáreas. Para las variedades de pistacho, se ha escogido KERMAN como la variedad hembra y PETER como la variedad macho, son las que mejor se adecuan a la zona, debido a que su época de floración es tardía, lo que hace posible poder evitar las posibles heladas primaverales de la zona. Son de elevada producción.

El sistema de formación de los árboles es el de vaso por pisos o *Gobelet*, ya que facilita un buen desarrollo del árbol y la mecanización del cultivo. Este tipo de formación se adapta muy bien a diferentes vigores, estos árboles presentan un buen equilibrio estructural, facilitando la entrada de luz y aire. El sistema de riego por goteo elegido permitirá cubrir en todo momento las necesidades hídricas de los árboles y aumentar su producción.

El proyecto incluye la construcción de una caseta de riego donde irán ubicadas las bombas, el cabezal de riego y los depósitos para la fertirrigación, así como cualquier otro elemento necesario para llevar a cabo el riego de la plantación.

1.2. Emplazamiento

La parcela donde se va a llevar a cabo la plantación de pistachos está situada en el término municipal de Villasexmí, situado en la provincia de Valladolid. La finca que se va a utilizar se sitúa en el polígono 3, parcela 657, con 4.5 Ha de superficie a cultivar.

Datos sobre el municipio de Villasexmí:

- Latitud: 41° 38' 21" N
- Longitud: 5° 3' 56" O
- Altitud sobre el nivel del mar: 724 m

El acceso a la finca se encuentra situada a 33.1 km de Valladolid y a 21.6 km de Tordesillas, se accede desde la autovía A6, dirección La Coruña, después habrá que desviarse por la carretera comarcal VP-5603 hasta llegar al municipio de Villasexmí.



Ilustración 1. Emplazamiento de la parcela.

1.3. Agentes

Promotor: Jesús Ángel Fernández Paniagua.

Proyectista: Virginia Fernández Negro, alumna del Grado de Ingeniería Agrícola y del Medio Rural en la universidad de Valladolid.

Director de obra: Virginia Fernández Negro.

2. Antecedentes

2.1. Motivación

Se decide llevar a cabo este proyecto con el fin de introducir poco a poco en la explotación agrícola, el cultivo de árboles frutales en regadío, ya que la explotación es principalmente de siembra de cereales y leguminosas en secano. Con ello, se pretende crear una alternativa al cultivo de secano original y así con el tiempo poder introducir mayor cultivo de árboles frutales.

2.2. Estudios previos

Para la realización del proyecto se han llevado a cabo los siguientes estudios sobre la finca que permiten garantizar la viabilidad del proyecto. Estos estudios quedan reflejados en el Anejo I. Condicionantes.

- Estudio climatológico: se han analizado los posibles accidentes meteorológicos que podrían producirse o las necesidades hídricas de la plantación. El clima es el dato más importante a la hora de realizar una plantación de frutales pues será el principal condicionante.
- Estudio edafológico: se pretende conocer las propiedades del suelo que van a tener gran importancia en el manejo, desarrollo y producción de la plantación. De este modo se conoce la idoneidad del mismo para sustentar el cultivo y su correcto desarrollo.

- Análisis del agua de riego: con los resultados obtenidos se han evaluado los llamados Índices de Primer Grado, Índices de Segundo Grado, Normas Combinadas, así como la calidad del agua de riego para el suelo de la parcela.
- Estudio de comercialización del pistacho: se estudia la rentabilidad del proyecto viéndose que aunque tarda en producir dinero una vez empezamos son unos de los cultivos más rentables actualmente.

Además, se ha realizado un estudio de impacto ambiental, localizado en el Anejo XIII. Impacto ambiental, con el fin de determinar las posibles alteraciones que se puedan ocasionar en el terreno tras la implantación del proyecto.

3. Bases del proyecto

3.1. Directrices

3.1.1. Finalidad

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

3.1.2. Condicionantes del promotor

El promotor busca establecer una plantación frutal, con una serie de condiciones sobre el proyecto:

- Con el fin de incrementar la rentabilidad de la parcela.
- Un plazo de recuperación breve.
- Optimizar el uso de recursos, maquinaria y herramientas ya disponibles en la explotación.
- Asegurar un tiempo de recuperación lo más breve posible, cumpliendo además con todas las normativas fitosanitarias.

Para ello, se va a realizar un estudio de alternativas, para valorar que especie es la que más se adapta a las condiciones del promotor y del proyecto.

3.2. Condicionantes del proyecto

3.2.1. Condicionantes internos

3.2.1.1. Clima

Para realizar el estudio de climatología se han utilizado los observatorios termopluiométrico de Castromonte (La Santa Espina), (Valladolid) y el observatorio de Villanubla (Valladolid).

Elementos climáticos térmicos

El clima es el factor más importante para determinar la viabilidad de los cultivos en función de su localización. En el caso del pistacho, interesan variedades de floración

tardía, además de que los inviernos sean fríos y húmedos y los veranos secos y calurosos.

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

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGS	SEP	OCT	NOV	DIC
Ta	17.0	21.5	25.0	28.0	32.5	37.5	38.5	37.5	36.0	30.0	22.0	25.8
T'a	14.2	17.0	21.4	24.4	28.7	33.0	35.1	35.0	30.9	25.0	19.0	15.2
T	8.5	11.3	14.9	16.9	20.9	25.8	29.3	28.9	24.3	18.7	12.5	9.9
tm	3.7	4.9	7.6	9.9	13.4	17.4	20.1	19.8	16.1	12.0	7.1	4.9
t	-1.1	-1.7	0.2	2.7	5.8	9.0	10.9	10.7	7.8	5.2	1.7	-0.2
t'a	-8.6	-8.3	-6.9	-3.5	-0.9	2.8	5.4	5.0	1.6	-2.6	-5.3	-8.2
ta	-12.5	-14.0	-15.0	-7.5	-4.0	-3.8	0.5	2.0	-2.1	-6.0	-10.5	-15.0

Elementos climáticos hídricos

El análisis detallado de las precipitaciones en la zona es crucial para decidir si es necesario implementar un sistema de riego en la plantación. Con una precipitación media anual de 468.4 mm, y los meses más lluviosos concentrados en octubre, noviembre y diciembre, es evidente que la distribución de las lluvias no coincide con los periodos de máxima demanda hídrica del cultivo. Esto hace insuficiente la disponibilidad de agua solo a partir de las precipitaciones naturales, especialmente durante los meses más secos.

Por lo tanto, es imprescindible la instalación de un sistema de riego que permita complementar las lluvias, asegurando un suministro adecuado de agua durante todo el ciclo del cultivo y optimizando así la producción. Además, un sistema de riego eficiente no solo mejoraría el rendimiento de la plantación, sino que también permitiría un control más preciso sobre el suministro de agua, adaptándose a las necesidades específicas del cultivo en cada fase de su desarrollo.

Elementos climáticos secundarios

Los elementos climáticos secundarios como la radiación solar, el viento, el granizo no representan ningún inconveniente para el cultivo frutal. El granizo es el elemento climático que puede generar mayores problemas 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.

Conclusión

Tras los análisis realizados, concluimos que el cultivo puede adaptarse a los diferentes factores climatológicos, sin que supongan graves problemas, siempre que se tenga en

cuenta una variedad de pistacho tardía y un sistema de riego, para maximizar la producción.

3.2.1.2. Suelo

Los resultados de los análisis del suelo de la parcela objeto de estudio se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Características físico-químicas del suelo.

Parámetros	Resultado	Valoración
Profundidad	1.5 metros	Sin problema
Arena	79.4%	Alto
Limo	10.6%	Bajo
Arcilla	10%	Bajo
Textura	-	Franco-Arenoso
pH	8.4	Alcalino
Conductividad eléctrica (CE)	0.13 mmhos/cm	No salino
Materia orgánica	2.92%	Medio
Carbonatos	3%	Bajo
Caliza activa	4.50%	Bajo
Fósforo	127 ppm	Alto
Potasio	791 ppm	Alto
Calcio	4125 ppm	Muy alto
Magnesio	324 ppm	Alto
Sodio	30 ppm	Bajo

El suelo presenta unas características físico-químicas adecuadas para el cultivo del pistacho. Tanto la profundidad, como la textura del suelo no va a presentar ningún tipo de problema para el cultivo.

El portainjerto que se utilizará en la explotación se va a elegir teniendo en cuenta la textura franco-arenosa del suelo, para que no se produzca asfixia radicular y la producción de pistacho no se vea afectada.

En relación a las características químicas, no presenta problemas en cuanto a la salinidad y la alcalinidad. El pH de nuestro suelo se encuentra en el rango de pH óptimo para el cultivo del pistacho al ser un pH de 8.4. Por todo ello no se esperan problemas de ninguna índole en relación a estos aspectos.

3.2.1.3. Agua de riego

El agua de riego que se va a utilizar en la plantación proviene de un pozo localizado en la finca donde se va a implantar el proyecto. Se trata de un pozo de sondeo. Se ha realizado una muestra del agua de riego para comprobar sus características. Los resultados obtenidos de la muestra se representan a continuación en la tabla 3.

Tabla 3. Resultados del análisis del agua de riego.

Parámetro	Resultado
CE	0.69 mmhos/cm
pH	8.02
Bicarbonatos	4.66 meq/L
Carbonatos	0.167 meq/L
Cloruros	3.66 meq/L
Sulfatos	3.8 meq/L
Nitratos	0.398 meq/L
Nitritos	0.001 meq/L
Magnesio	3.15 meq/L
Calcio	3.87 meq/L
Sodio	4.5 meq/L
Potasio	0.184 meq/L
RAS	2.38
Clasificación	C2S1

El suministro de agua no representará ningún inconveniente en las diversas actividades del proceso productivo de la plantación, tanto para el riego como para otras necesidades específicas incluidas en este proyecto. La finca cuenta con agua de buena calidad, adecuada para riego, por lo que no se prevé ningún problema en su uso.

Además, los análisis previos confirman que el recurso hídrico disponible cumple con los estándares requeridos para garantizar un crecimiento óptimo de los cultivos. Se implementarán medidas de eficiencia en el uso del agua, asegurando su aprovechamiento sostenible durante todo el ciclo de producción.

3.2.2. Condicionantes externos

3.2.2.1. Comercialización

La situación actual del mercado es favorable para el establecimiento de plantaciones de pistacho, debido a que el precio del pistacho hace atractivo este cultivo, su rendimiento por hectárea en ingresos. En plantaciones de secano en España, la producción media durante los primeros años de cultivo varía entre 800-1500 kg/ha, con una media de producción neta de 1000 kg/ha. Mientras que en las plantaciones de regadío, se establece una media productiva, a partir del décimo año de cultivo, de 1900 kg/ha.

Actualmente, en España existen diversas plantas dedicadas al procesado del pistacho. El pistacho nacional se destaca en el mercado por ser el mejor valorado, en gran parte debido a su sabor único y a sus propiedades organolépticas, que lo diferencian de los pistachos de otros países.

Además, la demanda del pistacho español ha aumentado considerablemente, lo que ha impulsado su reconocimiento tanto a nivel nacional como internacional. Esto ha generado un crecimiento en la capacidad de procesamiento y una mayor valorización del producto local en comparación con otras variedades importadas.

La comercialización del pistacho se hará en diferentes formatos y canales de distribución, pistachos con cáscara o en grano, para aprovechar los recursos disponibles y así obtener el máximo beneficio y aprovechamiento del producto. El pistacho en cáscara se suele vender a tostaderos en España, o a distribuidores europeos. Por otro lado, el grano se vende a empresas de la industria de la transformación, para realizar dulces u otros tipos de alimentos que incluyan el pistacho, además de aceites y cosmética.

3.2.2.2. Materias primas

La zona designada para la plantación destaca por su fuerte enfoque en la agricultura, con una presencia ganadera mucho más reducida. Esta orientación agrícola ha propiciado un entorno favorable con una abundante oferta de empresas que suministran fertilizantes y productos fitosanitarios. Esto no solo asegura un acceso constante y eficiente a los insumos necesarios para el cultivo, sino que también facilita la disponibilidad de recursos especializados para optimizar la producción agrícola en la región.

Asimismo, la proximidad de talleres especializados en la venta y reparación de maquinaria agrícola y otros suministros esenciales garantiza que los recursos y servicios necesarios para la operación de la plantación estarán siempre al alcance, minimizando posibles interrupciones en las labores productivas.

3.2.2.3. Situación actual

La parcela objeto de estudio forma parte de una explotación de 350 hectáreas de secano, en propiedad del promotor. La parcela tiene un pozo habilitado para la obtención de agua, aunque en la explotación actual no se utiliza, ya que los cultivos que se siembran son de secano.

La explotación actual tiene una maquinaria básica para realizar todas las labores necesarias en los cultivos, como la siembra, tratamientos de abonado y herbicidas y la posterior cosecha. Las máquinas con las que cuenta son, entre otras; tractores, máquina de abonado, máquina de herbicida, máquina de siembra directa, remolques...

Actualmente, la parcela se dedica al cultivo de cereales y leguminosas de secano, se hace llevando a cabo una rotación de cultivos de trigo/cebada/lentejas/trigo. Esta rotación interrumpe los ciclos de plagas y enfermedades, y diversifica la producción, evitando que las enfermedades perpetúen en el tiempo.

Las labores en los cultivos de cebada y trigo son muy similares. En el caso de la cebada, generalmente se siembra la variedad "Meseta" a finales de noviembre o principios de diciembre, utilizando el método de siembra directa. Posteriormente, se pasa el rodillo y se fertiliza la parcela con 350 kg/Ha de 8-15-15 y 250 kg/Ha de NAC 27% (amonitro). Los herbicidas aplicados incluyen aquellos efectivos contra hoja ancha, como el bromo, y productos que contienen flufenacet (GRUPO HRAC K3) y diflufenican, en una dosis de 0,5 L/Ha. Aunque rara vez es necesario, en ocasiones se trata la avena como mala hierba. El uso de insecticidas y fungicidas es opcional, y no se ha requerido en los últimos años. La cosecha se lleva a cabo a principios de julio, cuando el grano está completamente seco.

Para el trigo, la siembra directa se realiza a principios de noviembre con la variedad "Craklin", seguida del paso del rodillo. El abonado es el mismo que en la cebada, aplicando 350 kg/Ha de 8-15-15 y 250 kg/Ha de NAC 27%. Los tratamientos herbicidas incluyen la aplicación de Clodinafop-propargil (20% p/p) y Piroxsulam (7,5% p/p) en dosis de 250 g/Ha como herbicida de post-emergencia; Metribuzina con una dosis de 100 g/Ha en pre o post-emergencia; y Florasulam con una dosis de 100 cm³/Ha en post-emergencia. Luego se añade un fungicida con una dosis de 1 L/Ha y un insecticida con una dosis de 250 cm³/Ha. La cosecha, al igual que en la cebada, se realiza a principios de julio cuando el grano está completamente seco.

En cuanto al cultivo de lentejas, se siembra de manera directa la variedad "Pardina" con IGP de Tierra de Campos entre el 20 de febrero y el 10 de marzo, seguida de un paso de rodillo. No se realiza ninguna fertilización en este caso. Los herbicidas utilizados

incluyen Clethodim en post-emergencia a una dosis de 1 L/Ha, y se aplica un insecticida con lambda-cihalotrina para combatir el gorgojo y el pulgón verde, siguiendo las recomendaciones del Instituto Técnico y de Gestión Agrícola (ITG), con una dosis de 0,075 cm³/Ha. La cosecha de las lentejas se realiza entre finales de julio y principios de agosto.

Previo a la siembra de estos cultivos, se aplica un herbicida total (Glifosato) a una dosis de 0,5 L/Ha en los tres cultivos. En el caso de las lentejas, esta aplicación puede repetirse en diciembre y febrero, antes de la siembra.

Después de la cosecha de este año, el propietario de la parcela, que también es el promotor del proyecto, ha decidido establecer una plantación de pistachos, con la intención de incrementar la rentabilidad de la finca.

El beneficio medio de la parcela con la rotación descrita anteriormente es de 2907.28 € anuales, por lo que se estima que con el cultivo del pistacho la rentabilidad económica se pueda mejorar notablemente.

4. Estudio de alternativas

4.1. Identificación de las alternativas

El estudio de alternativas previo a la ejecución del proyecto permite facilitar la toma de decisiones con respecto a la transformación que se pretende realizar en la parcela, por lo que se consideran como elementos que pueden generar alternativas los siguientes:

- Especie
- Variedad
- Portainjerto
- Diseño de plantación
- Técnicas de cultivo

4.2. Factores condicionantes

El condicionante más relevante para el establecimiento de la plantación es el clima de la zona, ya que es crucial evitar cultivos o variedades que florezcan antes de abril para minimizar el riesgo de daños por heladas primaverales. Las condiciones físicas y químicas del suelo son adecuadas para el cultivo del pistacho.

El agua destinada al riego de la plantación no impondrá restricciones significativas a la elección de las variedades o cultivos. Además, el contexto de comercialización actual es favorable para el cultivo del pistacho, con precios elevados y una demanda en constante crecimiento, lo que refuerza la viabilidad económica del proyecto. También es importante tener en cuenta que el mercado del pistacho, en expansión, ofrece una excelente oportunidad de rentabilidad a largo plazo.

4.3. Evaluación de alternativas

La elección de cada una de las alternativas se realiza mediante un análisis multicriterio en el que se tiene en cuenta distintos criterios de valor.

4.3.1. Especie

La especie que se va a utilizar para la plantación es el pistacho. Cuenta con diversos patrones y portainjertos que lo hacen adaptable a un amplio rango de terrenos, así como al clima de la zona, ya que también existen variedades tardías que retrasen la floración y así minimizan las pérdidas por heladas primaverales

4.3.2. Variedad

Para las variedades de pistacho se ha escogido la variedad hembra KERMAN, ya que se ha tenido en cuenta su floración tardía, para evitar las posibles heladas primaverales y así obtener un fruto de calidad, ya que es la más demandada por el tamaño de sus frutos y la blancura de su cáscara. Es la variedad más utilizada en España por sus buenos resultados en cuanto a calidad, ya que ofrece todas las características necesarias.

En el caso de la variedad macho, se ha escogido la variedad PETER por ser compatible con Kerman genéticamente, además, es la que se adecua a la época de floración tardía de la variedad hembra. Tiene una alta producción de polen, lo que aumenta las probabilidades de que la polinización sea exitosa. También es una variedad que se adapta a diversas condiciones de cultivo y tiene buena resistencia a enfermedades.

4.3.3. Portainjerto

El portainjerto elegido ha sido UCB I, que es una hibridación de polinización entre un árbol seleccionado femenino de *P. atlantica* y otro masculino de *P. Integerrima*. Este patrón se caracteriza por una perfecta compatibilidad con todas las variedades de pistacho. Este portainjerto se suele seleccionar por el vigor que proporciona a la planta y la resistencia a la verticilosis. Estas cualidades, junto a su buen desarrollo radicular, asegura un buen prendimiento inicial del árbol, y un correcto desarrollo durante su etapa de crecimiento

4.3.4. Diseño de plantación

El diseño que se colocará en la plantación será la disposición rectangular, debido a que se adapta muy bien a los terrenos llanos. Esta disposición permite una mayor aireación de los árboles y tienen más exposición a la luz solar. Además, por las calles de esta disposición la maquinaria tiene fácil el acceso.

El marco de plantación en regadío de la parcela será de 6 metros entre árboles y 5 metros entre calles, obteniendo alrededor de 333 árboles por hectárea, con este marco se consigue una anchura de calles adecuada para el paso de la maquinaria, la recolección, además de permitir una buena iluminación y aireación. El potencial productivo que se alcanza es notablemente elevado, y la inversión inicial requerida es relativamente baja, lo que resulta en una mayor rentabilidad del cultivo.

La orientación de las filas de la parcela será noroeste-sureste, lo que proporciona una mayor radiación solar, y contribuye a una maduración de los frutos más rápida, así como a una disminución de la humedad ambiental, aprovechando lo máximo posible el terreno.

Se deben plantar alrededor de 30 polinizadores por hectárea, colocados en contra del viento dominante. Hay que mezclar ordenadamente los polinizadores en la plantación, de manera que no haya ningún árbol femenino, a más de 15 metros de un polinizador. En primer lugar, se colocarán los polinizadores, y a continuación, las variedades productivas.

4.3.5. Técnicas de cultivo

El sistema de conducción que se va a llevar a cabo en la parcela es de vaso por pisos o *Gobelet*, ya que es más idóneo para las futuras poda y recolección. Facilita el buen desarrollo del árbol y la mecanización del cultivo. Este tipo de formación se adapta muy bien a diferentes vigores, estos árboles presentan un buen equilibrio estructural, facilitando la entrada de luz y aire.

La poda tiene como objetivo desarrollar las ramificaciones adecuadas considerando la dominancia apical de la especie. En los primeros cinco años, se enfoca en formar el árbol, estableciendo su estructura básica. Durante este proceso, es fundamental tener en cuenta características como la vecería y la dominancia apical. Posteriormente, se realiza la poda de fructificación, cuyo propósito es mantener la forma del árbol y mejorar su productividad.

Tras analizar las alternativas, se establece el riego por goteo ya que tiene una mayor eficiencia en el uso del agua que otros sistemas de riego, permite la fertirrigación y la automatización total del riego, mejora la disponibilidad de agua en el suelo y mejora la absorción de nutrientes aplicados mediante este sistema. A su vez, se elige un sistema de goteo enterrado, ya que aunque la inversión inicial es mayor, proporciona mayores ventajas a largo plazo, facilitando el manejo de la plantación.

La opción escogida para el mantenimiento del suelo de la plantación es la cubierta vegetal. Se establecerá a partir del tercer año de crecimiento, cuando el árbol haya desarrollado correctamente su sistema radicular. Debido a que en los primeros años es preferible mantener el suelo libre de vegetación, para evitar la competencia por nutrientes y agua. Este sistema protege el suelo de la compactación, reduce la erosión y a su vez permite el paso de la maquinaria, además es un método fácil rápido y económico para el mantenimiento del suelo.

Para la recolección del pistacho se utilizará el sistema de vibradora con paraguas. Cuando el depósito del paraguas de la vibradora está lleno, la vibradora descarga en una carreta aparcada en su área de acción. Este sistema se adapta bien a la disposición y densidad de la plantación. Tiene unos requerimientos bajos de mano de obra y cumple con la con los objetivos de mecanización que se pretenden conseguir. Además, se obtienen unos frutos de buena calidad y reduce la transmisión de enfermedades.

5. Ingeniería del proyecto

5.1. Ingeniería del proceso

Las labores requeridas para el establecimiento de la plantación en estudio, así como su sistema de manejo y explotación, se detallan a continuación.

5.1.1. Preparación del terreno

Para asegurar una adecuada preparación del terreno, es esencial realizar una serie de labores previas destinadas a corregir posibles problemas edafológicos del suelo. Estas tareas mejoran la permeabilidad, eliminan raíces y vegetación espontánea, movilizan las reservas de nutrientes y facilitan el desarrollo de las raíces de las plantas que se van a establecer.

En la parcela en cuestión, no se requiere nivelación adicional, ya que se considera que el terreno está suficientemente nivelado. Sin embargo, es crucial que las labores que se realicen sean precisas y rigurosas, ya que de ellas depende el correcto establecimiento y desarrollo de los árboles.

Las labores a realizar incluyen el uso de un subsolador cruzado para preparar el terreno en profundidad. También se realizarán labores secundarias con un cultivador, que allanará y afinará la capa superficial del terreno, efectuando dos pases cruzados a una profundidad de 15-20 cm para dejar el terreno liso y listo para la plantación.

Previo a la plantación, se instalará un sistema de riego enterrado con tuberías principales y secundarias. Se abrirá una zanja para colocar dicho sistema de riego, de manera mecánica, asegurando una profundidad adecuada para proteger las tuberías de posibles daños superficiales. Es importante realizar un riego post-plantación en las primeras 48 horas para asegurar un buen arraigo de la planta y compactar el terreno alrededor del árbol, facilitando el despliegue radicular fuera del cepellón. La dosis recomendada es de aproximadamente 30 L/árbol para una planta injertada.

Los hoyos se abrirán de manera mecánica utilizando una retroexcavadora. Estos se realizarán en los puntos previamente señalados y tendrán una profundidad y anchura aproximadas al doble del tamaño del cepellón de los portainjertos. Esta operación debe realizarse pocos días antes de la plantación para garantizar la frescura del suelo. Las plantas seleccionadas deben tener entre una y dos savias. En el caso de plantas con dos savias, es fundamental que el sistema radicular no sobresalga más allá del cepellón de tierra. Si las raíces han comenzado a enrollarse, es recomendable desenrollarlas cuidadosamente antes de la plantación.

Durante la plantación, se aconseja enterrar la planta unos dos o tres centímetros por encima del nivel del cepellón. Posteriormente, se compactará el suelo alrededor de la planta, pisándolo suavemente para aumentar el aislamiento del sistema radicular frente a posibles bajas temperaturas.

En la primavera posterior a la plantación, se debe realizar la reposición de marras, teniendo en cuenta que durante esta estación el crecimiento de las plantas será muy limitado, ya que estarán adaptándose al terreno.

5.1.2. Poda

La poda de formación en el cultivo del pistacho es clave para optimizar la recolección mecanizada y mejorar la rentabilidad del cultivo. Su objetivo principal es dotar al árbol de una estructura robusta que soporte tanto los golpes de la maquinaria como las inclemencias climáticas a lo largo de su vida productiva. Además, busca equilibrar la estructura del árbol en todas direcciones, lo que mejora la aireación y la penetración de luz, factores esenciales para la salud y productividad del cultivo.

Durante los primeros 4-6 años, se realiza la poda de formación, fundamental para establecer una base estructural sólida, necesaria para soportar el vibrado mecánico, el método común de recolección en este cultivo. Aunque esta poda puede retrasar la entrada en producción, es crucial para garantizar la calidad y cantidad de los frutos a largo plazo. La técnica utilizada es la poda en vaso por pisos, o *Gobelet*, la cual forma un árbol con una copa amplia y bien distribuida.

En los árboles masculinos, se despunta el brote principal a una altura de 2-2,30 metros hacia el final del invierno, con el fin de frenar el crecimiento vertical. Al inicio de la primavera, cuando las yemas comienzan a hincharse, se eliminan las situadas en los primeros 170-180 cm. En el caso de los árboles femeninos, el pinzamiento de la guía no se realiza hasta que alcanzan los 180 cm de altura, lo que asegura un buen desarrollo de la copa.

A partir del sexto año, se procede con la poda de producción o fructificación. Esta poda tiene como objetivos mantener el árbol dentro de los límites marcados por el diseño de la plantación, reducir la vecería para obtener producciones regulares, y maximizar la aireación e iluminación del árbol, lo cual mejora las condiciones sanitarias y estimula la renovación del árbol. Esta poda debe realizarse anualmente, de manera ligera, para fomentar la producción de madera nueva y, por ende, una fructificación más eficiente.

5.1.3. Diseño agronómico del riego

El ciclo vegetativo de las variedades de pistacho Kerman y Peter comienza en marzo y se extiende hasta la maduración de los frutos. Aunque el crecimiento vegetativo inicia en primavera, el riego no se implementa hasta mayo, ya que el suelo suele contener reservas suficientes de agua de las lluvias invernales. La recolección se realiza entre septiembre y octubre, y es recomendable aplicar un riego posterior para satisfacer las necesidades del árbol y apoyar la acumulación de reservas que beneficiarán la producción futura.

Durante los primeros años, el riego no debe aplicarse en su totalidad, ya que el desarrollo del árbol es limitado y no demanda la máxima cantidad de agua. Por lo tanto, se utiliza un factor de corrección que ajusta la cantidad de agua según la edad del árbol. En el primer año, se suministra solo el 30% de las necesidades hídricas calculadas, incrementándose en un 10% anual hasta que el árbol alcanza su pleno desarrollo en el octavo año, momento en el cual recibe el riego completo.

En la tabla 4, se muestra el resumen del diseño agronómico del riego para los diferentes años de la plantación.

Tabla 4. Resumen del diseño agronómico del riego.

		Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
1er año (30% Nt)	Nt (L/árbol*día)	19.66	36.68	43.86	37.06	24.96
	t (h/día)	1.12	2.08	2.49	2.11	1.42
2º año (40% Nt)	Nt (L/árbol*día)	26.22	48.91	58.49	49.41	33.28
	t (h/día)	1.49	2.78	3.32	2.81	1.89
3º año (50% Nt)	Nt (L/árbol*día)	32.78	61.14	73.11	61.77	41.60
	t (h/día)	1.86	3.47	4.15	3.51	2.36
4º año (60% Nt)	Nt (L/árbol*día)	39.33	73.36	87.73	74.12	49.91
	t (h/día)	2.23	4.17	4.98	4.21	2.84
5º año (70% Nt)	Nt (L/árbol*día)	45.89	85.59	102.35	86.47	58.23
	t (h/día)	2.61	4.86	5.82	4.91	3.31
6º año (80% Nt)	Nt (L/árbol*día)	52.44	97.82	116.98	98.82	66.55
	t (h/día)	2.98	5.56	6.65	5.61	3.78
7º año (90% Nt)	Nt (L/árbol*día)	58.99	110.04	131.60	111.18	74.87
	t (h/día)	3.35	6.25	7.48	6.32	4.25
8º año (100% Nt)	Nt (L/árbol*día)	65.55	122.27	146.22	123.53	83.19
	t (h/día)	3.72	6.95	8.31	7.02	4.73

5.1.4. Fertilización

En la plantación se va a realizar una fertilización mineral, así como una aplicación de ácidos húmicos y fúlvicos para mantener el nivel de la materia orgánica del suelo. Dicha fertilización se va a realizar a través de macronutrientes, como; nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio. Y de micronutrientes como son el hierro, el boro y el cobre.

Esta fertilización mineral por fertiirrigación conlleva las siguientes ventajas:

- Los nutrientes se aplican en el área humedecida, por lo que las raíces tienen un mejor acceso
- El control de la dosis es más preciso, lo que optimiza la eficacia.
- La aplicación se puede realizar en cualquier etapa del cultivo.
- Reduce los costes de mano de obra.
- Reduce la contaminación por la disminución de nutrientes en aguas subterráneas por el efecto lavado.

5.1.5. Mantenimiento del suelo

El mantenimiento del suelo se llevará a cabo mediante un método mixto que combina el uso de una cubierta vegetal en las calles de la plantación y la aplicación de herbicidas en las líneas de los árboles.

La cubierta vegetal tiene como objetivo reducir la escorrentía del agua, mejorar las propiedades del suelo al disminuir su compactación y erosión, y reducir la nitrificación. Además, actúa como control de las malas hierbas. Durante los dos primeros años de la plantación, el suelo se mantendrá libre de vegetación mediante la aplicación de herbicidas a finales de marzo.

Las especies vegetales recomendadas para la cubierta son *Vicia sativa*, *Pisum sativum*, *Avena spp*, *Secale cereale*, *Hordeum vulgare*. Estas se sembrarán como cubiertas vegetales temporales, garantizando que el suelo permanezca desnudo durante el período vegetativo y evitando así la competencia de las plantas por los nutrientes. La siembra se realizará anualmente, exceptuando los dos primeros años.

La estrategia consiste en alternar entre leguminosas, como *Vicia sativa* y *Pisum sativum*, que tienen la capacidad de fijar nitrógeno en el suelo y mejorar su calidad, y cereales, como *Avena spp*, *Secale cereale* y *Hordeum vulgare*, que ofrecen una cobertura rápida del suelo, combaten las malas hierbas, mejoran la estructura del suelo y aumentan su contenido de materia orgánica.

5.1.6. Polinización

La polinización de esta especie es anemófila, es decir, se lleva a cabo por el viento, sin ser necesaria la presencia de abejas, ya que solo son atraídas por las flores masculinas, lo que implicaría una importante pérdida de polen. Se lleva a cabo cuando las flores masculinas se abren y comienzan a soltar polen (estado fenológico F), para ello es necesario que las flores femeninas se encuentren en el estado fenológico D o E. El período máximo de recepción de polen por cada estigma es de 2 – 4 días.

En los bordes de las hileras, se deben colocar árboles femeninos, ya que son los que más productividad ofrecen al no competir con otros por el agua y los nutrientes. Esta distribución equivale a un 7% de árboles polinizadores, como se muestra en el croquis de la ilustración 3.

Durante el periodo de polinización efectiva influyen factores como la temperatura, modificando la velocidad de crecimiento del tubo polínico, lo que afecta a la actividad de los polinizadores; y la humedad, si es menor del 50% reduce la retención del grano de polen, y si es mayor del 90%, puede dificultar la liberación del polen.

En cada gramo de polen, puede haber más de diez millones de granos, de los que suelen depositarse en el estigma alrededor de 20. Una vez depositados, el polen se hidrata en menos de una hora y puede comenzar su germinación entre las 2 y 10 horas siguientes.

5.1.7. Tratamientos fitosanitarios

La defensa fitosanitaria de la plantación consiste en todos los métodos de lucha tanto preventiva como curativa, para evitar la invasión y proliferación de parásitos en una parcela de cultivo, y con ello, que lleguen a causar daños a las plantas cultivadas. Los dos aspectos que se deben tener en cuenta para afrontar la sanidad fitosanitaria son la identificación de los parásitos y la elección del sistema de defensa, lo que a su vez deriva en la elección del momento de actuación.

En Castilla y León, la baja incidencia de plagas y enfermedades se debe a veranos muy secos, largos y calurosos, mantenimiento en seco y producciones jóvenes. Sin embargo, hay algunas plagas y enfermedades que pueden afectar el cultivo en esta

área. Las plagas más comunes en la actualidad se manifiestan en forma de chinches, polillas de almacén, avispas, psilas, polilla gris, ácaros, gusano naranja, mariposa de banda oblicua, barrenador de la rama, barrenillo, escarabajo de raíz, saltador de hoja, cochinillas... Las enfermedades se pueden clasificar en dos grandes grupos, las causadas por hongos del suelo, o bien, las que se transmiten por el aire. Algunas enfermedades raras también son originadas por bacterias.

A continuación, en la tabla 5, se especifican los tratamientos fitosanitarios que se van a realizar en la plantación.

Tabla 5. Resumen de los tratamientos fitosanitarios.

Plaga o enfermedad	Materia activa	Dosis	Época
Chinches, Escarabajo de raíz, Clitra, Escarabajillo	Lambda cihalotrin 5%	1.10 L/ha	Marzo – abril
Polilla de almacén	Deltametrin	0.9 L/ha	Julio – agosto
Avispas	-	-	Final de verano
Ácaros	Aceite de parafina 83%	0.75 L/ha	Primavera
Barrenillo	-	-	Marzo – mayo
Cochinillas	Piriproxifen	0.65 L/ha	Principios de verano
Nemátodos	Etoprofos	0.5 L/ha	Primavera
Botriosfera Alternaria, Roya	Metil-tiofanato 50%	1 L/ha	Mediados de primavera
Verticilosis	Patrones resistentes	-	Estación de crecimiento
Alternaria, Septoria	Azoxistrobin	0.75 L/ha	Estación de crecimiento
Phytophthora	Metalaxil-M	1.5 L/ha	Estación de crecimiento
Armillaria	Metam sodio	1.5 L/ha	Estación de crecimiento

5.1.8. Recolección

La recolección del pistacho es una fase crítica del cultivo, ya que determina la calidad y el rendimiento de la cosecha. Debe comenzar cuando entre el 60% y el 70% de los frutos de un racimo se desprenden fácilmente de su cáscara. Los frutos deben estar completamente maduros, pero no excesivamente abiertos. Si la cosecha se realiza demasiado pronto, aumentará el porcentaje de frutos sin abrir y disminuirá el peso del grano. En cambio, retrasar la recolección incrementará el riesgo de daño por insectos y contaminación interna. Por lo tanto, la recolección debe efectuarse durante períodos secos para minimizar la posibilidad de contaminación por hongos debido a la humedad ambiental.

La recolección mecánica emplea maquinaria especializada para realizar la tarea de manera eficiente y rápida. En el caso de la parcela se utilizan los vibradores de paraguas, como se ha evaluado en el Anejo III. Estudio de las alternativas. Una vez

recolectados, los frutos se descargan en remolques y se trasladan a la nave para comenzar el proceso de pelado.

Este método ofrece múltiples ventajas: es rápido y eficiente, permite recolectar una mayor cantidad de frutos en menos tiempo, reduce significativamente los costos, minimiza el daño a los frutos durante la cosecha, y contribuye a una mejor calidad del producto final. Además, mejora la productividad y eficiencia del cultivo, y garantiza una mayor consistencia y calidad en los pistachos recolectados.

La recolección concluye cuando los frutos son retirados del árbol y transportados a la planta de procesamiento. Es un proceso crucial que requiere atención meticulosa para lograr una cosecha óptima en términos de calidad y rendimiento.

5.1.9. Maquinaria y equipos

Durante la vida útil de la plantación se van a utilizar diferentes tipos de maquinaria, por ello, en ocasiones será necesario alquilar de ciertas labores en vez de invertir en comprar toda la necesaria, ya que resulta más rentable, en otros caso, se utilizará la maquinaria propia de la explotación o se adquirirá de manera permanente. A continuación, en la tabla 6, se muestra la maquinaria que se va a utilizar en la explotación, tanto propia como alquilada.

Tabla 6. Maquinaria propia y alquilada que se utiliza en la explotación.

Maquinaria propia	Maquinaria alquilada
Tractor agrícola 165 CV (en propiedad)	Subsolador
Tractor agrícola 130 CV (en propiedad)	Equipo de plantación
Remolques de 14000 kg, 8000 kg y dos de 7000 kg (en propiedad)	Paraguas vibrador
Cultivador (en propiedad)	
Máquina de abono centrifuga suspendida (en propiedad)	
Pulverizador hidráulico suspendido (en propiedad)	
Pulverizador mochila (en propiedad)	
Atomizador (adquirido)	
Procesador de ramas y troncos (adquirido)	

5.2. Ingeniería de las obras

5.2.1. Caseta de riego

Se va a realizar la construcción de una caseta de riego de 28 m² de superficie con unas dimensiones exteriores de 7 metros de longitud y 4 metros de luz.

La cimentación de la caseta de riego va a consistir en una losa de hormigón armado HA-25/P/20/I, de 25 N/mm² y acero corrugado B -500-S, con unas dimensiones de 7.00 x 4.00 x 0.20 m. Se van a usar cerramientos de bloques huecos de hormigón blanco de dimensiones 40 x 20 x 15 cm.

La cubierta va a estar formada por panel de chapa de acero con dos láminas prelacadas de 0.5 mm., con núcleo de poliestireno expandido de 20 kg/m³, con un espesor total de 40 mm. La pendiente de la cubierta va a ser del 15%.

La puerta de acceso va a ser corredera sin dintel, accionada manualmente, formada por una hoja construida con zócalo de chapa plegada de acero galvanizado de 0.8 mm, con unas dimensiones de 5.00 x 2.50 m. Las rejillas de ventilación serán dos con unas dimensiones de 1.80 x 0.33 m.

Se van a instalar dos ventanas correderas de 2 hojas de aluminio anodizado en color natural, de 200 x 100 cm, y doble acristalamiento estándar de 4 mm de espesor, para su correcta iluminación y ventilación.

El objetivo de la caseta es guardar en su interior el equipo de bombeo, el cabezal de riego y los diferentes depósitos de fertilizantes para la fertirrigación, así como para protegerlos de los factores atmosféricos. Se van a instalar cuatro depósitos, con una capacidad de 1000 L cada uno, referido a superficie, ocupan 1 m² cada uno.

El espacio que se necesita para los elementos mencionados es de aproximadamente 10 m². Además, para facilitar las tareas de trabajo y maniobras, se destinarán 10 m² a mayores.

5.2.2. Instalación de riego

El agua de riego provendrá del pozo existente en la finca, que tiene un caudal de 35 l/s a una profundidad de 70 metros, y está completamente autorizado por la Confederación Hidrográfica del Duero (CHD). Tanto la gestión como el mantenimiento de la instalación serán completamente automatizados para lograr una mayor eficiencia.

Se instalarán los dispositivos de fertilización necesarios para llevar a cabo la fertirrigación y cubrir las necesidades de la plantación.

5.2.2.1. Goteros

Se van a emplear goteros autocompensantes de 2.20 L/h, ya que mantienen un caudal constante independientemente de las variaciones de presión. Los emisores se van a instalar sobre la tubería en un orificio practicado previamente en la misma. Son autolimpiantes y distribuyen el agua por una sola salida.

5.2.2.2. Diseño de las subunidades de riego

La parcela objeto del proyecto se va a dividir en 2 subunidades de riego. Cada subunidad de riego irá alimentada por una tubería terciaria, y éstas a su vez por la tubería principal que parte del cabezal de riego.

5.2.2.3. Ramales portagoteros

Para los ramales portagoteros se emplearán tuberías de polietileno de baja densidad de 20 mm de diámetro exterior y 17.20 mm de diámetro interior, que trabajarán a una presión de 40.8 m.c.a. Para el ramal más largo, de 279.35 m y 94 emisores, el caudal total es de 206.8 L/h o, o que es lo mismo, $5.74 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$.

5.2.2.4. Tuberías terciarias

Se van a instalar tuberías terciarias de PVC de 110 mm de diámetro exterior y 107 mm de diámetro interior. La velocidad del agua dentro de la tubería es de 0.89 m/s. En la tabla 7 se muestran las características de las tuberías terciarias.

Tabla 7. Resumen de las características de las tuberías terciarias.

Subunidad	Características de la tubería					
	Material	Øext. (mm)	Øint. (mm)	P nom. (m.c.a)	Caudal (L/h)	Longitud (m)
1	PVC	110	107	40.8	2186.8	232
2	PVC	110	107	40.8	2116.4	280

5.2.2.5. Tubería principal

Se va a instalar una tubería de PVC, con un diámetro de 160 mm de diámetro exterior y 157 de diámetro interior. La velocidad del agua dentro de la tubería es de 1.17 m/s.

5.2.2.6. Cabezal de riego

En el cabezal de riego se instalarán los siguientes elementos:

Filtro de arena

El filtro de arena se encarga de realizar el primer filtrado del agua, eliminando los contaminantes orgánicos, como algas, bacterias y restos vegetales; e inorgánicos, como las arenas, limos y arcillas. Se instalarán dos filtros en paralelo de 0.50 m de diámetro, con un espesor de la capa de arena de, al menos, 56 cm. 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.

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). Se va a instalar un filtro de malla de cuerpo metálico arenado, con elementos filtrados de acero inoxidable, 4" de diámetro, 0.11 m² de superficie, una malla de 100 mesh y luz de malla de 120 – 160 micras con función protectora y anticorrosiva.

Equipo de fertirrigación

El equipo de fertirrigación está compuesto por cuatro depósitos de 1000 L de capacidad de polietileno de alta densidad, un inyector de fertilizante, agitadores, válvulas de control y filtros.

El inyector se encargará de introducir y dosificar los fertilizantes en el agua de riego, estará 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 monofásico de 184 W (0.25 CV). 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.

Contador

El equipo de fertirrigación irá equipado con un contador volumétrico de fertilizantes tipo Woltman, con emisor de impulsos para la automatización por volúmenes de la instalación y cuantificación de caudales máximos, medios instantáneos, así como volúmenes parciales y totales por unidades y para toda la instalación.

Estará conectado al programador de riego, y una válvula de retención que evitará el paso del agua al inyector.

Programador

Se va a instalar en el cabezal de riego un programador electrónico para automatizar y controlar el riego y la fertirrigación. Trabaja con corriente alterna de 230/380 V. con un consumo de 50 W. Además, deben disponer de un transformador AC/CD de 24 V para alimentar las electroválvulas.

Se conectarán al programador los presostatos de máxima y 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.

Grupo de bombeo

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

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

5.2.2.7. Valvulería y accesorios

Se van a instalar los siguientes dispositivos y elementos:

- Ventosa trifuncional a la salida de la bomba.
- Válvula de retención después de la bomba.
- Válvulas de compuerta al principio y final del cabezal.
- Válvulas de mariposa en el equipo de fertirrigación.
- Toma rápida de presión y el manómetro se situarán detrás de la bomba.
- Codos de 90°, TE normales, TE reducidas, conos de reducción, manguitos de unión, porta bridas, bridas, racores y collarines de toma necesarios.

5.2.3. Instalación eléctrica

5.2.3.1. Transformador

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

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

Se conectarán todos los herrajes y masas a tierra. La puesta a tierra estará constituida por un anillo difusor de cobre de 50 mm² de sección y dos picas de acero revestido de cobre. La conexión del centro de transformación a la red de tierra se realizará igualmente con cable de cobre desnudo de 50 mm². La profundidad mínima de enterrado del anillo será de 0.60 m y deberá separarse un mínimo de 1.50 m de las aristas del poste.

La cimentación se realizará con hormigón, considerando terreno normal con coeficiente de compresibilidad de 12 kg/cm² y esfuerzo útil del poste de 1000 daN. Las dimensiones de la cimentación serán de 1.20 x 1.20 x 1.50 m.

5.2.3.2. Línea general de alimentación

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

5.2.3.3. Caja de protección y medida

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

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

5.2.3.4. Derivación individual

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

5.2.3.5. Cuadro general de mando y protección (CGMP)

Consta de los siguientes elementos:

- Interruptor de control de potencia de 75 kW.

- Un interruptor automático magnetotérmico trifásico de 200 A y 400 V, curva C y poder de corte de 120 kA que permite su accionamiento manual y protege todas las distribuciones contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Un interruptor diferencial automático trifásico de 225 A de intensidad, 300 mA de sensibilidad y 400 V de tensión nominal.
- Circuito de la bomba: interruptor automático magnetotérmico trifásico de 100 A de intensidad nominal, 230/400 V de tensión nominal, capaz de soportar intensidades de cortocircuito de 120 kA.
- Circuito de fuerza: interruptor automático magnetotérmico monofásico de 50 A de intensidad nominal, 230/400 V de tensión nominal, capaz de soportar intensidades de cortocircuito de 120 kA.
- Circuito de alumbrado: interruptor automático magnetotérmico monofásico de 16 A de intensidad nominal, 230/400 V de tensión nominal, capaz de soportar intensidades de cortocircuito de 120 kA.
- Placa identificativa del instalador.

5.2.3.6. Instalación interior

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

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

El circuito de alumbrado estará formado por dos conductores, uno de color marrón para la fase y uno de neutro en color azul, de conductores tipo H07V-K (AS) de 1.5 mm² de sección.

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

5.2.3.7. Toma de tierra

El cableado de puesta a tierra estará formado por cables de las mismas características que los empleados en fase en cada uno de los circuitos. Así, para los circuitos de la bomba y de fuerza se emplearán conductores de tipo H07V-K (AS) de 4 mm² de sección, y para el circuito de alumbrado conductores de tipo H07V-K (AS) de 1.5 mm² de sección. Todos ellos serán de color amarillo-verde.

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

6. Programa de ejecución y puesta en marcha del proyecto

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

En el Anejo VIII. Programación para la ejecución del proyecto se presentan el diagrama de Gantt y el grafo PERT del proceso de ejecución, donde se pueden observar las distintas actividades que se van a realizar, durante 228 días.

En la tabla 8, se mencionan las actividades que se encuentran descritas en los Anejos IV. Ingeniería del proceso y Anejo VII. Ingeniería de las obras.

Tabla 8. Actividades del proceso productivo y su duración.

N.º	Actividad	Inicio	Fin	Duración (días)
1	Solicitud de permisos	01/06/2023	28/06/2023	20
2	Replanteo general	29/06/2023	07/07/2023	7
3	Explanación edificaciones	10/07/2023	18/07/2023	7
4	Construcción caseta de riego	19/07/2023	17/08/2023	22
5	Instalación cabezal de riego	19/07/2023	05/09/2023	35
6	Instalación eléctrica	06/09/2023	04/10/2023	21
7	Instalación red de riego enterrada	05/10/2023	22/11/2023	35
8	Desfonde	23/11/2023	27/11/2023	3
9	Labores complementarias	28/11/2023	06/12/2023	7
11	Replanteo plantación	07/12/2023	14/12/2023	6
11	Recepción y preparación de la planta	01/04/2024	08/04/2024	6
12	Plantación	09/04/2024	17/04/2024	7
13	Instalación red de riego	18/04/2024	08/05/2024	15
14	Riego de plantación	09/05/2024	09/05/2024	1
15	Revisión general	10/05/2024	15/05/2024	4
16	Colocación de protectores de troncos	16/05/2024	24/05/2024	7
17	Entutorado	27/05/2024	04/06/2024	7
18	Reposición de marras	05/06/2024	28/06/2024	18

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

La fertilización es el proceso mediante el cual se aportan los nutrientes necesario para un desarrollo adecuado del pistacho. 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. 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.

7.3. Maquinaria y equipos

Las características de la maquinaria y de los equipos se encuentran señaladas en los Anejo IV. Ingeniería del proceso. 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.

La conservación de la maquinaria es responsabilidad del propietario, que debe seguir las instrucciones del fabricante. 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 el objetivo.

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.

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

El valor total de la inversión necesaria para el inicio del proyecto es de 155285.04 €

Los cobros ordinarios derivan de la venta de la cosecha, se considera un precio media del pistacho de 6.00 € y una producción media de 2500 kg/ha, una vez el árbol ha llegado a plena producción.

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.

Se considera el flujo inicial, como los ingresos que se obtienen de la finca previos a la transformación del proyecto. El desglose de los ingresos y gastos de la situación inicial se especifican en el Anejo II. Situación actual. Se obtiene un beneficio de 11629.13 € en la rotación, es decir, que el importe total del coste de oportunidad es de 2907.28 €/año.

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

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

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

10. Resumen del presupuesto

Capítulo	Importe	
Capítulo 1 Movimiento de tierras.	55,56	
Capítulo 2 Cimentación.	1.076,15	
Capítulo 3 Estructura.	463,18	
Capítulo 4 Cerramientos.	1.408,74	
Capítulo 5 Cubierta.	724,36	
Capítulo 6 Carpintería y cerrajería.	1.869,67	
Capítulo 7 Cabezal de riego.	13.192,89	
Capítulo 8 Instalación de riego.	27.146,23	
Capítulo 9 Instalación eléctrica.	7.097,65	
Capítulo 10 Plantación.	39.909,10	
Capítulo 11 Maquinaria y Equipos.	7.134,00	
Capítulo 12 Seguridad y Salud.	2.590,24	
Presupuesto de ejecución material .	102.667,77	
13% de gastos generales.	13.346,81	
6% de beneficio industrial.	6.160,07	
Suma .	122.174,65	
21% IVA.	25.656,68	
Presupuesto de ejecución por contrata .	147.831,33	
Honorarios de Ingeniero		
Proyecto	2,00% sobre PEM .	2.053,36
IVA	21% sobre honorarios de Proyecto .	431,21
	Total honorarios de Proyecto .	2.484,57
Dirección de obra	2,00% sobre PEM .	2.053,36

IVA		21% sobre honorarios de Dirección de obra .	431,21
		Total honorarios de Dirección de obra .	<u>2.484,57</u>
		Total honorarios de Arquitecto .	4.969,14
<u>Honorarios de Ingeniero</u>			
Dirección de obra	de	2,00% sobre PEM .	2.053,36
IVA		21% sobre honorarios de Dirección de obra .	431,21
		Total honorarios de Aparejador .	<u>2.484,57</u>
		Total honorarios .	7.453,71
		Total presupuesto general .	155.285,04

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CIENTO CINCUENTA Y CINCO MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y CINCO EUROS CON CUATRO CÉNTIMOS.

Palencia, junio de 2024
Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural
Virginia Fernández Negro

ANEJOS A LA MEMORIA

ÍNDICE DE ANEJOS

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 XIII. Impacto ambiental

ANEJO I: Condicionantes

ÍNDICE ANEJO I

1.	Estudio climatológico	6
1.1.	Elección del observatorio	6
1.2.	Elementos climáticos térmicos	7
1.2.2.	Representaciones gráficas de las temperaturas	8
1.2.3.	Régimen de heladas.....	9
1.2.3.1.	Estimación directa	10
1.2.3.2.	Estimaciones indirectas	10
1.2.3.3.	Conclusiones.....	13
1.3.	Elementos climáticos hídricos	13
1.3.1.	Resumen de las precipitaciones y su representación gráfica.....	13
1.3.2.	Histograma de precipitaciones	15
1.3.3.	Precipitaciones máximas en 24 horas	16
1.4.	Radiación	17
1.5.	Elementos climáticos secundarios.....	18
1.5.1.	Estudio de los vientos.....	18
1.5.2.	Lluvia, tormenta, granizo y nieve	19
1.6.	Representaciones mixtas	20
1.6.1.	Climodiagrama ombrotérmico de Gaussen.....	20
1.6.2.	Climodiagrama de termohietas.....	21
1.7.	Cálculo de las horas de frío.....	22
1.8.	Cálculo de la evapotranspiración.....	23
1.9.	Continentalidad	24
1.9.1.	Índice de continentalidad de Gorczynski.....	24
1.9.2.	Índice de oceanidad de Kerner.....	25
1.10.	Índices climáticos	26
1.10.1.	Índice de pluviosidad de Lang	26
1.10.2.	Índice de aridez de Martonne	27
1.10.3.	Índice de Emberger	28
1.10.4.	Índice de Vernet	30
1.12.	Conclusiones.....	35
2.	Estudio edafológico.....	36
2.1.	Introducción.....	36
2.2.	Toma de muestras	36
2.3.	Resultado de los análisis.....	36
2.4.	Interpretación de los resultados.....	37
2.4.1.	Características físicas	37

2.4.1.1.	Profundidad	37
2.4.1.2.	Textura	37
2.4.1.3.	Estructura	37
2.4.1.4.	Permeabilidad	38
2.4.2.	Características químicas	38
2.4.2.1.	Alcalinidad	38
2.4.2.2.	Salinidad.....	38
2.4.2.3.	Fertilidad.....	38
2.4.3.	Agua disponible.....	39
2.4.3.1.	Capacidad de campo.....	39
2.4.3.2.	Punto de marchitez.....	39
2.4.3.3.	Agua útil	40
2.5.	Conclusiones.....	40
3.	Análisis agua de riego.....	41
3.1.	Toma de muestras	41
3.2.	Resultado de los análisis.....	41
3.3.	Interpretación de los resultados.....	42
3.3.1.	Salinidad	42
3.3.2.	pH	42
3.3.3.	Sodicidad	43
3.3.4.	Carbonato sódico residual (Eaton)	45
3.3.5.	Dureza	45
3.3.6.	Normas Riverside de clasificación del agua de riego.....	46
3.4.	Conclusiones.....	48
4.	Estudio de mercado	48
4.1.	Introducción.....	48
4.2.	Descripción del canal de comercialización	49
4.3.	Situación de mercado a nivel mundial	51
4.4.	Situación de mercado en la Unión Europea	52
4.5.	Situación de mercado en España.....	53
4.6.	Conclusiones.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos del observatorio de Castromonte (La Santa Espina).....	6
Tabla 2. Datos del observatorio de Castromonte.	6
Tabla 3. Datos del observatorio de Villanubla.	7
Tabla 4. Cuadro resumen mensual de temperaturas (°C).	8
Tabla 5. Cuadro resumen de temperaturas estacionales y anuales (°C).....	8

Tabla 6. Datos de las temperaturas medias de mínimas.....	10
Tabla 7. Resultados de la aplicación del criterio de Emberger.....	11
Tabla 8. Datos de las temperaturas medias de mínimas absolutas.....	12
Tabla 9. Resultados de la aplicación del criterio de Papadakis.....	12
Tabla 10. Cuadro resumen de las precipitaciones mensuales, mediana y quintiles en mm.	13
Tabla 11. Clasificación de los años en función de su precipitación anual.....	15
Tabla 12. Distribuciones de las frecuencias de las precipitaciones.....	15
Tabla 13. Cuadro resumen de las precipitaciones máximas en 24 horas (mm/ h).....	17
Tabla 14. Cálculos de radiación mensual a nivel de suelo según el observatorio de Villanubla (Valladolid).	17
Tabla 15. Estudio de los vientos dominantes.....	18
Tabla 16. Días de lluvia, tormenta, granizo y nieve.....	19
Tabla 17. Valores de la precipitación y temperatura media mensual.....	20
Tabla 18. Cálculo de horas-frío por el método de Mota.....	22
Tabla 19. Evapotranspiración de referencia según Penman-Monteith.....	24
Tabla 20. Temperaturas medias de cada mes (tm).....	24
Tabla 21. Tipo de clima según el índice de continentalidad de Gorczynski.....	25
Tabla 22. Tipo de clima según el índice de oceanidad de Kerner.....	26
Tabla 23. Precipitación y Temperatura medias (tm) de cada mes.....	27
Tabla 24. Zona de influencia climática según Lang.....	27
Tabla 25. Índice de aridez según Martonne.....	28
Tabla 26. Temperaturas medias mínimas (t) y máximas (T) de cada mes.....	29
Tabla 27. Género de los climas mediterráneos según Emberger.....	29
Tabla 28. Tipo de invierno de los climas mediterráneos según Emberger.....	29
Tabla 29. Zona de influencia climática según Vernet.....	31
Tabla 30. Temperatura y Precipitación media por mes y año.....	32
Tabla 31. Grupo climático según la clasificación de Köppen.....	33
Tabla 32. Subgrupo climático según la clasificación de Köppen.....	34
Tabla 33. Subdivisión climática según la clasificación de Köppen.....	35
Tabla 34. Características físico-químicas del suelo.....	36
Tabla 35. Resultados del análisis del agua de riego.....	41
Tabla 36. Efectos del nivel de sodicidad del agua de riego expresado en RAS sobre el suelo.....	43
Tabla 37. Clasificación de la peligrosidad del agua según el RAS aj.....	45
Tabla 38. Clasificación del agua según su dureza.....	46
Tabla 39. Producción mundial de pistacho (toneladas) (Fuente: FAO).....	51
Tabla 40. Superficie y producción del pistacho en España. (Fuente: MAPAMA).....	53

1. Estudio climatológico

1.1. Elección del observatorio

Para realizar el siguiente estudio climatológico se requieren datos referentes a la termometría, pluviometría, los vientos y la radiación. Para ello, se va a necesitar el estudio de diferentes observatorios.

Para las temperaturas se utiliza el observatorio termo-pluviométrico de Castromonte (La Santa Espina) (Valladolid). Para las precipitaciones se utiliza el observatorio de Castromonte (Valladolid). Para la radiación se utiliza el observatorio de Villanubla (Valladolid).

Se han escogido esos observatorios en función de la distancia a la parcela objeto de estudio, por sus semejanzas geográficas y los datos que aporta suficientes para el periodo de observación.

Tabla 1. Datos del observatorio de Castromonte (La Santa Espina).

NOMBRE OBSERVATORIO	Castromonte (La Santa Espina)
PROVINCIA	Valladolid
INDICATIVO	2533
TIPO DE OBSERVATORIO	Termo-pluviométrico
LATITUD	41° 43' 51"
LONGITUD	50° 60' 22"
ALTITUD (m)	800

Tabla 2. Datos del observatorio de Castromonte.

NOMBRE OBSERVATORIO	Castromonte
PROVINCIA	Valladolid
INDICATIVO	2532
TIPO DE OBSERVATORIO	Pluviométrico
LATITUD	41° 46' 21"

LONGITUD	50° 22' 22"
ALTITUD (m)	841

Tabla 3. Datos del observatorio de Villanubla.

NOMBRE OBSERVATORIO	Valladolid-Villanubla
PROVINCIA	Valladolid
INDICATIVO	2539
TIPO DE OBSERVATORIO	Completo
LATITUD	41° 42' 43"
LONGITUD	45° 12' 02"
ALTITUD (m)	846

1.2. Elementos climáticos térmicos

1.2.1. Resumen de temperaturas

Se han tomado los datos de las temperaturas del observatorio con un periodo de 30 años, es decir, desde 1991 hasta el 2021. A continuación, se presenta en la tabla 4 un cuadro resumen de las temperaturas de la zona. Los términos utilizados en la tabla son:

- Ta: 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

Para realizar el cuadro resumen de temperaturas estacionales que se muestra en la tabla 5 se toma como primavera los meses de marzo, abril y mayo; para el verano los meses de junio, julio y agosto; para el otoño los meses de septiembre, octubre y noviembre; para el invierno los meses de diciembre, enero y febrero.

Tabla 4. Cuadro resumen mensual de temperaturas (°C).

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGS	SEP	OCT	NOV	DIC
Ta	17.0	21.5	25.0	28.0	32.5	37.5	38.5	37.5	36.0	30.0	22.0	25.8
T'a	14.2	17.0	21.4	24.4	28.7	33.0	35.1	35.0	30.9	25.0	19.0	15.2
T	8.5	11.3	14.9	16.9	20.9	25.8	29.3	28.9	24.3	18.7	12.5	9.9
tm	3.7	4.9	7.6	9.9	13.4	17.4	20.1	19.8	16.1	12.0	7.1	4.9
t	-1.1	-1.7	0.2	2.7	5.8	9.0	10.9	10.7	7.8	5.2	1.7	-0.2
t'a	-8.6	-8.3	-6.9	-3.5	-0.9	2.8	5.4	5.0	1.6	-2.6	-5.3	-8.2
ta	-12.5	-14.0	-15.0	-7.5	-4.0	-3.8	0.5	2.0	-2.1	-6.0	-10.5	-15.0

Tabla 5. Cuadro resumen de temperaturas estacionales y anuales (°C).

	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	ANUAL
Ta	28.5	37.8	29.3	21.4	29.3
T'a	24.8	34.4	25.0	15.4	24.9
T	17.6	28.0	18.5	9.9	18.5
tm	10.3	19.1	11.7	4.5	11.4
t	2.9	10.2	4.9	-1.0	4.3
t'a	-3.8	4.4	-2.1	-8.4	-2.5
ta	-8.8	-0.4	-6.2	-13.8	-7.3

1.2.2. Representaciones gráficas de las temperaturas

Los valores obtenidos en la tabla 4 se representan gráficamente, colocando en el eje de abscisas los meses del año y en el eje de ordenadas las temperaturas. El resultado se observa en el gráfico 1. Mientras que en el gráfico 2 se muestran los valores de la tabla 5, es decir, los datos de las temperaturas agrupados según las estaciones del año, primavera, verano, otoño e invierno.

Gráfico 1. Gráfico compuesto de temperaturas.

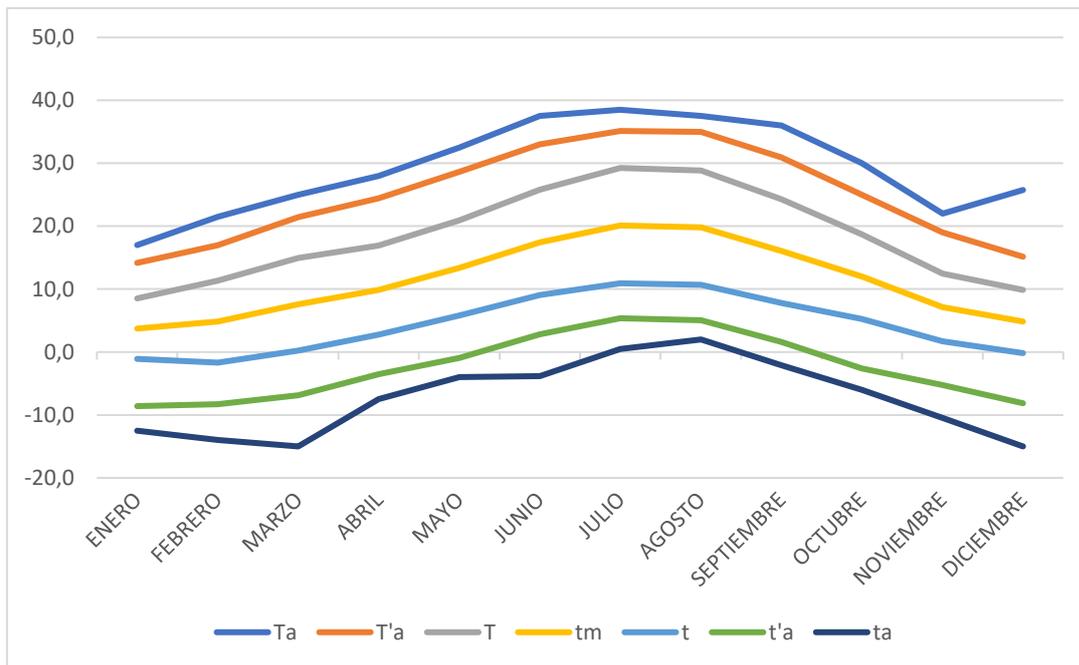
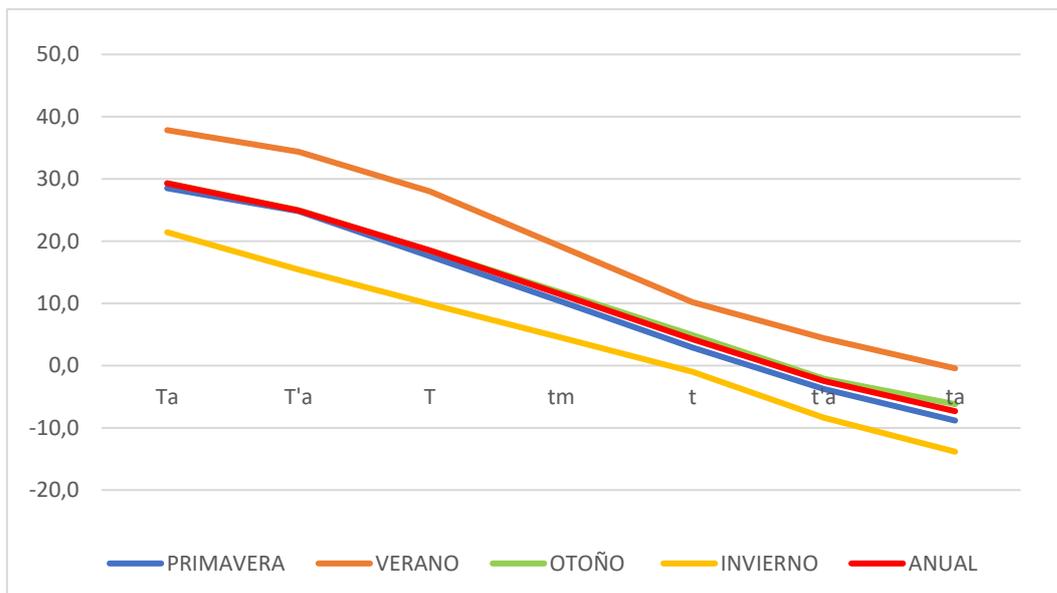


Gráfico 2. Gráfico compuesto de temperaturas estacionales y anual (°C).



1.2.3. Régimen de heladas

El estudio de régimen de heladas es importante a la hora de la plantación de frutales para evitar en la medida de lo posible el daño que estas puedan ocasionar a lo largo de los años. Para la realización de este estudio, se utilizarán dos métodos: el método directo, basado sobre los datos termométricos, y el método indirecto, siguiendo los criterios de Emberger y Papadakis.

Para realizar el estudio se han utilizado los datos del observatorio de Castromonte (La Santa Espina) (Valladolid), a lo largo de los 30 últimos años (1992-2021).

1.2.3.1. Estimación directa

Este método consiste en ver en qué fecha se dan la primera y última helada a lo largo de la serie de datos termométricos. A continuación, se observan las fechas estimadas obtenidas:

- Fecha más temprana de la primera helada: 16 de septiembre
- Fecha más tardía de la primera helada: 5 de noviembre
- Fecha media de la primera helada: 7 de octubre
- Fecha más temprana de la última helada: 22 de marzo
- Fecha más tardía de la última helada: 12 de junio
- Fecha media de la última helada: 7 de mayo
- Periodo mínimo de heladas: 5 de noviembre – 22 de marzo
- Periodo máximo de heladas: 16 de septiembre – 12 de junio
- Periodo medio de heladas: 7 de octubre – 7 de mayo

1.2.3.2. Estimaciones indirectas

Los métodos de estimación indirecta dividen el años en diferentes periodos según la probabilidad de producirse heladas. Dichos periodos se establecen en función de unas temperaturas características, que varían según el método empleado.

Criterio de Emberger

Según los Regímenes de Heladas, Emberger divide el año en cuatro periodos con distinto riesgo de heladas. Para su determinación se utilizan las temperaturas medias de mínimas (t), suponiendo que éstas se producen el día 15 de cada mes, las fechas de inicio y finalización del correspondiente periodo se estiman por interpolación lineal. El periodo libre de heladas de Emberger es utilizado para la estimación de la duración del periodo de actividad vegetativa en fruticultura. En la tabla 7 se muestran los diferentes periodos definidos según el criterio de Emberger.

En primer lugar, debemos tener en cuenta los datos de las temperaturas medias de mínimas (t), que aparecen en la tabla 6.

Tabla 6. Datos de las temperaturas medias de mínimas.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGST	SEP	OCT	NOV	DIC
T (°C)	-1.1	-1.7	0.2	2.7	5.8	9.0	10.9	10.7	7.8	5.2	1.7	-0.2

Los datos utilizados en la tabla 7 son:

- Hs: periodo de heladas seguras. Media de las mínimas inferior a 0 °C ($t \leq 0 \text{ °C}$)
- Hp: periodo de heladas muy probables Media de las mínimas entre 0 °C y 3 °C ($0 \text{ °C} < t \leq 3 \text{ °C}$)
- H'p: periodo de heladas probables. Media de las mínimas entre 3 °C y 7 °C ($3 \text{ °C} < t \leq 7 \text{ °C}$)
- D: periodo libre de heladas. Media de las mínimas superior a 7 °C ($t \geq 7 \text{ °C}$)

Tabla 7. Resultados de la aplicación del criterio de Emberger.

	Periodo	Temperatura	Fecha de inicio	Fecha de fin	Duración del periodo
Hs	Periodo de heladas seguras	$t < 0 \text{ °C}$	11 de diciembre	12 de marzo	91 días
Hp	Periodo de heladas muy probables	$0 \text{ °C} < t < 3 \text{ °C}$	3 de noviembre	17 de abril	165 días
H'p	Periodo de heladas probables	$3 \text{ °C} < t < 7 \text{ °C}$	24 de septiembre	26 de mayo	244 días
d	Periodo libre de heladas	$t > 7 \text{ °C}$	27 de mayo	23 de septiembre	119 días

Criterio de Papadakis

Según el método de las estaciones libres de heladas, Papadakis divide el año en tres estaciones. Para su determinación se utilizan las temperaturas medias de mínimas absolutas (t'a). Se supone que éstas se producen el día primero del mes cuando la marcha de las temperaturas es ascendente, y el último día del mes cuando disminuyen. Las fechas de comienzo y final de los diferentes intervalos se calculan por interpolación lineal. Papadakis opta por temperaturas más extremas que describirán mejor los sucesos de helada y considera, con criterio agronómico, que en la estación mínima libre de heladas es posible el cultivo de especies muy sensibles a la helada y en la disponible de otras especies; la estación disponible representaría la posibilidad de cultivos de verano normales. La estación media prácticamente no la considera. En la tabla 9 se muestran las diferentes estaciones definidas según el criterio de Papadakis.

En primer lugar, debemos tener en cuenta los datos de las temperaturas medias de mínimas absolutas ($t'a$), que aparecen en la tabla 8.

Tabla 8. Datos de las temperaturas medias de mínimas absolutas.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGST	SEP	OCT	NOV	DIC
$t'a$ (°C)	-8.6	-8.3	-6.9	-3.5	-0.9	2.8	5.4	5.0	1.6	-2.6	-5.3	-8.2

Los datos utilizados en la tabla 9 son:

- EMLH: estación media libre de heladas. Meses en los cuales la media de las mínimas absolutas es ≥ 0 °C.
- EDLH: estación media disponible libre de heladas. Media de las mínimas absolutas es ≥ 2 °C.
- EmLH: estación mínima libre de heladas. Media de las mínimas absolutas es ≥ 7 °C.

Tabla 9. Resultados de la aplicación del criterio de Papadakis.

	Periodo	Temperatura	Fecha inicio	Fecha de fin	Duración del periodo
EMLH	Estación Media Libre de Heladas	$t'a > 0$ °C	8 de mayo	13 de septiembre	128 días
EDLH	Estación Disponible Libre de Heladas	$t'a > 2$ °C	25 de mayo	29 de agosto	96 días
EmLH	Estación Mínima Libre de Heladas	$t'a > 7$ °C	-	-	-

En la estación mínima libre de heladas (EmLH) no se ha obtenido ningún dato, ya que no existe ningún valor mayor a 7 °C en los datos de las temperaturas medias de mínimas absolutas ($t'a$).

1.2.3.3. Conclusiones

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

Como conclusión, no se espera que las heladas primaverales produzcan daños en la floración del pistacho. Además, la tendencia del clima actual, con el cambio climático, conlleva un aumento de las temperaturas y una disminución de la incidencia de heladas primaverales en la zona.

1.3. Elementos climáticos hídricos

Para obtener los datos sobre los elementos climáticos hídricos se utiliza el observatorio de Castromonte (Valladolid), con un periodo de 30 años, es decir, desde 1991 hasta el 2021.

1.3.1. Resumen de las precipitaciones y su representación gráfica

El estudio de la dispersión se basa en el método de los quintiles, clasificando los años en función del volumen total de precipitaciones acumuladas anualmente. Dicho método consiste en dividir la serie de datos ordenada de menor a mayor, buscando las divisiones de cada uno de los cinco grupos establecidos, denominados quintiles. En la tabla 10, se presenta el cuadro resumen de las precipitaciones de los quintiles, precipitación media, mediana. Mientras, en el gráfico 3, se muestra la representación gráfica de dicha tabla. En el gráfico 4, se observa la evolución de las precipitaciones medias anuales y de los quintiles en mm, a lo largo del periodo del 30 años.

Tabla 10. Cuadro resumen de las precipitaciones mensuales, mediana y quintiles en mm.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGS	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
Pmedia	44.7	29.9	33.0	52.1	47.4	27.8	14.3	16.6	30.5	64.5	54.3	53.3	468.4
Q1	15.6	5.6	10.3	27.1	22.0	9.7	1.7	2.2	8.8	33.0	21.9	19.4	371.8
Q2	28.1	17.4	15.5	39.0	31.8	17.4	4.8	8.2	21.6	54.4	38.1	31.6	439.4
Q3	43.5	35.9	23.4	52.9	46.5	32.5	11.6	16.8	29.5	68.5	62.3	48.6	498.6
Q4	68.0	49.4	46.0	76.5	75.9	48.8	22.4	26.0	49.3	96.4	86.4	97.0	554.5
Pmediana	40.0	20.7	19.9	47.0	34.3	19.8	6.0	12.0	27.3	57.9	41.3	39.0	476.9

Gráfico 3. Gráfico de las precipitaciones de los quintiles, media y mediana en mm.

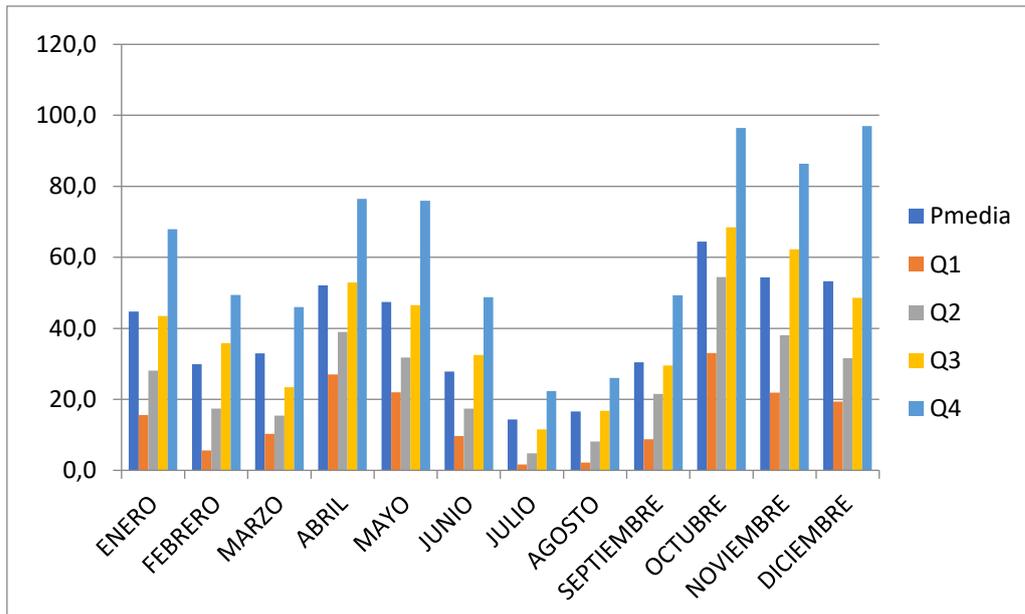
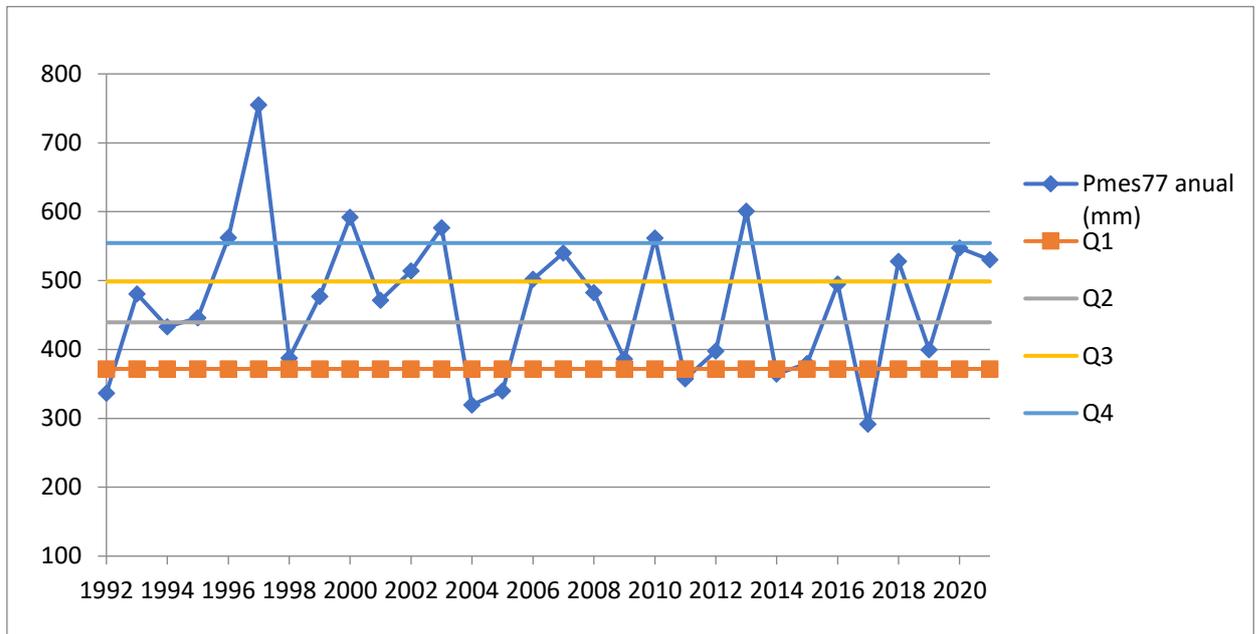


Gráfico 4. Evolución de las precipitaciones medias anuales y quintiles en mm.



A partir de los datos de la tabla 10, se clasifican los años en cinco clases diferentes, como se ve en la tabla 11.

Tabla 11. Clasificación de los años en función de su precipitación anual.

Clasificación	Porcentaje	Quintil	Años
Años muy secos	0-20%	El total de lluvia es inferior al primer quintil	1992, 2004, 2005, 2011, 2014, 2017
Años secos	20-40%	Entre el primer y segundo quintil	1994, 1998, 2009, 2012, 2015, 2019
Años normales	40-60%	Entre el segundo y tercer quintil	1993, 1995, 1999, 2001, 2008, 2016
Años lluviosos	60-80%	Entre el tercer y cuarto quintil	2002, 2006, 2007, 2018
Años muy lluviosos	80-100%	Superior al cuarto quintil	1996, 1997, 2000, 2003, 2010, 2013, 2020, 2021

1.3.2. Histograma de precipitaciones

Mediante el histograma de frecuencias se puede observar de forma gráfica el número de años en el que las precipitaciones se encuentran dentro de un volumen concreto. Para ello se establecen diferentes intervalos de precipitación en una escala de 100 mm, como se observa en la tabla 12.

Tabla 12. Distribuciones de las frecuencias de las precipitaciones.

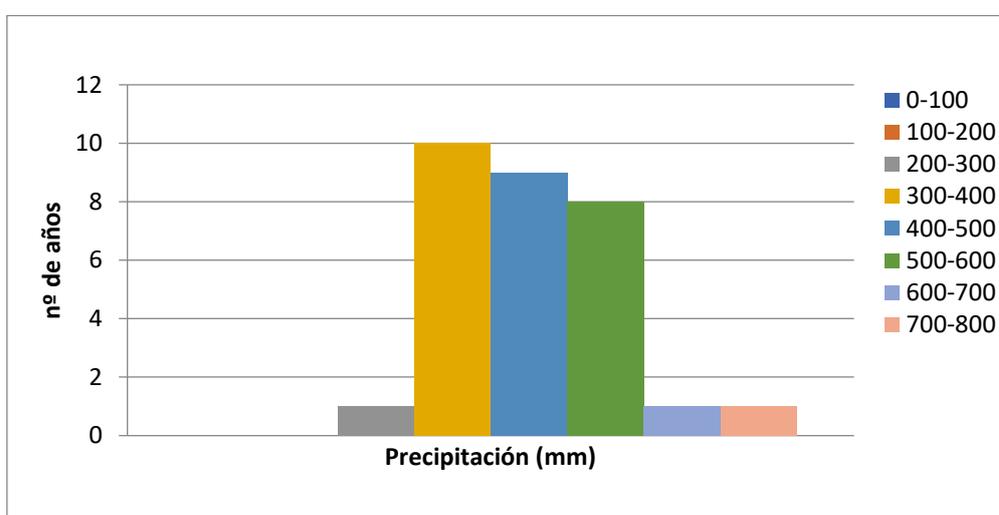
Intervalo de precipitaciones (mm)	N.º de años
0-100	0
100-200	0
200-300	1
300-400	10
400-500	9
500-600	8
600-700	1

700-800	1
---------	---

La mayor frecuencia se encuentra en el intervalo de precipitaciones 300-400 mm anuales, seguido del intervalo 400-500 mm, lo que suma un total de 19 años. La precipitación media de la zona no satisface las exigencias hídricas de la plantación de pistachos, por lo que será necesaria la instalación de un sistema de riego adecuado.

En el gráfico 5 se observa un gráfico en función de los datos obtenidos de la tabla 12 sobre los intervalos de precipitaciones, en el eje izquierdo aparecen el número de años que se ha habido precipitaciones en una escala de 100 mm.

Gráfico 5. Gráfico del histograma de frecuencias (mm).



1.3.3. Precipitaciones máximas en 24 horas

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

En la tabla 13 se muestra el valor más alto de las precipitaciones máximas en 24 horas para cada mes, durante los 30 años de la serie. También se calcula la media mensual de los valores de la serie y para cada año de la serie se presenta el mes en el que se produjo la máxima precipitación. Los datos de la tabla son:

- P_{máx 24h}: precipitación máxima absoluta de la serie
- P_{media}: media de las precipitaciones máximas de la serie

Tabla 13. Cuadro resumen de las precipitaciones máximas en 24 horas (mm/ h).

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Pmáx 24 h	30.0	22.0	26.0	41.0	41.0	31.3	51.0	35.5	70.0	47.4	58.0	44.2
Pmedia	14.2	10.1	10.3	15.0	14.6	10.8	8.7	8.7	15.0	21.4	17.5	17.8

1.4. Radiación

Los datos sobre la radiación solar se obtienen del observatorio de Villanubla (Valladolid). Para llevar a cabo el estudio, se halla el valor de radiación a nivel del suelo (R), que se obtiene mediante la fórmula que relaciona los valores de la insolación media en el observatorio (n), la radiación solar extraterrestre o radiación global (RA) y la insolación máxima posible (N), los dos últimos parámetros están tabulados y dependen de la latitud y de la época del año:

$$R_s = R_A * (a + b * (n/N))$$

En la tabla 14, se muestra los resultados correspondientes a la radiación solar, siendo:

R_A: radiación solar extraterrestre

n: insolación del observatorio de Villanubla

N: insolación máxima posible para la latitud y año dado

A y b: parámetros para calcular la radiación a nivel de suelo según Penman (a=18 y b=0.55) y según Doorenbos Pruitt (a=0.25 y b=0.50).

Tabla 14. Cálculos de radiación mensual a nivel de suelo según el observatorio de Villanubla (Valladolid).

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
R_a (MJ/m²-d)	14.5	20.5	27.0	34.5	39.8	41.8	41.1	36.8	30.4	22.9	16.2	13.1
n (h/d)	3.4	4.8	5.7	7.2	8.7	10.4	11.7	10.6	7.6	5.8	4.5	3.0
N (h/d)	9.7	10.8	11.9	13.5	14.6	15.3	14.9	13.9	12.5	11.2	9.9	9.5
n/N	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.8	0.6	0.5	0.5	0.6
R_{Doorenbos y Pruitt}	6.2	9.6	13.1	18.2	21.6	24.7	26.3	23.2	16.8	11.6	7.8	5.4

R Penman	5.6	8.7	11.8	16.5	20.1	23.3	25.1	22	15.5	10.6	7.1	4.6
----------	-----	-----	------	------	------	------	------	----	------	------	-----	-----

1.5. Elementos climáticos secundarios

Dentro de este grupo de elementos climáticos secundarios se analizará el viento y el número de días de granizo y nieve medio de 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. El estudio de los vientos se realiza a partir de valores de la velocidad y dirección del viento según el observatorio de Valladolid.

En la tabla 15, aparecen los datos de la velocidad, dirección dominante y frecuencia del viento.

Tabla 15. Estudio de los vientos dominantes.

	Vmáx (km/h)	Dirección de la Vmax	Dirección dominante	% Calmas
Enero	32-50	WSW	SSW	26.2
Febrero	>50	WSW	WSW	21.4
Marzo	>50	w	ne	14
Abril	>50	w	w	9.9
Mayo	32-50	w-wnw	w	11.2
Junio	>50	n	ne	7.9
Julio	32-50	w	ne	6.4
Agosto	20-32	w	ne	8.7
Septiembre	32-50	w	ne	13.8
Octubre	32-50	w	w	23.1
Noviembre	>50	nne	w	18.6
Diciembre	32-50	w	SSW	22.8

Anual	>50	w	ne	15.4
--------------	-----	---	----	------

Como se observa en la tabla anterior, la dirección dominante es oeste-noreste (W-NE), con una velocidad relativamente baja y un buen porcentaje de calmas. Por lo que, se considera que el viento no causará daños en la plantación.

1.5.2. Lluvia, tormenta, granizo y nieve

Se debe conocer el número de días de lluvia, tormentas, granizo y nieve de cada mes del año con el fin de valorar su incidencia sobre los cultivos. En la tabla 16, se exponen dichos datos:

Tabla 16. Días de lluvia, tormenta, granizo y nieve.

	DÍAS LLUVIA	DÍAS NIEVE	DÍAS GRANIZO	DÍAS TORMENTA
ENERO	7.9	1.6	0.1	0.0
FEBRERO	6.1	1.2	0.1	0.1
MARZO	7.4	0.4	0.1	0.1
ABRIL	9.1	0.3	0.2	0.7
MAYO	8.6	0.0	0.3	1.7
JUNIO	6.1	0.0	0.1	1.8
JULIO	2.9	0.0	0.1	1.4
AGOSTO	3.5	0.0	0.1	1.3
SEPTIEMBRE	5.6	0.0	0.0	0.8
OCTUBRE	9.7	0.0	0.0	0.2
NOVIEMBRE	9.0	0.2	0.0	0.0
DICIEMBRE	8.6	0.7	0.0	0.0

Se observa que el riesgo de daños por granizo es bajo, ya que el número medio de días de granizo al año es de 1.1, este fenómeno aparece principalmente en los meses de abril y mayo, mientras que el resto de los meses los días de granizo son escasos, por lo

que no se prevé que ocasione daños sobre los frutales en sus etapas de desarrollo y maduración.

Los días de nieve y tormentas no suponen un problema para la plantación, ya que se trata de valores escasos y de poca intensidad.

1.6. Representaciones mixtas

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

Los datos necesarios para representar dichas graficas vienen determinados por los valores de las precipitación y temperatura media mensual, los cuales se muestran en la tabla 17:

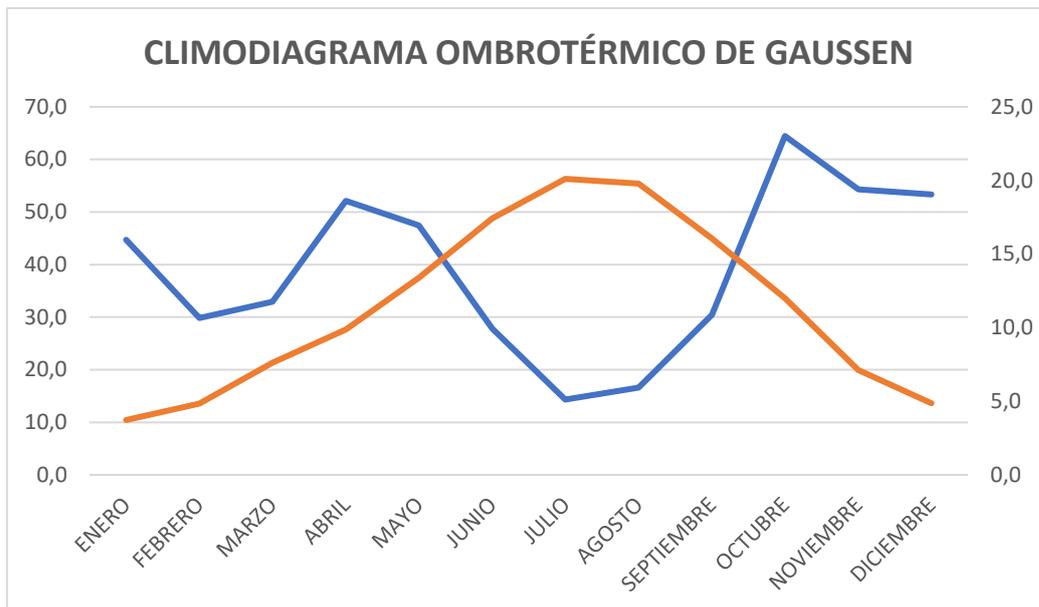
Tabla 17. Valores de la precipitación y temperatura media mensual.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Pm (mm)	44.7	29.9	33.0	52.1	47.4	27.8	14.3	16.6	30.5	64.5	54.3	53.3
tm (°C)	3.7	4.9	7.6	9.9	13.4	17.4	20.1	19.8	16.1	12.0	7.1	4.9

1.6.1. Climodiagrama ombrotérmico de Gausson

El diagrama ombrotérmico de Gausson permite identificar el período seco, definido cuando la precipitación es inferior al doble de la temperatura media. En su representación gráfica, los meses del año se colocan en el eje X, mientras que en un doble eje Y se muestran, por un lado, las precipitaciones medias mensuales (en mm) y, por el otro, las temperaturas medias mensuales (en °C). Es fundamental que la escala de precipitaciones se configure al doble de la escala de temperaturas para una correcta interpretación del diagrama.

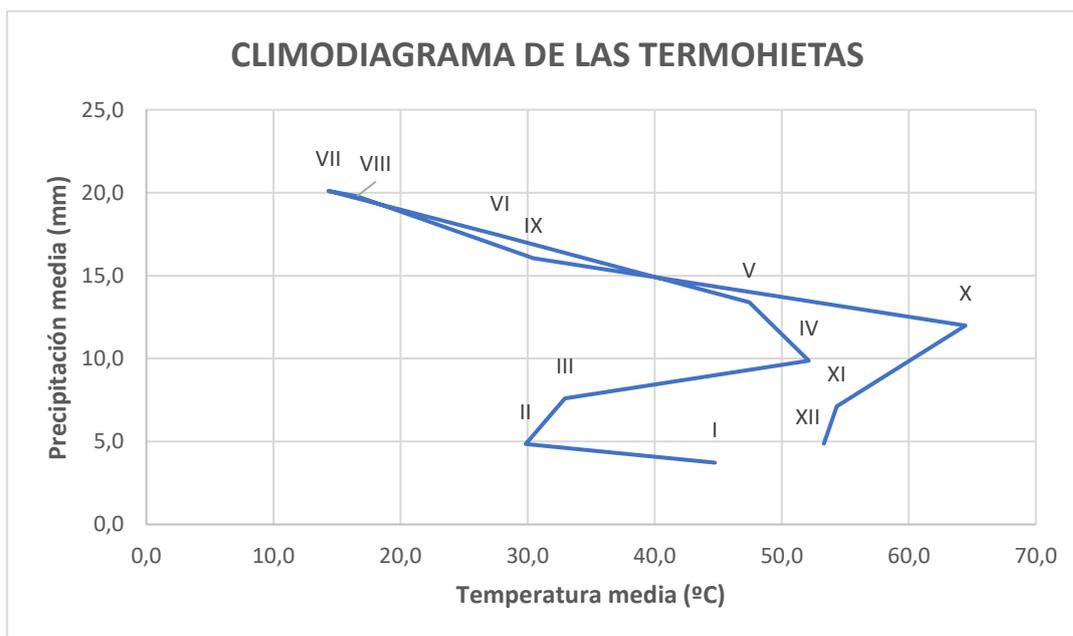
Gráfico 6. Climodiagrama ombrotérmico de Gausсен.



1.6.2. Climodiagrama de termohietas

El diagrama de termohietas representa, en el eje Y las temperaturas medias mensuales (°C) y en el eje X las precipitaciones medias mensuales (mm). Utilizando un sistema de coordenadas cartesianas, se obtienen doce puntos al combinar mes a mes el par de valores (precipitación, temperatura); puntos sobre los cuales se rotula el nombre de cada uno de los doce meses del año. Estos doce puntos se unen por líneas siguiendo la ordenación de los meses del año.

Gráfico 7. Climodiagrama de termohietas.



1.7. Cálculo de las horas de frío

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

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

Método de Mota

El cálculo de las horas-frío según el método de Mota se realiza utilizando las temperaturas medias de los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero.

Este método consiste en aplicar una ecuación matemática con dos variables, de tal forma que, sustituyendo la temperatura media mensual en cada mes del invierno, se obtienen las horas-frío mensuales. La fórmula es la siguiente:

$$Y=485.1-28.52*X$$

Siendo: Y: número de horas-frío mensual

X: temperatura media mensual

En la Tabla 18, se observa un resumen de los datos empleados en el cálculo, así como el número de horas-frío anuales obtenidas según el método de Mota.

Tabla 18. Cálculo de horas-frío por el método de Mota.

	Temperatura media mensual (°C)	Horas-Frío
Noviembre	7.1	282.61
Diciembre	4.9	345.35
Enero	3.7	379.58
Febrero	4.9	345.35
	TOTAL	1352.89

Según este método se obtiene un total de 1352.89 de horas-frío.

1.8. Cálculo de la evapotranspiración

Según la FAO, el concepto de evapotranspiración (ET) incluye dos procesos separados, por los que el agua se pierde a través de la superficie del suelo por evaporación y, por otra parte, mediante transpiración del cultivo.

Estos dos procesos ocurren de manera simultánea. La evaporación del suelo depende de la disponibilidad de agua en los horizontes más cercanos a la superficie y de la radiación solar. Por otra parte, la transpiración de la planta depende del área foliar.

Para determinar la evapotranspiración del cultivo (ETC) previamente hay que calcular la evapotranspiración del cultivo de referencia (ETo). Para el estudio climatológico, es necesario conocer ETo. 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:

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

Donde:

ETo: evapotranspiración de referencia (mm/día). Rn: radiación neta de la superficie de cultivo (MJ/m² · día).

Ra: radiación extraterrestre (mm/día).

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

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

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

e_s: presión de vapor de saturación (kPa).

e_a: presión real de vapor (kPa).

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

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

Utilizando la expresión anterior, los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 19:

Tabla 19. Evapotranspiración de referencia según Penman-Monteith.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agst	Sep	Oct	Nov	Dic
ET_o (mm/día)	0.55	1.07	1.46	2.44	3.06	4.03	4.56	3.96	3.33	1.83	0.80	0.60
ET_o (mm/mes)	17	30	45	73	95	121	142	123	100	56	25	20

1.9. Continentalidad

La continentalidad está definida 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 Gorczynski.

1.9.1. Índice de continentalidad de Gorczynski

El índice de continentalidad de Gorczynski establece una relación entre la continentalidad y amplitud térmica anual, basándose en que la inercia térmica del océano (masa de agua) modera las temperaturas extremas. El índice de continentalidad de Gorczynski se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$I_g = 1.7[(t_{m12} - t_{m1}) / \text{sen}(L)] - 20.4$$

Siendo:

t_{m12} : temperatura media del mes con temperatura media más alta

t_{m1} : temperatura media del mes con temperatura media más baja

L: latitud en grados sexagesimales

En la Tabla 20, aparecen los datos que han sido utilizados para el cálculo del valor del índice, en este caso las temperaturas medias de cada mes:

Tabla 20. Temperaturas medias de cada mes (t_m).

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
t_m	3.7	4.9	7.6	9.9	13.4	17.4	20.1	19.8	16.1	12.0	7.1	4.9	11.4

Aplicando la fórmula:

$$I_g = 1.7[(20.1-3.7) / \text{sen}(41)] - 20.4$$

$$I_g = 22.1$$

Se obtiene un valor del índice de 22.1. En la tabla 21 se muestra una relación entre el índice de continentalidad de Gorczyński y el tipo de clima.

Tabla 21. Tipo de clima según el índice de continentalidad de Gorczyński.

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

Según la tabla, se trata de un clima de tipo continental.

1.9.2. Índice de oceanidad de Kerner

Este índice se basa en que la cercanía al mar influye generalmente en primaveras más frescas y otoños más cálidos. Por eso, en el numerador tiene en cuenta las temperaturas de primavera y otoño y en el denominador tiene en consideración la amplitud térmica anual.

El índice de oceanidad de Kerner se calcula mediante la siguiente fórmula

$$I_k = 100 (t_{m_X} - t_{m_{IV}}) / (t_{m_{12}} - t_{m_1})$$

Siendo:

t_{m_X} : temperatura media del mes de octubre

$t_{m_{IV}}$: temperatura media del mes de abril

$t_{m_{12}}$: temperatura media del mes con temperatura media más alta

t_{m_1} : temperatura media del mes con temperatura media más baja

Aplicando la fórmula:

$$I_k = 100 (12 - 9.9) / (20.1 - 3.7)$$

$$I_k = 12.80$$

Se obtiene un valor del índice de 12.80. En la tabla 22 se muestra una relación entre el índice de oceanidad de Kerner y el tipo de clima.

Tabla 22. Tipo de clima según el índice de oceanidad de Kerner.

Ck	Tipo de clima
>26	Marítimo
18-26	Semimarítimo
10-18	Continental
<10	Muy continental

Según la tabla, se trata de un clima de tipo continental.

1.10. Índices climáticos

Los índices climáticos utilizados muestran relaciones entre los distintos elementos del clima y pretenden cuantificar la influencia de este sobre las comunidades vegetales. A continuación, se analizarán los índices de Lang, De Martonne, Emberger y Vernet.

1.10.1. Índice de pluviosidad de Lang

El índice de Lang es un estimador de eficiencia de la precipitación en relación con la temperatura. Éste se calcula como el cociente entre la precipitación total anual y la temperatura media anual de un lugar, o en todo caso, de una zona.

El índice de Lang se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$I = P/tm$$

Siendo:

P: precipitación media anual

tm: temperatura media anual

En la tabla 23, aparecen los datos que han sido utilizados para el cálculo del valor del índice, en este caso las temperaturas medias de cada mes:

Tabla 23. Precipitación y Temperatura medias (tm) de cada mes.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
Pmedia	44.7	29.9	33.0	52.1	47.4	27.8	14.3	16.6	30.5	64.5	54.3	53.3	468.4
tm	3.7	4.9	7.6	9.9	13.4	17.4	20.1	19.8	16.1	12.0	7.1	4.9	11.4

Aplicando la fórmula:

$$I = 468.4/11.4$$

$$I = 41.08$$

Se obtiene un valor del índice de 41.08. En la tabla 24 se muestra una relación entre el índice de pluviosidad de Lang y la zona de influencia climática.

Tabla 24. Zona de influencia climática según Lang.

I	Zona de influencia climática según Lang
0-20	Desiertos
20-40	Árida
40-60	Húmedas de estepa y sabana
60-100	Húmedas de bosques claros
100-160	Húmedas de grandes bosques
>160	Perhúmedas con prados y tundra

Según la tabla, se trata de un tipo de una zona húmeda de estepa y sabana.

1.10.2. Índice de aridez de Martonne

El índice de aridez de Martonne clasifica cada lugar geográfico atendiendo a su grado de aridez. Su valor se calcula mediante la siguiente fórmula:

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

Siendo:

P: precipitación media anual

tm: temperatura media anual

$$I=468.4/ (11.4+10)$$

$$I= 21.88$$

Se obtiene un valor del índice de 21.88. En la tabla 25 se muestra una relación entre el índice de pluviosidad de Lang y la zona de influencia climática.

Tabla 25. Índice de aridez según Martonne.

I	Zonas según Martonne
0-5	Desiertos
5-10	Semidesierto (árido)
10-20	Semiárido de tipo mediterráneo
20-30	Subhúmeda
30-60	Húmeda
>60	Perhúmeda

Según la tabla, se trata de una zona subhúmeda.

1.10.3. Índice de Emberger

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

Se obtiene utilizando la siguiente fórmula:

$$Q=K \cdot P / (T_{12}^2 - T_1^2)$$

Siendo:

P: precipitación anual :468.4 mm

T₁₂: temperatura media máxima más alta: 29.3

t₁: temperatura media mínima más baja: -1.7

K: Si $t_1 > 0^\circ\text{C} \rightarrow T_{12}$ y t_1 en $^\circ\text{C}$ y $K = 100$

Si $t_1 < 0^\circ\text{C} \rightarrow T_{12}$ y t_1 en $^\circ\text{K}$ y $K = 2000$

En la tabla 26, aparecen los datos que han sido utilizados para el cálculo del valor del índice, en este caso las temperaturas medias mínimas (t) y las temperaturas medias máximas (T) de cada mes:

Tabla 26. Temperaturas medias mínimas (t) y máximas (T) de cada mes.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGS	SEP	OCT	NOV	DIC
T	8.5	11.3	14.9	16.9	20.9	25.8	29.3	28.9	24.3	18.7	12.5	9.9
t	-1.1	-1.7	0.2	2.7	5.8	9.0	10.9	10.7	7.8	5.2	1.7	-0.2

En la tabla 27, se define el género de los diferentes climas mediterráneos y la vegetación que existe en ellos.

Tabla 27. Género de los climas mediterráneos según Emberger.

Género	Vegetación
Mediterráneo árido	Matorrales
Mediterráneo semiárido	<i>Pinus halepensis</i>
Mediterráneo templado	Olivo, alcornoque
Mediterráneo húmedo	Castaño, abeto mediterráneo
Mediterráneo de alta montaña	Cedro, abeto pino, juniperus

En la tabla 28, se define el tipo de invierno de los climas mediterráneos y la probabilidad de heladas, en función de la temperatura media mínima más baja.

Tabla 28. Tipo de invierno de los climas mediterráneos según Emberger.

Tipo de invierno	t ₁ (°C)	Heladas
Muy frío	<-3	Muy frecuentes e intensas
Frío	-3-0	Muy frecuentes
Fresco	0-3	Frecuentes
Templado	3-7	Débiles
Cálido	>=7	Libre de heladas

En el índice de Emberger se define la variedad según la posición en las subregiones climáticas, que pueden ser superior, media o inferior. La forma se define según la estación con el máximo de precipitaciones, que será otoño, invierno o primavera.

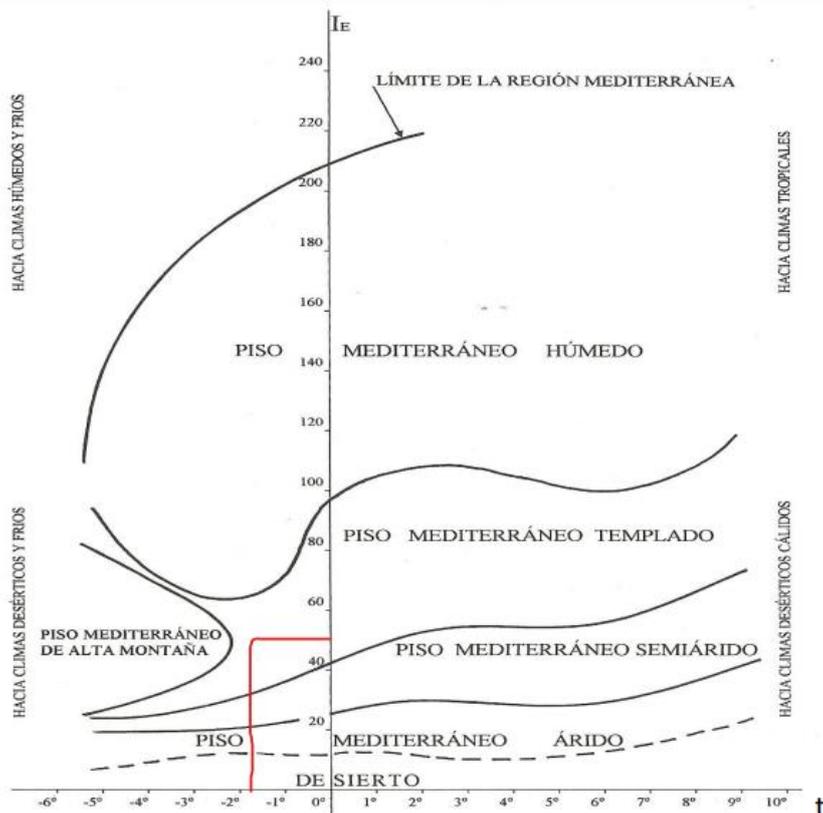
Aplicando la fórmula, en este caso el valor de $K=2000$:

$$Q = 2000 * 468.4 / (302.3^2 - 271.3^2)$$

$$Q = 52.68$$

En el gráfico de Emberger (gráfico 8) la subregión climática para un valor de $Q=52.68$ y un $t_1=-1.7^\circ\text{C}$ es el mediterráneo templado, con un tipo de invierno frío con heladas muy frecuentes, de variedad inferior y de forma otoño.

Gráfico 8. Determinación de la subregión climática según Emberger.



1.10.4. Índice de Vernet

El índice de Vernet es el empleado para diferenciar el régimen hídrico de los climas mediterráneos, continental y oceánico. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$I = \pm 100 * (H-h) * t_v / (P * P_v)$$

Siendo:

El valor del signo será “-” si el verano es el 1º o 2º de los mínimos pluviométricos; y signo “+” en caso contrario.

H → precipitación de la estación más lluviosa (mm);

h → precipitación de la estación más seca

P → precipitación anual (mm);

Pv → precipitación estival (mm). $P_v = P_6 + P_7 + P_8 = (\text{jun} + \text{jul} + \text{ag})$

Tv → media de las temperaturas máximas estivales $T_{\text{estival}} = [(T_{VI} + T_{VII} + T_{VIII}) / 3]$

Aplicando la fórmula:

$$I = -100 * (49.7 - 19.6) * 28 / (468.4 * 58.7)$$

$$I = -3.07$$

Se obtiene un valor del índice de -3.07. En la tabla 29 se muestra una relación entre el índice de Vernet y la zona de influencia climática.

Tabla 29. Zona de influencia climática según Vernet.

I	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

Según la tabla, la zona tiene un clima de tipo mediterráneo.

1.11. Clasificación climática de Köppen

En general las clasificaciones climáticas establecen una serie de categorías definidas por una serie de condiciones sobre parámetros climáticos, para acotar unos ecosistemas (con referencia especial a la vegetación) y franjas latitudinales. Es decir, se basan en los conocimientos de la meteorología sirviendo de claro apoyo a la fitogeografía.

Las comunidades vegetales, comunidades definidas por similitud morfológica, están condicionadas por el régimen hídrico. Es decir; el agua regula la posibilidad de existencia de un bosque cerrado, de un bosque claro, de matorral, de herbazal o de desierto. Dentro de una determinada formación, las diversas asociaciones, comunidades definidas por similitud florística, vienen condicionadas por la temperatura.

Esto es, dado un cierto régimen hídrico, la temperatura define la selva o la taiga, la sabana o la estepa. Aunque, el límite altitudinal y el latitudinal viene determinado por la temperatura, y las circunstancias edáficas pueden condicionar la existencia de una cierta formación y/o una determinada asociación vegetal. Köppen establece una clasificación climática basada en el grado de aridez y la temperatura. Define diferentes tipos de clima según los valores de la temperatura y de precipitación, independientemente de la situación geográfica. Para poder aplicar correctamente las tablas siguientes, hay que tener en consideración que todos los valores de precipitación vienen en cm.

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

Tabla 30. Temperatura y Precipitación media por mes y año.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGS	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
Pm (cm)	4.47	2.99	3.30	5.21	4.74	2.78	1.43	1.66	3.05	6.45	5.43	5.33	46.84
Tm (°C)	3.7	4.9	7.6	9.9	13.4	17.4	20.1	19.8	16.1	12.0	7.1	4.9	11.4

Para clasificar la primera categoría climática, nos ayudamos de la tabla 31, que consta de cinco grupos climáticos.

Siendo:

$t_{m1} \rightarrow$ t media del mes más frío

$t_{m12} \rightarrow$ t media del mes más cálido

$t_m \rightarrow$ temperatura media anual

$P \rightarrow$ precipitación anual

$P_1 \rightarrow$ precipitación media del mes más seco

$P_i \rightarrow$ P medias 6 meses más fríos

$P_v \rightarrow$ P medias 6 meses cálidos

$P_{i6} \rightarrow$ precipitación media máxima (sexto lugar) de los 6 meses más fríos

$P_{v6} \rightarrow$ precipitación media máxima de los 6 meses más cálidos

$P_{i1} \rightarrow$ precipitación media mínima (primer lugar) de los 6 meses más fríos

$P_{v1} \rightarrow$ precipitación media mínima de los 6 meses más cálidos

Tabla 31. Grupo climático según la clasificación de Köppen.

1ª LETRA GRUPO CLIMÁTICO	tm_1	tm_{12}	PERIODO SECO	NOMENCLATURA
A	$\geq 18 \text{ }^\circ\text{C}$			Tropical lluvioso No hay estación invernal
B			$P < 2 \cdot tm + 14$ o $P < 2 \cdot tm$ y $P_i > 0,7 \cdot P$ o $P < 2 \cdot tm + 28$ y $P_v > 0,7 \cdot P$	Seco Climas secos. La precipitación puede estar uniformemente distribuida en el año Precipitación en la estación invernal Precipitación en la estación de verano
C	$\leq 18 \text{ }^\circ\text{C}$ y $> 0 \text{ }^\circ\text{C}$ (-3°C) Según autores	$> 10 \text{ }^\circ\text{C}$		Templado húmedo mesotérmico Climas lluviosos cálidos y templados. Presentan una estacional invernal y otra estival
D	$\leq 0 \text{ }^\circ\text{C}$	$> 10 \text{ }^\circ\text{C}$		Boreal fríos de los bosques boreales
E		$\leq 10 \text{ }^\circ\text{C}$		Polar Si la altitud es superior a 1500m el grupo será H (según autores)

Según la tabla 30, pertenece al grupo climático "C", debido a que se cumple que, $tm_1 \leq 18^\circ\text{C}$ y $tm_1 > 0^\circ\text{C}$, mientras que $tm_{12} \geq 10^\circ\text{C}$, ya que $tm_1 = 3.7^\circ\text{C}$ y $tm_{12} = 20.1^\circ\text{C}$

El subgrupo climático al que pertenece lo obtenemos de la tabla 32:

Tabla 32. Subgrupo climático según la clasificación de Köppen.

2ª LETRA O SUBGRUPO	GRUPOS POSIBLES		
s	C, D	$P_{i6} > 3 \cdot P_{v1}$	Verano La estación seca se encuentra en el verano
w	A, C, D	$P_{v6} > 10 \cdot P_{i1}$ $6cm > P_1 < (10 - 0,04 \cdot P)$	Cw Dw Aw
f	A, C, D	ni s ni w $P_1 > 6 \text{ cm}$ Precipitación uniforme, no es s ni w Precipitación uniforme, no es s ni w	Af Cf Df
m	A	$6cm > P_1 > (10 - 0,04 \cdot P)$	Am
W	B	$P_i > 0,7 \cdot P$ y $P \leq t_m$ ó $P_v > 0,7 \cdot P$ y $P \leq t_m + 14$ ó P uniforme y $P \leq t_m + 7$	BW
S	B	$P_i > 0,7 \cdot P$ y $t_m < P < 2 \cdot t_m$ ó $P_v > 0,7 \cdot P$ y $t_m + 14 < P < 2 \cdot t_m + 28$ ó P uniforme y $t_m + 7 < P < 2 \cdot t_m + 14$	BS
T	E	$10^\circ > t_{m12} > 0^\circ$	Tundra
F	E	$0^\circ > t_{m12}$	Hielo perpetuo

Según la tabla 31, para el subgrupo climático hay que fijarse únicamente en los tres primeros subgrupos (s, w, f).

El subgrupo climático al que pertenece es el “s”, debido a que se cumple que $P_{i6} > 3 \cdot P_{v1}$, ya que $5.43 > 3 \cdot 1.43 \rightarrow 5.43 > 4.29$.

En último lugar, la subdivisión climática viene dada por la tabla 33:

Tabla 33. Subdivisión climática según la clasificación de Köppen.

LETRA O SUBDIVISIÓN	GRUPOS POSIBLES		Nomenclatura
a	C,D	$tm_{12} \geq 22^{\circ}$	veranos calurosos
b	C,D	$tm_{12} < 22^{\circ}$; y $(tm_9 + tm_{10} + tm_{11} + tm_{12}) / 4 \geq 10^{\circ}$	veranos cálidos
c	C,D	tm_{10} ó tm_{11} ó $tm_{12} \geq 10^{\circ}$ y $tm_9 < 10^{\circ}$	veranos cortos y frescos
d	D	$tm_1 < -38^{\circ}$	inviernos muy fríos
h	B	$tm > 18^{\circ}$ B	seco y caluroso
k	B	$tm < 18^{\circ}$ B	seco y frío

Del mismo modo que antes, únicamente podemos fijarnos en las tres primeras subdivisiones (a, b, c).

La subdivisión climática se corresponde, en nuestro caso, con la “b”, debido a que se cumple que, $tm_{12} \leq 22^{\circ}\text{C}$ y $(tm_9 + tm_{10} + tm_{11} + tm_{12}) / 4 \geq 10^{\circ}\text{C}$, ya que, $tm_{12} = 20.1^{\circ}\text{C}$ y $tm_{9-12} = 18.35^{\circ}\text{C}$

En resumen, la clasificación de Köppen indica que la zona de estudio es de clima templado-cálido, con estación seca en verano y con veranos cálidos. Por lo tanto, a este tipo de clasificación se denomina con las letras “Csb”.

1.12. Conclusiones

Se puede concluir, que desde el punto de vista climático, el pistacho es un cultivo perfectamente viable en la zona, las temperaturas invernales no deberían presentar problemas para el cultivo de especies frutales de clima templado, entre las que se encuentra el pistacho y no deberíamos encontrarnos ningún problema en la plantación. Se debe dotar a la plantación de un sistema de riego adecuado que permita garantizar una producción abundante y de calidad. El granizo es el elemento climático que más problemas puede generar en plantaciones frutales. Sin embargo, la frecuencia con la que se producen granizadas en la zona es muy baja, por lo que no se considera necesaria la instalación de un sistema de defensa. Los demás elementos climáticos secundarios no van a originar problemas.

2. Estudio edafológico

2.1. Introducción

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

2.2. Toma de muestras

La parcela objeto de estudio tiene unas características del terreno homogéneas. Se puede apreciar a simple vista que la tierra tiene el mismo color y una textura similar.

Para obtener un correcto resultado de los análisis edafológicos, se realizó una calicata de 1.5 m de profundidad. Se obtuvo 1 kg de tierra para ser analizada en el laboratorio.

2.3. Resultado de los análisis

En la tabla 34 se presentan los parámetros analizados de la muestra de suelo obtenida:

Tabla 34. Características físico-químicas del suelo.

Parámetros	Resultado	Método	Valoración
Profundidad	1.5 metros	Calicata	Sin problema
Arena	79.4%	ISSS	Alto
Limo	10.6%	ISSS	Bajo
Arcilla	10%	ISSS	Bajo
Textura	-	ISSS	Franco-Arenoso
pH	8.4	Potenciométrico (IAS-03)	Alcalino
Conductividad eléctrica (CE)	0.13 mmhos/cm	1:2,5	No salino
Materia orgánica	2.92%	Oxidación (IAS-05)	Medio
Carbonatos	3%	Calcímetro	Bajo
Caliza activa	4.50%	Calcímetro	Bajo

Fósforo	127 ppm	Espectrofotometría UV/VIS	Alto
Potasio	791 ppm	Fotometría de llama	Alto
Calcio	4125 ppm	Absorción atómica	Muy alto
Magnesio	324 ppm	Absorción atómica	Alto
Sodio	30 ppm	Absorción atómica	Bajo

2.4. Interpretación de los resultados

2.4.1. Características físicas

2.4.1.1. Profundidad

Para determinar la profundidad del suelo de la parcela objeto de estudio se realiza una calicata. La profundidad es una característica muy importante, ya que puede limitar el desarrollo radicular del pistacho. Los cultivos frutales necesitan profundidades libres de al menos 1-1.5 m. en el caso de la parcela, no se espera que se produzcan complicaciones respecto a la profundidad, debido a que la profundidad libre es de 2.5m.

2.4.1.2. Textura

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

Los suelos con textura Franco-arenoso 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 pistacho. Se espera que el desarrollo radicular sea bueno y que no se produzcan problemas de asfixia radicular. Una cuestión a tener en cuenta es el contenido en materia orgánica, que deberá ser adecuado en el momento de la plantación.

2.4.1.3. Estructura

La estructura del suelo está ligado al estado de los coloides del suelo, que pueden formar agregados más o menos estables, esto implica unas condiciones de infiltración

agua y porosidad, por lo que si la estructura es adecuada, se reducirán problemas de drenaje, asfixia radicular.

El suelo presenta una estructura migajosa, con agregados porosos de forma redonda y con buena permeabilidad. Esta estructura favorece la infiltración de agua, asegura unas buenas condiciones de aireación y permite el desarrollo radicular del pistacho, por lo que no se esperan problemas por esta parte.

2.4.1.4. Permeabilidad

La permeabilidad es la capacidad del suelo para transmitir agua o aire, que viene determinada por la textura, profundidad y estructura del suelo. Debido a que dichos parámetros han resultado favorables, se estima que la permeabilidad también tendrá unos valores adecuados para el cultivo y evitará que se produzca asfixia radicular.

2.4.2. Características químicas

2.4.2.1. Alcalinidad

Para definir la alcalinidad de un suelo, se deben tener en cuenta por una parte el contenido en carbonatos y caliza activa, es decir, 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 3%, que se considera bajo en un suelo. El contenido de caliza activa es de 4.50 %, que se asocia a un nivel bajo.

Por su parte, el pH del suelo se sitúa en 8.4, lo que confiere a este suelo un carácter alcalino.

Por tanto, no habrá problemas para el cultivo del pistacho

2.4.2.2. Salinidad

La salinidad indica el contenido total en sales solubles del suelo. Se determina midiendo la conductividad eléctrica del extracto del suelo a una temperatura de 25 °C, teniendo en cuenta los datos de la tabla 34, la conductividad eléctrica es muy baja, por lo que no presentará problemas.

2.4.2.3. Fertilidad

El estudio de la fertilidad del suelo tiene en cuenta el valor de la materia orgánica y el contenido de cada uno de los nutrientes más importantes, fósforo, potasio y magnesio.

En cuanto al contenido en materia orgánica del suelo, este presenta un valor de 2.92 %. Esta es una cantidad media, por lo que se recomienda realizar una enmienda orgánica previa a la plantación para elevar este contenido a valores más adecuados para el cultivo frutal.

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

2.4.3. Agua disponible

2.4.3.1. Capacidad de campo

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

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

La mencionada fórmula es la siguiente:

$$CC = 0.484x Ac + 0.162x L + 0.023 x Ar + 2.62$$

Donde se tiene que:

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

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

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

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

Introducimos nuestros datos y obtenemos:

$$CC = 0.484 * 10 + 0.162 * 10.6 + 0.023 * 79.4 + 2.62 = 11\%$$

La capacidad de campo del suelo es del 11%.

2.4.3.2. Punto de marchitez

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

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

$$PM = 0.302 * Ac + 0.102 * L + 0.0147 * Ar$$

Donde:

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

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

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

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

Introducimos nuestros datos y obtenemos:

$$PM = 0.302 * 10 + 0.102 * 10.6 + 0.0147 * 79.40 = 5.27 \%$$

El punto de marchitamiento del suelo es del 5.27 %

2.4.3.3. Agua útil

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

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

$$AU = 11 \% - 5.27 \% = 5.73 \%$$

El agua disponible en el suelo es 5.73 % expresado en porcentaje de suelo.

2.5. Conclusiones

El suelo presenta unas características físicas adecuadas para el cultivo de cualquier especie frutal. Se trata de un suelo profundo de 1.5 m de textura franco-arenosa y estructura migajosa, con una buena permeabilidad. Por todo ello se espera un adecuado desarrollo radicular de los árboles, con ausencia de problemas de asfixia radicular.

En relación a las características químicas, no presenta problemas en cuanto a la salinidad y la alcalinidad. El pH de nuestro suelo se encuentra en el rango de pH óptimo para el cultivo del pistacho al ser un pH de 8.4. Por todo ello no se esperan problemas de ninguna índole en relación a estos aspectos.

Se trata de un suelo bueno en materia orgánica, con un 2.92%, lo que indica una buena fertilidad. Los nutrientes se encuentran en cantidad suficiente en el suelo.

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

3. Análisis agua de riego

3.1. Toma de muestras

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

Para la recogida de la muestra se ha dispuesto de un recipiente de material plástico de 1.5 L de capacidad, limpio, que después se ha cerrado herméticamente, para que no se altere la muestra.

La muestra se ha llevado a un laboratorio.

3.2. Resultado de los análisis

Los datos de los resultados facilitados tras el análisis de la muestra han sido los siguientes representados en la tabla 35:

Tabla 35. Resultados del análisis del agua de riego.

Parámetro	Resultado
CE	0.69 mmhos/cm
pH	8.02
Bicarbonatos	4.66 meq/L
Carbonatos	0.167 meq/L
Cloruros	3.66 meq/L
Sulfatos	3.8 meq/L
Nitratos	0.398 meq/L
Nitritos	0.001 meq/L
Magnesio	3.15 meq/L
Calcio	3.87 meq/L
Sodio	4.5 meq/L
Potasio	0.184 meq/L
RAS	2.38

Clasificación	C2S1
----------------------	------

3.3. Interpretación de los resultados

3.3.1. Salinidad

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

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

$$SD = 0.64 * CE$$

Donde:

SD: concentración de sales disueltas.

CE: conductividad eléctrica en mmhos/cm.

Introducimos nuestros datos y obtenemos:

$$SD = 0.64 * 0.69 = 0.441 \text{ g/L}$$

Dado que la concentración de sales disueltas del agua analizada es de 0.512 g/L, que es inferior a 1 g/L, observamos que el agua es apta para el riego.

3.3.2. pH

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

El intervalo normal de pH del agua de riego está entre 6 y 8.5. Los valores altos o bajos indican la presencia de productos contaminantes. El agua analizada no presenta problemas, ya que tras realizar las pruebas obtenemos que su pH (8.02) se sitúa dentro del rango normal.

3.3.3. Sodicidad

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

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

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

RAS

Para el cálculo del RAS se utiliza la siguiente expresión:

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

Introducimos nuestros datos y obtenemos:

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

En la tabla 36, se muestra el efecto que tiene el nivel de sodicidad del agua sobre el suelo.

Tabla 36. Efectos del nivel de sodicidad del agua de riego expresado en RAS sobre el suelo.

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

Dado que la muestra analizada presenta un RAS de 2.91 el agua utilizada para el riego tiene una baja alcalinidad y es apta para el riego en todo tipo de suelos

RASaj

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 RASaj:

$$\text{RAS aj} = \text{RAS} (1 + (8.4 - \text{pHc}))$$

Donde:

8.4: pH del agua destilada en equilibrio con el CaCO_3 .

pHc: pH teórico del agua de riego en contacto con la calcita y en equilibrio con el CO_2 . El pHc se determina mediante la siguiente fórmula:

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

Dónde:

pK2 y pKc son los logaritmos con signo cambiado de la segunda constante de disociación del H_2CO_3 y de la constante de solubilidad del CaCO_3 .

p (Ca + Mg) es el logaritmo negativo de la concentración de $(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$

p (Alk) es el logaritmo negativo de la concentración equivalente de $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$

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

$$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+ = 3.87 + 3.15 + 4.5 = 11.52 \text{ meq/l}$$

A partir de ese valor se determina la $(\text{pK}_2 - \text{pK}_c)$, que en este caso es 2.3.

$$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} = 3.87 + 3.15 = 7.02$$

A partir de ese valor se determina la $\text{p}(\text{Ca} + \text{Mg})$, que en este caso es 2.45

Por último, se calcula la suma de aniones CO_3^{2-} y CO_3H^- :

$$\text{CO}_3^{2-} + \text{CO}_3\text{H}^- = 0.167 + 4.66 = 4.827$$

A partir de ese valor se determina la $\text{p}(\text{Alk})$, que en este caso es 2.3.

Por tanto, el pHc es: $\text{pHc} = 2.3 + 2.45 + 2.3 = 7.05$

Sustituyendo en la ecuación del RAS ajustado se obtiene:

$$\text{RAS aj} = 2.38 (1 + (8.4 - 7.05)) = 5.59$$

Tabla 37. Clasificación de la peligrosidad del agua según el RAS aj.

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

Según la tabla 37, que muestra la peligrosidad del agua y con el valor obtenido (5.6), se puede decir que el agua es totalmente apta para el riego, puesto que no hay riesgo alguno de sodificación.

3.3.4. Carbonato sódico residual (Eaton)

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

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

Por lo tanto, sustituyendo en la anterior ecuación queda:

$$\text{CSR} = (0.167 + 4.66) - (3.87 + 3.15) = -2.2 \text{ meq/l}$$

Con valores de CSR inferiores a 1.25 meq/L el agua es recomendable para el riego. Puesto que el valor de CSR es de -2.2 meq/L, se puede concluir que el agua es apta para el riego, pues no tiene una capacidad degradante elevada

3.3.5. Dureza

La dureza se define por el contenido en Ca y Mg (dureza total). Suele expresarse en mg/l de CaCO₃ o bien en grados franceses ("F"). (1 F = 10 mg/l de CaCO₃), aunque esta última unidad va cayendo en desuso.

La dureza de las aguas subterráneas naturales varía generalmente entre 10 y 300 mg/l de CaCO₃, pudiendo llegar a 2000 o más. El agua analizada para el riego presenta unos valores de calcio y magnesio de 3.87 meq/l y 3.15 meq/l, respectivamente. Convirtiéndolos en mg/l son 77.4 mg/l de calcio y 38.27 mg/l de magnesio. Para conocer la interpretación se debe transformar a grados franceses, según la siguiente expresión:

$$hF^\circ (\text{mg/l CaCO}_3) = \text{Ca}^2(\text{mg/l}) \times 0.25 + \text{Mg}^2 (\text{mg/l}) \times 0.413$$

Introducimos nuestros datos y obtenemos:

$$hF^\circ = 77.4 \times 0.25 + 38.27 \times 0.413 = 35.15^\circ \text{ F}$$

En la tabla 38, se muestra la clasificación del agua en función de su dureza.

Tabla 38. Clasificación del agua según su dureza.

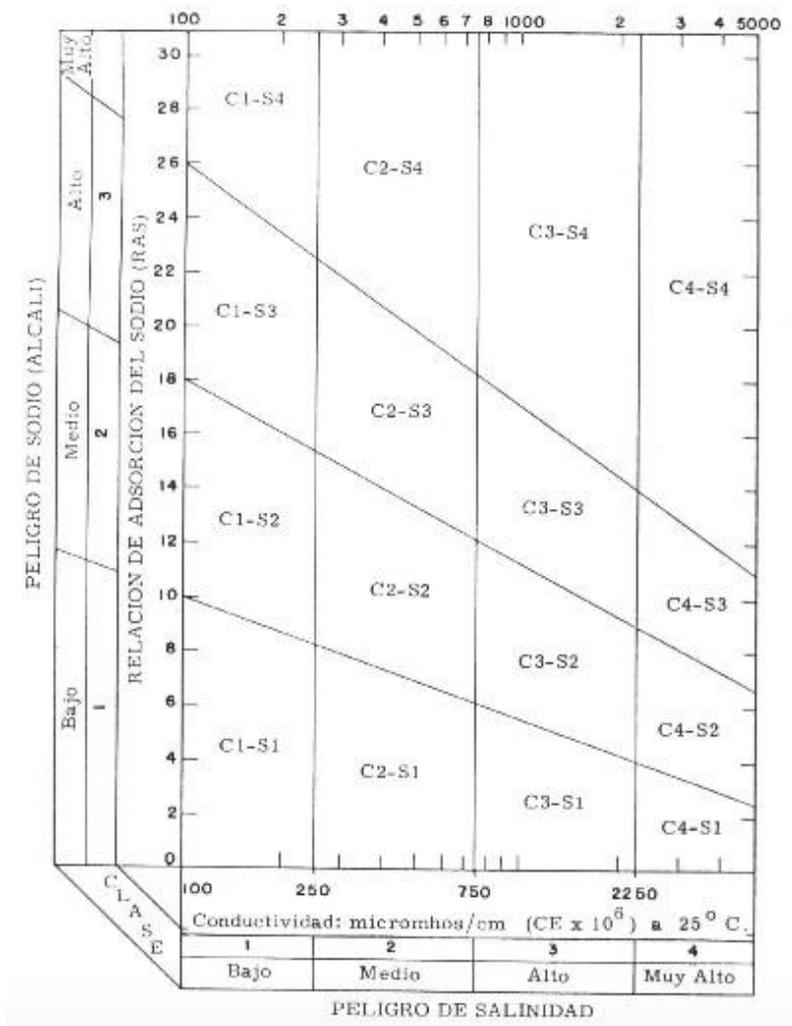
Dureza (en mg/l CaCO ₃)	Tipo de agua
<60	Agua blanda
60-120	Agua moderadamente dura
120-180	Agua dura
>180	Agua muy dura

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

3.3.6. Normas Riverside de clasificación del agua de riego

Establece la clase del agua en función del riesgo de salinización (mediante la CE) y la relación de absorción de sodio que pueda originar su uso. Así, se establecen categorías de clases de aguas enunciadas según las letras C (salina) y S (sódica). Para su clasificación se utiliza el siguiente gráfico 9, situando en el eje de abscisas la conductividad eléctrica, en micromhos/cm y en el de ordenadas la relación de absorción de sodio.

Gráfico 9. Determinación de la clasificación del agua de riego según la Norma Riverside.



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

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

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

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

3.4. Conclusiones

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

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

4. Estudio de mercado

4.1. Introducción

El pistacho *Pistacia Vera* L., es un árbol caducifolio, perteneciente a la familia de las anacardiáceas, puede alcanzar los 10 m de altura, con flores masculinas y femeninas separadas en arboles diferentes.

Los pistachos han formado parte de la dieta humana desde, al menos, finales del paleolítico. Se piensa que el árbol *Pistacia* se introdujo en Italia por el cónsul romano en Siria. El cultivo comenzó a desarrollarse tanto en Sicilia como en la Península Ibérica durante la dominación árabe. En esos años de ocupación, se convirtió en un cultivo agrícola que se extendió por muchas regiones mediterráneas. En España, se extendió principalmente por Andalucía.

Tras la reconquista, se comenzaron a eliminar los árboles machos por improductivos durante un dilatado periodo de años. Por lo que, las siguientes generaciones, desconociendo la razón por la que los árboles anteriormente productivos (hembras) habían dejado de serlo de manera tan repentina, iniciaron su progresiva eliminación, circunstancia que hizo desaparecer la especie *Pistacia Vera* L., de la península definitivamente.

En la década de los 80, el cultivo se reintroduce a través de la región de Cataluña, y comienza la importación de material vegetal de diferentes partes del mundo.

A finales de la década de los 90, el Centro Agrario El Chaparrillo (CAC) comienza a difundir el cultivo por la península, optando por el pie autóctono *Pistacia Terebinthus* L. Una de las razones fundamentales del aumento de superficie en España, se debe al programa gratuito de reparto de yemas al agricultor llevado a cabo durante más de una década por el CAC.

Existe gran similitud entre los datos de producción de plantaciones españolas y los países emblemáticos en el cultivo como son Irán, Turquía o Siria.

En plantaciones de secano en España, la oscilación productiva de los 15 primeros años de cultivo se cifra entre 800-1500 kg/ha, con una media de producción neta de 1000

kg/ha. Mientras que en las plantaciones de regadío, se establece una media productiva, a partir del décimo año de cultivo, de 1900 kg/ha.

Los factores más influyentes en la producción son el suelo, el marco de plantación y los cuidados del árbol.

4.2. Descripción del canal de comercialización

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

Maduración

A partir de finales del mes de agosto los frutos comienzan a experimentar cambios que anuncian la llegada a la madurez. Aparecen tres síntomas significativos que son:

- El color del epicarpio pasa de un color verde a marfil y después a rosa mate, en la variedad Kerman, en el resto de cultivares pasa de un color verde brillante. a rosa pálido.
- La facilidad de eliminar el mesocarpio (pellejo) de la cáscara entre los dedos índice y pulgar. El pellejo permanece adherido a la cáscara tanto en los frutos inmaduros como en los vacíos, en el primer caso hasta que llegue a la madurez.
- Caída de algunos frutos al suelo en relación con los inmaduros o vacíos.

Todos los cambios que confirman la madurez tienen lugar entre finales de agosto y finales de septiembre en los cultivares tempranos y desde mediados de septiembre hasta primeros de noviembre en los tardíos, dependiendo de las condiciones térmicas de cada año.

Externamente se produce una zona de escisión entre el fruto y el pedúnculo que lo sujeta al racimo, lo que hace que se desprendan con facilidad con una ligera vibración del árbol. A la vez que ocurren esos cambios, en el interior también se producen una disminución de la humedad, de la respiración y del contenido de proteínas, mientras que se elevan las sustancias de reservas como grasas y azúcares.

Recolección

La cosecha de pistachos comienza cuando entre el 60% y 70% de los frutos llenos de un racimo se desprenden fácilmente de su cáscara. Aunque la maduración escalonada podría sugerir recolecciones múltiples, esta opción es costosa y puede reducir la calidad del fruto al dejarlo más tiempo en el árbol. Cosechar demasiado pronto aumenta el porcentaje de frutos sin abrir y reduce el peso del grano, mientras que retrasar la recogida eleva el riesgo de daños por insectos, manchas en la cáscara y contaminación interna.

La recolección puede realizarse de manera manual o mecánica, dependiendo del país.

- En la recolección manual, los pistachos se recogen a mano y se depositan en cestos, típicamente en países donde la agricultura es intensiva en mano de obra. Este enfoque utiliza plantaciones densas en seto, pero tiene la desventaja de favorecer la difusión de hongos, lo que disminuye su valor comercial.
- En cuanto a la recolección mecánica, existen diversas modalidades, como vibradores acoplados a tractores o máquinas autopropulsadas. Tras la recolección, los pistachos se trasladan a una nave para su pelado inmediato. Algunas máquinas incluso integran peladores que eliminan la cáscara antes de depositar los frutos en un remolque. La eficiencia de la recolección varía según el método empleado. Para árboles jóvenes, se puede utilizar un vibrador de paraguas o una barra vibradora con una lona en la base. Es esencial considerar el tipo de recolección al diseñar la plantación, asegurando que haya suficiente espacio entre las calles para la maquinaria y estableciendo la altura adecuada de la cruz del árbol para maximizar la eficiencia y evitar daños.

Transporte

Independientemente del momento óptimo de la recogida, existen prácticas que retrasan o paralizan la proliferación de hongos en los frutos, como cargarlos recién cosechados y sin pelar en camiones frigoríficos para su traslado a la planta de procesado. Si el almacenamiento se lleva a cabo en lugares frescos y aireados, esa carga podría aguantar hasta 24 horas. En cualquier caso, el trayecto debe realizarse en el menor tiempo posible y en las mejores condiciones. La experiencia indica que el periodo máximo en el que la carga debe permanecer en camiones isoterms o bien ventilados es de 48 horas. Independientemente del transporte, para que no se superen los 25 °C internos, la carga debe ir lo más ventilada posible. Alargar este periodo podría favorecer el manchado de la cáscara y la contaminación por aflatoxina con niveles que aumentarían en función del retraso del pelado y el aumento de la temperatura interna. La ventilación del medio de transporte debe ser de al menos un 5% de la superficie total de sus paredes. Si se desea mantener la cosecha sin pelar durante más de 2 días en un almacén o transportarla durante ese tiempo debe hacerse en cámaras de refrigeración a 0 °C con ventilación a base de aire forzado y con una humedad relativa inferior al 70%.

Procesado

Esta fase comprende numerosas operaciones que se llevan a cabo en el interior de una nave totalmente aséptica, la cual dispone de espacios suficientemente amplios para la recepción de los materiales.

Después de la recolección, los frutos se trasladan a la planta del procesado de manera inmediata y son descargados en una tolva. Por medio de una cinta transportadora se llevan a la zona de prelimpiado en la que una aventadora separa las hojas, ramas y las pequeñas piedras. Las operaciones principales del procesado son las siguientes:

- Pelado: debe realizarse antes de las 24 horas posteriores a la recolección para así obtener la máxima blancura de cáscara y reducirlos las posibles contaminaciones. Los frutos ya pelados pueden ser conservados sin pérdida de calidad hasta unas ocho semanas a 0 °C con una humedad relativa inferior al 70%.
- Secado: el contenido medio de humedad en un fruto recién recogido suele estar entre un 20 y un 50%. Tras el secado este valor debe ser reducido hasta un 4-7% con una actividad de agua de 0.82 a corto plazo. El secado ideal es aquel que más se acerque a un secado natural para mantener la máxima calidad organoléptica de los frutos. En el proceso del secado mecánico factores como la temperatura o la humedad deben controlarse permanentemente.

4.3. Situación de mercado a nivel mundial

Se realizó un estudio de mercado que comenzó con una visualización global de la situación, para luego centrarse en los mercados locales. Debido a la globalización, los precios fluctúan al alza o a la baja en función de la abundancia de la producción.

La superficie de cultivo a nivel mundial supera las 450,000 hectáreas. Irán es el país con mayor superficie, contabilizando 250,000 hectáreas, la mayoría de ellas dedicadas a un cultivo regular e intensivo. Le siguen Estados Unidos, Turquía, China y Siria.

En la actualidad, la producción mundial del pistacho ha superado las 600000 toneladas, lo que supone un incremento respecto a los últimos años.

Las importaciones a nivel mundial las encabeza China, seguidas de la Unión Europea, Emiratos Árabes y Canadá. En el caso de las exportaciones, Irán y Estados Unidos se alternan el primer puesto.

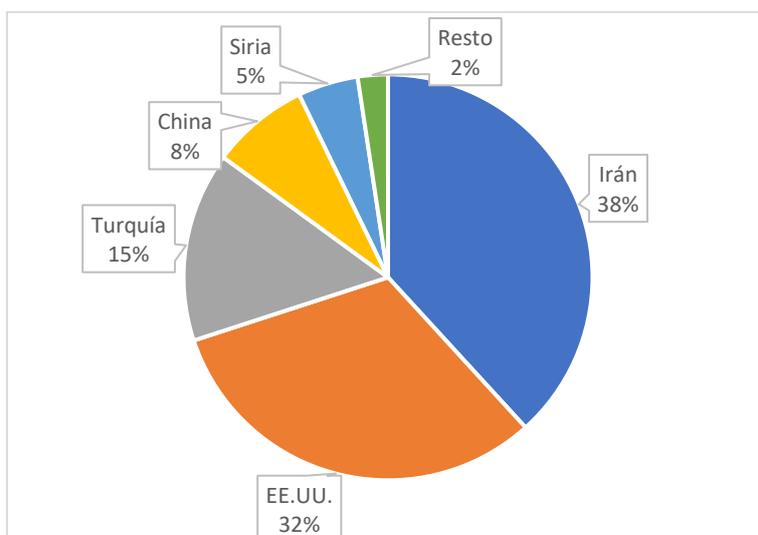
La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), recoge datos de superficie, rendimiento, y producción del cultivo del pistacho en el mundo. En la tabla 39, se observan los datos de producción del pistacho de los principales países productores y a nivel mundial del periodo de años más próximo a la actualidad (2014-2020). En el gráfico 10, se muestra la cuota de producción de dichos países.

Tabla 39. Producción mundial de pistacho (toneladas) (Fuente: FAO).

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Irán	440814	430000	574987	648934	143695	337815	190000
EE.UU.	233146	122470	406646	272290	447700	336112	474004
Turquía	80000	144000	170000	78000	240000	85000	296376

China	78232	83533	78588	80118	80747	79818	80227
Siria	28786	52499	49753	51048	61631	31813	69403
Resto	26511	29085	35174	37455	14241	14561	15295
Total	887489	861587	1315148	1167845	988014	885119	1125305

Gráfico 10. Cuota de producción de los principales países productores de pistacho.



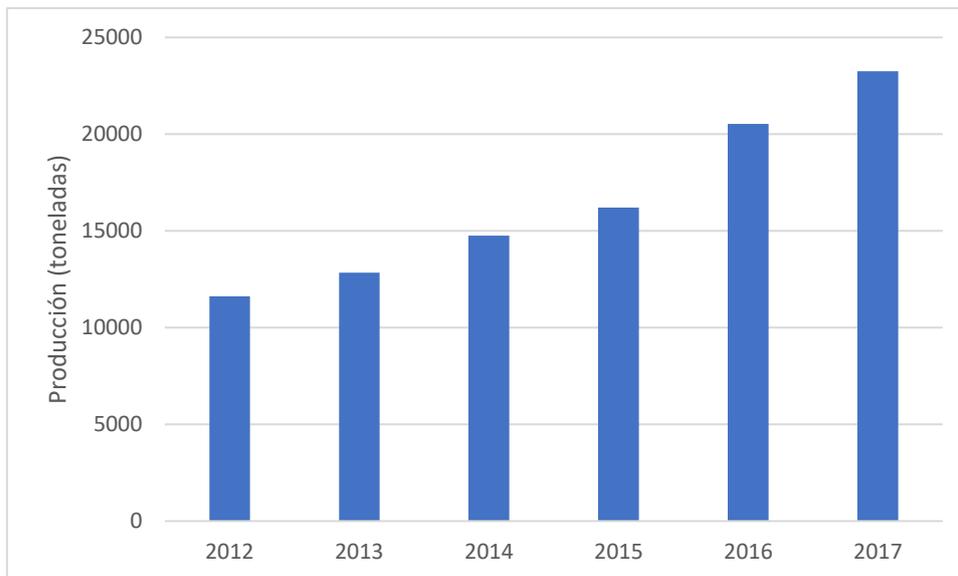
4.4. Situación de mercado en la Unión Europea

Aunque la superficie de cultivo disperso es elevada, las plantaciones regulares rondan las 28000 hectáreas, encabezadas por España y seguidas por Grecia e Italia. la mayor producción se da en esta última, con unas 3000 toneladas.

El principal importador de pistacho de la Unión Europea es Alemania seguido de Luxemburgo e Italia. Del mismo modo el principal exportador de la Unión Europea es Alemania seguido de Bélgica, Luxemburgo y España. debido a que la mayor parte de los países que integran la Unión Europea no son productores los mercados de exportación e importación se dedican a manufacturar acondicionar y vender los pistachos adquiridos de otros países.

Según los datos de la FAO, en la unión europea, las producciones del pistacho han ido aumentando a lo largo de los años. Se cuenta con una superficie cosechada de 28638 ha y una producción máxima de 24000 toneladas. En el gráfico 11, se muestran las producciones de pistacho en los últimos años (2012-2017).

Gráfico 11. Producción de pistacho en la Unión Europea (toneladas). (Fuente: FAO).



Como se observa, la producción ha ido en aumento, siendo la producción máxima la del último año registrado. Este aumento se debe a los avances en el cultivo y las variedades que han permitido rentabilizar más el pistacho, también se debe a la gran demanda del cultivo.

4.5. Situación de mercado en España

El Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA) recoge los datos de superficie, rendimiento y producción del cultivo del pistacho.

En España, hay un total de 20415 ha cultivadas de pistacho, lo que supone una producción de 7545 toneladas entre secano y regadío. En la tabla 40, se muestran la superficie y producción de España y sus comunidades autónomas.

Tabla 40. Superficie y producción del pistacho en España. (Fuente: MAPAMA).

Comunidades Autónomas	Superficie (ha)			Producción (toneladas)
	Secano	Regadío	Total	
NAVARRA	–	20	20	8
ARAGÓN	97	71	168	38
CATALUÑA	200	166	366	325
CASTILLA Y LEÓN	200	559	759	148

MADRID	90	49	139	36
CASTILLA-LA MANCHA	11.683	3.287	14.970	5.143
C. VALENCIANA	107	17	124	10
R. DE MURCIA	175	457	632	334
EXTREMADURA	–	773	773	277
ANDALUCÍA	1.749	716	2.464	1.226
ESPAÑA	14.301	6.115	20.415	7.545

Las comunidades que mayor producción de pistacho tienen son Castilla La Mancha y Andalucía, también son las que mayor superficie de cultivo tienen.

En cuanto a la importación de pistacho, se estima que es de 12000 toneladas anuales, siendo de los principales países productores a nivel mundial mencionados anteriormente, como Irán. También se realizan exportaciones, pero en menor cantidad.

4.6. Conclusiones

Gracias al análisis de los datos mostrados anteriormente, se observa que la demanda de pistacho en España es importante. Por lo que la situación actual del mercado es favorable para el establecimiento de plantaciones de pistacho.

Este cultivo es excelente para explotaciones que busquen una inversión a largo plazo pero que una vez se esté en producción proporciona grandes beneficios.

Si nos atenemos a los datos históricos de este cultivo su precio siempre ha sido alto, por lo que a pesar de no poder estimar los datos futuros con exactitud, los datos actuales son muy positivos, manteniéndose alrededor de los 8 €/Kg.

ANEJO II: Situación actual

ÍNDICE ANEJO II

1. Forma de explotación actual	4
2. Evaluación financiera de la situación actual	5

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ingresos de producción de la parcela.....	5
Tabla 2. Ingresos anuales totales.	6
Tabla 3. Gastos generales por año de la parcela.	6
Tabla 4. Gastos por los tratamientos de abonos y herbicidas que se aplican en la cebada.	7
Tabla 5. Gastos por los tratamientos de abonos y herbicidas que se aplican en el trigo.	7
Tabla 6. Gastos por los tratamientos de abonos y herbicidas que se aplican en las lentejas	8
Tabla 7. Gastos anuales totales.....	8
Tabla 8. Beneficios anuales y totales.....	9

1. Forma de explotación actual

La parcela objeto de estudio es propiedad del promotor del proyecto, es él, quien se encarga de hacer todas las labores en ella. Dicha parcela, que consta de 4.5 hectáreas, es parte de una explotación de 350 hectáreas de secano. La parcela tiene un pozo habilitado para la obtención de agua, aunque en la explotación actual no se utiliza, ya que los cultivos que se siembran son de secano.

La explotación actual tiene una maquinaria básica para realizar todas las labores necesarias en los cultivos, como la siembra, tratamientos de abonado y herbicidas y la posterior cosecha. Las máquinas son las siguientes:

- Tractor Deutz-Fahr 6165 Rcshift de 165 CV.
- Tractor Deutz-Fahr 6.20 de 130 CV con una pala Tenías 2000 incorporada.
- Tractor Deutz-Fahr 200t de 210 CV.
- Cosechadora Class Lexion 460 con un peine de 6.70 m.
- Máquina de siembra directa Kverneland de 5 m.
- Cultivador Conquilde Herba de 6m.
- Cultivador semichisel Hersan de 5m.
- Máquina suspendida de herbicida Aguirre de 2000 L y 18 m.
- Máquina de abonado Cleris de 6000 Kg.
- Remolque bañera basculante de 14 toneladas.
- Remolque de 8 toneladas.
- Dos remolques de 7 toneladas.

Actualmente, la parcela se dedica al cultivo de cereales y leguminosas de secano, se hace llevando a cabo una rotación de cultivos de trigo/cebada/lentejas/trigo. Este criterio de rotación se basa en sembrar especies de diferentes ciclos y necesidades nutritivas, para así, evitar el agotamiento del suelo y mejorar su fertilidad. Además, esta rotación interrumpe los ciclos de plagas y enfermedades, y diversifica la producción, evitando que las enfermedades perpetúen en el tiempo.

Debido a la mayor producción de cereales, estos aportan una seguridad económica significativa. Las leguminosas, por su parte, mejoran la fertilidad del suelo al fijar nitrógeno, lo que resulta beneficioso para el siguiente cultivo y reduce la necesidad de fertilizantes.

Las labores en los cultivos de cebada y trigo son similares. En el caso de la cebada, se suele sembrar a finales de noviembre o principios de diciembre la variedad "Meseta" mediante siembra directa. Luego se pasa el rodillo y se abona la parcela con 350 kg/Ha de 8-15-15 y 250 kg/Ha de NAC 27% (amonitro). Se aplican herbicidas contra hoja ancha, como el bromo, y productos que contienen flufenacet (GRUPO HRAC K3) y diflufenican, con una dosis de 0,5 L/Ha. En ocasiones, es necesario tratar la avena como mala hierba, aunque no es frecuente. También se pueden utilizar insecticidas y fungicidas, aunque en los últimos años no ha sido necesario. La cosecha se realiza a principios de julio, cuando el grano está completamente seco.

Para el trigo, se lleva a cabo una siembra directa a principios de noviembre con la variedad "Craklin", seguida del paso del rodillo. Se abona con 350 kg/Ha de 8-15-15 y 250 kg/Ha de NAC 27% (amónitro). Los tratamientos herbicidas incluyen la aplicación de Clodinafop-propargil (20% p/p) y Piroxsulam (7,5% p/p) en una dosis de 250 g/Ha como herbicida de post-emergencia; Metribuzina con una dosis de 100 g/Ha en pre o post-emergencia; y Florasulam con una dosis de 100 cm³/Ha en post-emergencia. Luego se aplica un fungicida con una dosis de 1 L/Ha y un insecticida con una dosis de 250 cm³/Ha. La cosecha se realiza a principios de julio, cuando el grano está completamente seco.

En el cultivo de lentejas, se realiza siembra directa de la variedad "Pardina" con IGP de Tierra de Campos entre el 20 de febrero y el 10 de marzo, seguida del paso del rodillo. No se aplica ningún abono. El tratamiento incluye herbicidas a base de Clethodim en post-emergencia con una dosis de 1 L/Ha, y un insecticida con lambda-cihalotrina contra el gorgojo y el pulgón verde, según el Instituto Técnico y de Gestión Agrícola (ITG), con una dosis de 0,075 cm³/Ha. La cosecha se realiza a finales de julio o principios de agosto.

Antes de la siembra, se aplica un herbicida total (Glifosato) con una dosis de 0,5 L/Ha en los tres cultivos. En el caso de las lentejas, esta aplicación puede repetirse en diciembre y en febrero, cerca de la siembra.

Tras la cosecha de este año, el propietario de la parcela y promotor del proyecto ha decidido establecer una plantación de pistachos, con el objetivo principal de aumentar la rentabilidad de la parcela.

2. Evaluación financiera de la situación actual

En cuanto a la evaluación financiera de la situación actual de la parcela, se debe tener en cuenta tanto ingresos como gastos, se van a evaluar los beneficios de la rotación en conjunto. Los ingresos provienen de la cosecha que se obtiene al final de cada campaña, así como del ingreso de la PAC sobre esta parcela, que asciende a 200 €/Ha al estar considerada como regadío, por lo que, 200 €/Ha * 4.5 ha = 900 €/año.

En la tabla 1, se calculan los ingresos obtenidos de las producciones de la rotación de cebada/trigo/lenteja/trigo. En el caso de la lenteja, se tiene un contrato de venta, por lo que el precio de venta es un valor previamente fijado. En la tabla 2, se especifican los ingresos anuales de cada año de rotación.

Tabla 1. Ingresos de producción de la parcela.

Cultivo	Hectáreas	Producción (Kg)	Precio (€/Tn)	Total (€)
Cebada	4.5	3500	200	3150
Trigo	4.5	4000	210	3780

Lentejas	4.5	1100	600	2970
Trigo	4.5	4000	210	3780
Total				13680

Tabla 2. Ingresos anuales totales.

		PAC (€/año)	Producción (€/año)	Total (€)
Año 1	Cebada	900	3150	4050
Año 2	Trigo	900	3780	4680
Año 3	Lentejas	900	2970	3870
Año 4	Trigo	900	3780	4680
Total				17280

En cuanto a los gastos, incluyen el pago del IBI del Ayuntamiento de Villasexmí, que asciende a 10 €/año, se añaden las labores de siembra, abonado, tratamientos herbicidas, rodillado y cosecha, que aunque las realiza el promotor, también conllevan un gasto. A esto se suman los gastos en materiales de abonos y herbicidas utilizados en la parcela.

Se definen como gastos generales los que se producen con las labores de siembra, rodillado, abonado y cosecha, así como, el herbicida total aplicado antes de la siembra, durante los años que dure la rotación de la parcela, es decir, 4 años. Estos datos aparecen reflejados en la Tabla 3.

Tabla 3. Gastos generales por año de la parcela.

Labor	Hectáreas	Precio (€/Ha)	Aplicaciones en 4 años	Total (€)
Siembra	4.5	40	1	180
Rodillo	4.5	15	1	67.5
Cosecha	4.5	50	1	225
Total	4.5			472.5

A estos gastos generales se debe añadir el tratamiento con herbicida total glifosato previo a la siembra de cada año, con una dosis de 0.5 L/Ha, a un precio de 6.60 €/L, por lo que: $G = 0.5 \text{ L/Ha} * 6.60 \text{ €/L} = 3.30 \text{ €/Ha} * 4.5 \text{ ha} = 14.85 \text{ €}$.

En las tablas 4, 5 y 6 se detallan los gastos de los tratamientos de abonos y herbicidas que se aplican en la cebada, el trigo y las lentejas, respectivamente.

Tabla 4. Gastos por los tratamientos de abonos y herbicidas que se aplican en la cebada.

Tratamiento	Hectáreas	Dosis	Precio	Total (€)
Abono 8-15-15	4.5	350 kg/Ha	355 €/Tn	559.13
NAC 27%	4.5	250 kg/Ha	300 €/Tn	337.50
Herbicida Metribuzina	4.5	100 g/Ha	24 €/0.5 Kg	21.60
Herbicida flufenacet y diflufenican	4.5	0.5 L/Ha	55 €/L	123.75
TOTAL				1041.98

Tabla 5. Gastos por los tratamientos de abonos y herbicidas que se aplican en el trigo.

Tratamiento	Hectáreas	Dosis	Precio	Total (€)
Abono 8-15-15	4.5	350 kg/Ha	355 €/Tn	559.13
NAC 27%	4.5	250 kg/Ha	300 €/Tn	337.50
Herbicida Clodinafop-propargil (20% p/p) y Piroxsulam (7,5% p/p)	4.5	250 g/Ha	90 €/0.5 Kg	202.50
Herbicida Metribuzina	4.5	100 g/Ha	24 €/0.5 Kg	21.60
Herbicida Florasulam	4.5	100 cm ³ /Ha	95 €/L	42.75
Fungicida	4.5	1 L/Ha	13 €/L	58.50
Insecticida	4.5	250 cm ³ /Ha	8 €/L	9
TOTAL				1230.98

Tabla 6. Gastos por los tratamientos de abonos y herbicidas que se aplican en las lentejas

Tratamiento	Hectáreas	Dosis	Precio	Total (€)
Herbicida clethodim.	4.5	1 L/Ha	35 €/L	157.50
Insecticida lambda-cihalotrina.	4.5	0.075 cm ³ /Ha	90 €/L	0.030
TOTAL				157.53

A continuación, en la tabla 7, se muestran los gastos de cada año de rotación, en el que se incluyen el pago del IBI, la aplicación de glifosato previa a cada siembra y los gastos en la aplicación de abonos y tratamientos que cada cultivo.

Tabla 7. Gastos anuales totales.

		IBI (€/año)	Glifosato (€/año)	Labores (€/año)	Gastos abonos y tratamientos	Total (€)
Año 1	Cebada	10	14.85	472.5	1041.98	1539.33
Año 2	Trigo	10	14.85	472.5	1230.98	1728.33
Año 3	Lentejas	10	14.85	472.5	157.53	654.88
Año 4	Trigo	10	14.85	472.5	1230.98	1728.33
Total						5650.87

En la tabla 8, aparece el valor de los beneficios totales, teniendo en cuenta los ingresos y gastos calculados anteriormente para cada año y cultivo.

Tabla 8. Beneficios anuales y totales.

		Ingresos	Gastos	Beneficios
Año 1	Cebada	4050	1539.33	2510.67
Año 2	Trigo	4680	1728.33	2951.67
Año 3	Lentejas	3870	654.88	3215.12
Año 4	Trigo	4680	1728.33	2951.67
Total		17280	5650.87	11629.13

Por lo tanto, el beneficio de la parcela durante los 4 años de rotación es de **11629.13 €**, lo que el beneficio medio anual es de **2907.28 €** aproximadamente.

Aunque estas cifras sugieren un potencial de rentabilidad favorable para la parcela, con el cultivo de pistacho se estima que este beneficio será mayor, dependiendo de diversos factores que aún no se han implementado o evaluado por completo en la plantación. Por lo tanto, aunque los resultados iniciales son prometedores, se recomienda una evaluación más específica del proyecto para confirmar la rentabilidad proyectada.

ANEJO III: Estudio de alternativas

ÍNDICE ANEJO III

1. Identificación de las alternativas	6
2. Restricciones impuestas por los condicionantes	6
3. Evaluación de alternativas	7
3.1. Elección de la especie	7
3.1.1. Identificación de las alternativas	7
3.1.2. Evaluación de las alternativas	7
3.1.3. Análisis multicriterio de las alternativas	8
3.1.4. Alternativa elegida	8
3.2. Elección de la variedad	8
3.2.1. Identificación de las alternativas	8
3.2.2. Criterios de valor	9
3.2.3. Evaluación de las alternativas	10
3.2.4. Análisis multicriterio de las alternativas	11
3.2.5. Alternativa elegida	13
3.3. Alternativas en la elección del portainjerto	13
3.3.1. Identificación de las alternativas	13
3.3.2. Criterios de valor	13
3.3.3. Evaluación de las alternativas	14
3.3.3.1. Especies de portainjertos	14
3.3.3.2. Especies híbridas	15
3.3.4. Análisis multicriterio	15
3.3.5. Alternativa elegida	16
3.4. Alternativas del diseño de plantación	16
3.4.1. Identificación de las alternativas	16
3.4.2. Criterios de valor	16
3.4.3. Evaluación de las alternativas	17
3.4.4. Análisis multicriterio de las alternativas	17
3.4.5. Alternativa elegida	18
3.5. Alternativas en la elección de la densidad y el marco de plantación	18
3.5.1. Identificación de las alternativas	18
3.5.2. Criterios de valor	18
3.5.3. Evaluación de las alternativas	19
3.5.4. Análisis multicriterio de las alternativas	19
3.5.5. Alternativa elegida	20
3.6. Alternativas en la elección de la orientación de las filas	20

3.6.1.	Identificación de las alternativas	20
3.6.2.	Criterios de valor	20
3.6.3.	Evaluación de las alternativas	21
3.6.4.	Análisis multicriterio de las alternativas	21
3.6.5.	Alternativa elegida	21
3.7.	Alternativas para la elección del sistema de poda de formación	22
3.7.1.	Identificación de las alternativas	22
3.7.2.	Criterios de valor	22
3.7.3.	Evaluación de las alternativas	22
3.7.4.	Análisis multicriterio.....	24
3.7.5.	Alternativa elegida.....	24
3.8.	Alternativas en la elección del sistema de riego.....	24
3.8.1.	Identificación de las alternativas.....	24
3.8.2.	Criterios de valor	25
3.8.3.	Evaluación de las alternativas	25
3.8.4.	Análisis multicriterio.....	27
3.8.5.	Alternativa elegida.....	27
3.9.	Alternativas en la elección del sistema de mantenimiento del suelo	28
3.9.1.	Identificación de las alternativas.....	28
3.9.2.	Criterios de valor	28
3.9.3.	Evaluación de las alternativas	28
3.9.4.	Análisis multicriterio.....	29
3.9.5.	Alternativa elegida.....	29
3.10.	Alternativas en la elección del sistema de recolección	30
3.10.1.	Identificación de las alternativas.....	30
3.10.2.	Criterios de valor	30
3.10.3.	Evaluación de las alternativas	30
3.10.4.	Análisis multicriterio.....	32
3.10.5.	Alternativa elegida.....	32
4.	Descripción de la alternativa a desarrollar	33

Índice tablas

Tabla 1. Matriz de efectos para la elección de la especie.	8
Tabla 2. Matriz de efectos para la elección de la variedad.....	12
Tabla 3. Matriz de efectos para la elección del portainjerto.....	16

Tabla 4. Matriz de efectos para la elección del diseño de la plantación.	17
Tabla 5. Matriz de efectos para la elección de la densidad y el marco de plantación. .	20
Tabla 6. Matriz de efectos para la elección de la orientación de las filas.....	21
Tabla 7. Matriz de efectos para la elección del sistema de poda de formación.	24
Tabla 8. Matriz de efectos para la elección del sistema de riego.	27
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.....	32

1. Identificación de las alternativas

La elección de alternativas es una decisión previa muy importante para la realización de la ingeniería del proceso, ya que es establecerá las bases del proyecto. Se deben establecer unos parámetros básicos, que se desarrollarán a lo largo del proyecto y marcarán la realización de la plantación, dichos parámetros son:

- Especie: se establecerá una plantación de pistachos, a petición del promotor. Se estudiará la viabilidad de la especie respecto a las condiciones climáticas de la zona y su rentabilidad económica.
- Variedad: se determinará la variedad que se va a implantar en función de la época de floración, capacidad productiva, calidad del fruto, vigor, fecha de maduración, porte, resistencia o tolerancia a plagas y enfermedades, autofertilidad, etc.
- Portainjerto: se estudiarán las características del portainjerto teniendo en cuenta la adaptación al suelo, el vigor que se pretende obtener, la compatibilidad con la variedad, etc.
- Diseño de la plantación: se valorará los modelos básicos de producción, entre los que se distinguen el convencional, integrado y ecológico, así como, la disposición de los árboles, el marco y densidad de plantación, orientación de las líneas, etc.
- Técnicas de cultivo: se tendrán en cuenta diversas opciones en cuanto a la poda de formación, sistema de riego, sistema de mantenimiento del suelo, la fertilización, etc.

2. Restricciones impuestas por los condicionantes

Se van a analizar los condicionantes del medio que pueden provocar limitaciones a la hora del correcto desarrollo del proyecto.

El clima es el factor más condicionante. En la zona objeto del proyecto existen riesgo de heladas primaverales tardías, por lo que no se aconseja la plantación de especies de floración temprana. La precipitación media anual no es muy elevada, pero no presenta grandes limitaciones.

El suelo tiene unas características físicas y químicas que no se consideran limitantes para el proyecto, se deberá prestar atención a la textura franco-arenosa del terreno.

El agua de riego es de una calidad buena para la plantación, por lo que tampoco presenta gran limitación.

En cuanto a la situación actual del mercado es favorables para la plantación de pistachos, teniendo lugar un precio del pistacho elevado y una demanda creciente.

Estos factores aparecen detallados en el Anejo I. Condicionantes.

Por ello, se considera que el pistacho es una alternativa viable con elevada rentabilidad.

3. Evaluación de alternativas

3.1. Elección de la especie

3.1.1. Identificación de las alternativas

Las alternativas en la elección de la especie se van a considerar teniendo en cuenta la zona de la parcela objeto del proyecto. Las principales especies que se cultivan en la zona son:

- Rotación de cultivo: Trigo/Girasol/Cebada/Guisante
- Nogal
- Almendro
- Pistacho

Los criterios que se van a tener en cuenta para elegir la especie son la adaptabilidad a las condiciones climáticas de la zona, condicionantes edáficos para el cultivo, rentabilidad del cultivo.

3.1.2. Evaluación de las alternativas

El cultivo actual es la rotación mencionada en el punto anterior, lo cual es viable ya que lleva realizándose muchos años y se adapta a clima y al suelo de la zona correctamente. Sin embargo, la rentabilidad de dichos cultivos no es la mejor que se podría obtener, ya que en el caso del trigo, los precios históricos son relativamente bajos en comparación con los insumos requeridos para su cultivo, lo que termina implicando bajas rentabilidades, al igual que en el caso de la cebada.

El girasol tiene producciones muy bajas debido a su nascencia primaveral, a esto se le suma un precio de venta más alto y las necesidades de agua y fertilización no son muy elevadas, pero aunque parezca un cultivo rentable se debe analizar la rotación en su conjunto, no el cultivo por individual.

El guisante tiene un precio de venta mayor que la cebada y el trigo, pero sus rendimientos no son elevados y también requiere una mayor cantidad de insumos.

El nogal es un árbol que se da en zonas templadas, presenta una rentabilidad buena, pero necesita de una gran inversión inicial. Las variedades de floración temprana presentan problemas en la zona de estudio.

El almendro es un cultivo, que ha incrementado notablemente su superficie en estos momentos por ofrecer una atractiva rentabilidad. Gracias a los programas de mejora desarrollados en las últimas dos décadas se han obtenido variedades con floración tardía y extra tardía que podrían ser una alternativa viable para la zona.

El pistacho es también un cultivo que está en auge últimamente, tiene una gran rentabilidad. Además, cuenta con diversos patrones y portainjertos que lo hacen a adaptable a un amplio rango de terrenos, así como al clima de la zona, ya que también existen variedades tardías que retrasen la floración y así minimizan las pérdidas por heladas primaverales. El hecho de que en la zona está aumentado el número de

plantaciones de pistacho, facilita tanto la recolección como la comercialización, por la disponibilidad de medios cercanos y agrupaciones de propietarios que actúan como comercializadores.

3.1.3. Análisis multicriterio de las alternativas

La elección de la especie se va a llevar a cabo mediante un análisis multicriterio en el que se tendrán en cuenta las alternativas mencionadas y los criterios considerados.

En el tabla 1, aparece dicho análisis, se puntúa cada característica con una valoración entre 1 (muy desfavorable) y 5 (muy favorable). Los coeficientes de ponderación pueden ser 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0, en función de la importancia que tengan en cada factor. El resultado final de cada factor se obtiene del resultado del producto del sumatorio del valor de cada parámetro por su coeficiente de ponderación. La especie que mayor puntuación obtenga, se considera la mejor opción para su cultivo.

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

Factor	Coeficiente	Rotación	Nogal	Almendra	Pistacho
Clima	1.5	3	2	2	3
Suelo	1	3	3	3	4
Viabilidad Técnica	2.0	4	3	3	3
Rentabilidad	1.5	2	3	4	4
Total		18.5	16.5	18	20.5

3.1.4. Alternativa elegida

Tras la valoración del análisis multicriterio, comparando cada cultivo, se elige como especie para realizar la plantación el pistacho, ya que es el que mayor puntuación ha obtenido, por lo que será del que más beneficios se obtendrán.

3.2. Elección de la variedad

3.2.1. Identificación de las alternativas

En la actualidad el número de variedades de pistacho disponibles en el mercado es muy elevado, por lo que una correcta elección de las mismas es crucial para lograr una viabilidad técnica y económica de la plantación.

En el caso del pistacho, debemos elegir dos tipos de variedades compatibles entre sí, la variedad hembra que serán los productores de pistachos y la variedad macho que producirá el polen que fecundará las flores de las variedades hembra.

Generalmente las variedades de pistacho, se clasifican dependiendo de su lugar de origen, así como por el tamaño de la semilla, porcentaje de fruto abierto, pero sobre todo por la época de floración y fecundación de la hembra y el macho.

También, se pueden clasificar las variedades en función de diversos factores, como pueden ser, la calidad del fruto, vigor, la floración, el periodo juvenil, la producción, el porte, etc. Debido a que el factor más limitante que se presenta en la zona es el clima, por la probabilidad de heladas primaverales, se clasificarán las variedades en función de la época de floración, del siguiente modo:

Var. hembra

Floración temprana: suelen florecer a finales de marzo. Las variedades hembra son Aegina, Ashoury, Avdat, Batoury, Iraq-2, Larnaka, Mateur, Sirora, Lost Hill y Golden Hills. Las variedades macho son M-B, M-C, M-502,

Floración media: florecen entre 10-15 días más tarde que las anteriores, donde destacan como variedades hembra Ajamy, Avidon, Boundoky, Bronte, Joley, Lathwardy, Napoletana, Ouleimy y Sfax. Y como variedades macho destacan la M-1, C Especial, M-36, Mateur M., Askar, Peter 1, Nazar, M-38, M-11.

Floración tardía: florecen desde 20 días hasta un mes más tarde que las variedades más tempranas, en este grupo se encuentran las variedades hembra Kastel y Kerman. Y las variedades macho son Egino, 02-18, Peter, Chaparrillo (c-16), Guerrero (k-13).

3.2.2. Criterios de valor

Los criterios que se van a tener en cuenta para escoger la mejor variedad para la zona de estudio son:

- Época de floración: es una de las características más importantes que se deben tener en cuenta. Como la zona de estudio presenta el condicionante de heladas primaverales, se debe escoger una variedad cuya floración sea de época tardía, para asegurar que el momento crítico del estado de cuajado de fruto no coincida con la aparición de dichas heladas.
- Productividad: es un factor decisivo, es la relación entre la producción (kg) y el vigor. Se deben escoger variedades con una alta capacidad de producción, lo que conlleva a una mayor rentabilidad. Interesan las variedades con una entrada rápida en producción, que se obtengan cosechas anuales abundantes, además de, evitar la vecería.
- Calidad del fruto: depende de una serie de parámetros externos, como el tamaño del fruto, su peso, el rendimiento del grano y de la cáscara, el porcentaje de granos abiertos. Hay que tener en cuenta el destino productivo de la plantación, para escoger variedades de mayor demanda.
- Vigor: es un gran condicionante de la plantación. Se pueden establecer tres grupos de vigor alto, medio y bajo. Se prefieren árboles que no sean de excesivo tamaño, ya que requerirán un marco de plantación mayor y dificultarán las labores de cultivo. El vigor también viene definido en función del patrón que se utiliza, del cual se estudian las alternativas en el siguiente punto.
- Resistencia a plagas y enfermedades: se prefieren variedades poco sensibles a desarrollar enfermedades. No hay ninguna variedad inmune a todas las

enfermedades, pero se valorarán las que mayor resistencia o tolerancia tengan a las plagas y enfermedades más frecuentes.

- Periodo de emisión de polen: se valorará la compatibilidad de las variedades macho y hembra, para su correcta polinización.

3.2.3. Evaluación de las alternativas

A continuación, se detallan las características de las principales variedades de pistacho cultivadas en España.

- Aegina: es una variedad de vigor medio con frutos de tamaño mediano y alargado. Tiene una tendencia baja a la apertura temprana de sus frutos lo que supone una ventaja para conseguir frutos más sanos. Es bastante precoz en su entrada en producción, su porcentaje de frutos abiertos está cercano al 90%, se considera un cultivar muy productivo con una tendencia a la vecería moderada. Respecto al tipo de polinizador, la variedad macho más adecuada, en este caso es el C-especial.
- Ashoury: es una variedad de buenas producciones con una vecería moderada y una lenta entrada en producción, tiene una dehiscencia del 99% y el porcentaje de vacíos está alrededor del 8%.
- Avdat: es una variedad de gran vigor, tiene los frutos de tamaño mediano y alargado. Tiene una producción media y es más productiva en secano. Es una variedad adaptada a zonas de pocas horas de frío. La variedad macho más adecuada, en este caso es el C-especial.
- Batoury: es una variedad de vigor medio, con un tamaño del fruto grande y alargado. Tiene una productividad media y con una tendencia baja a la dehiscencia y a la vecería.
- Iraq-2: es una variedad de vigor bajo, con un tamaño del fruto mediano y alargado. Su productividad es baja, cuenta con una alta dehiscencia y una vecería media.
- Larnaka: es una variedad de fruto mediano y alargado. Tiene un buen vigor, es de elevada producción y dehiscencia, con una vecería moderada. Su porcentaje de frutos vacíos es bajo, además se le conoce por su excelente sabor del fruto. La variedad macho más adecuada, en este caso es el C-especial.
- Mateur: el fruto es de forma alargada. Tiene una buena dehiscencia y posee un 15% de frutos vacíos, se da sobre todo en zonas de inviernos suaves.
- Sirora: el tamaño de los frutos es mediano o grande. La época de floración es tardía. Tiene un vigor alto, con una rápida entrada y buena en producción. El porcentaje de frutos abiertos es elevado, entre 60-70%.
- Lost Hills: es de floración temprana, con un tamaño de los frutos grandes y uniformes, el vigor de los árboles es alto. Su entrada en producción es rápida, con buenas producciones. El porcentaje de frutos abiertos es superior al 70%, lo que asegura un buen rendimiento.
- Golden Hills: la época de floración es media, con un tamaño de los frutos mediano, pero de buena calidad, el vigor de los árboles es de moderado a alto.

Su entrada en producción es rápida, con altos rendimientos. El porcentaje de frutos abiertos es superior al 75%.

- Ajamy: es una variedad con frutos de tamaño mediano-grande y ovalados. Tiene mucho vigor, pero una baja productividad, así mismo, tiene una vecería media y una dehiscencia baja.
- Avidon: es una variedad con frutos pequeños y ovalados, con una baja productividad y vigor, alta tendencia a la dehiscencia y a la vecería.
- Boundoky: es una variedad de alto vigor con frutos pequeños y ovalados, su productividad es baja, al igual que la dehiscencia y la vecería.
- Bronte: es una variedad de frutos pequeños y alargados, con una baja productividad y dehiscencia, mientras que el vigor y la vecería son de valor medio.
- Joley: es una variedad con frutos medianos y alargados, tiene una productividad alta, así como, la vecería y dehiscencia alta, y es de vigor medio.
- Lathwardy: es una variedad de vigor medio, de frutos pequeños y alargados, con una alta productividad y una tendencia baja a la dehiscencia y vecería.
- Napoletana: es una variedad de vigor medio, su fruto es de forma alargada y con un tamaño pequeño o mediano. Tiene un bajo porcentaje de frutos abiertos y vacíos, su entrada en producción se retrasa considerablemente.
- Ouleimy: es una variedad de vigor alto, con frutos de tamaño mediano y alargado. Tiene una baja productividad y dehiscencia, y una tendencia a la vecería media.
- Sfax: es una variedad de vigor medio, con frutos pequeños y alargados. Su productividad, dehiscencia y vecería son de valores medios.
- Kastel: es una variedad de vigor medio, con frutos grandes y redondos. Su productividad y vecería son medias, y la tendencia a la dehiscencia alta. El polinizador más acorde con esta variedad de pistacho es el Peter
- Kerman: es una variedad de vigor medio, su fruto es de gran tamaño y calidad y tiene gran consistencia del grano. Es un árbol bastante productivo, con una tendencia muy acusada a la vecería, su porcentaje de frutos abiertos oscila entre el 40-80% y tiene un 25% de frutos vacíos. Los polinizadores más adecuados a esta variedad son Peter 02-18 o Guerrero (k-13)

3.2.4. Análisis multicriterio de las alternativas

Para elegir la variedad que se va a establecer en la plantación se procede a realizar un análisis multicriterio para las variedades mencionadas previamente.

En la Tabla 2, se estructura dicho análisis, puntuando cada característica con una valoración del 1 (muy desfavorable) al 5 (muy favorable). Cada característica se pondera de forma diferente en función de su importancia mediante un coeficiente que puede ser 0.5, 1.0, 1.5, 2.0. el resultado final se obtiene de realizar el sumatorio del producto de cada parámetro por su coeficiente de ponderación. Se considera que la variedad más interesante para el cultivo en la explotación es la que mayor puntuación obtenga.

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

Factor	Coefficiente	Aegina	Ajamy	Ashoury	Avdat	Avidon	Batoury	Boundouky	Bronte	Golden Hills	Iraq-2	Joley	Kastel	Kerman	Larnaka	Lathwardy	Lost Hills	Mateur	Napoletana	Ouleimy	Sirora	sfax
Entrada en producción	1.5	3	3	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	4	3	3	3	2	2	3	3	3
Vigor	1.5	3	4	4	4	2	3	4	3	3	2	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4	3
Época de floración	2.0	2	4	2	2	4	2	4	4	2	2	4	5	5	2	4	2	2	4	4	4	4
Resistencia a enfermedades	1.0	1	2	2	2	3	3	2	2	3	2	3	2	3	2	2	2	2	3	3	3	3
Tamaño y calidad del fruto	1.0	2	3	3	3	2	3	2	2	2	3	3	4	4	3	2	3	2	2	2	3	2
Productividad	1.5	4	2	3	3	2	3	2	2	2	2	4	3	3	4	4	3	4	2	2	3	3
Rendimiento grano	1.5	3	4	2	3	2	3	4	2	2	2	4	4	4	3	4	3	3	4	2	3	3
Total		26.5	32.5	27	28.5	26.5	29.5	30	25.5	24	22.5	35	35.5	38	28.5	33	27	27.5	29.5	29.5	33.5	31

3.2.5. Alternativa elegida

En la plantación se ha decidido escoger la variedad Kerman, que ha sido la que mayor puntuación ha obtenido según el análisis multicriterio. Se establecerá una única variedad hembra, debido a que la superficie de la parcela es inferior a 10 hectáreas. La variedad Kerman es la que mejor se adapta a la zona por su floración tardía, además, es la más demandada por el tamaño de sus frutos y la blancura de su cáscara. Esta variedad necesita unas horas de frío mayores a 1100 horas, y como se ha estudiado en el Anejo I. Condicionantes, las horas de frío de la zona de estudio son de algo más de 1300 horas, por lo que cumple perfectamente.

La variedad Kerman, es compatible con las variedades macho 02-18, Peter y Guerrero (k-13), todas de floración tardía. Para la parcela se escogerá la variedad macho Peter que es compatible con Kerman genéticamente. Además, la época de floración se solapa con la variedad Kerman, lo cual es crucial para asegurar que la polinización es efectiva. Peter tiene una alta producción de polen, lo que aumenta las probabilidades de que la polinización sea exitosa. También es una variedad que se adapta a diversas condiciones de cultivo y tiene buena resistencia a enfermedades.

3.3. Alternativas en la elección del portainjerto

3.3.1. Identificación de las alternativas

El portainjerto o patrón es la parte subterránea sobre la que se injerta el pistachero. Puede pertenecer a diferentes especies, pero todas pertenecientes al género *Pistacia*. Se suelen emplear portainjertos para mejorar la resistencia a determinadas plagas, enfermedades del suelo, tolerancia al frío, rendimientos productivos, etc.

Se escogerá como portainjerto ideal aquel que transmita a la variedad un vigor adecuado para conseguir producciones rentables, buena afinidad con el injerto y adaptarse mejor a las condiciones edáficas del terreno.

Como portainjertos del pistacho se han utilizado las especies terebinto (*P. Terebinthus* L.), atlántica (*P. atlantica* Desf.), integérrima (*P. integerrima* Stewart.), pistachero franco (*P. vera* L.), UCB1, PGII. Cada una de estas especies tiene unas características generales y específicas.

3.3.2. Criterios de valor

Los criterios que se van a tener en cuenta para escoger el mejor portainjerto para la zona de estudio son:

- Adaptación al suelo: es un factor importante que los portainjertos muestren resistencia a la clorosis, tolerancia a la asfixia radicular, resistencia a la sequía y el anclaje al suelo.
- Control del vigor: debe haber un equilibrio entre el vigor del portainjerto y el de la variedad. Un vigor excesivo puede dificultar el manejo de los árboles, así como, un vigor reducido puede ocasionar problemas en la formación o en la

- poda. Se debe escoger un portainjerto que tenga una vigor que proporcione producciones elevadas y una buena mecanización y manejo del terreno.
- Productividad: con el portainjerto se pretende elevar la productividad y la calidad de los frutos, aplicando correctamente las técnicas de producción.
 - Resistencia a plagas y enfermedades: inicialmente en la plantación no se deberían producir problemas por ataque de parásitos del suelo, especialmente a *Verticillium*, pues los cultivos precedentes no están relacionados con el pistacho.
 - Compatibilidad con la variedad: además, de la compatibilidad, se tiene en cuenta la afinidad, algunos portainjertos tienen problemas de compatibilidad con determinadas variedades de pistacho. Por lo tanto, elegir un patrón compatible con las variedades de pistacho es primordial.

3.3.3. Evaluación de las alternativas

A continuación, se detallan las características de los principales portainjertos de pistacho cultivados en España.

3.3.3.1. Especies de portainjertos

- Terebinto o cornicabra (*P. Terebinthus* L.): es una especie que se caracteriza por su gran variabilidad, se desarrolla desde zonas muy térmicas hasta las zonas más frías. Su mejor adaptación se da entre los 500-1400 m de altitud. Se adapta perfectamente a suelos pobres, rocosos y de diferentes grados de pH y prefiere suelos calizos y de texturas ligeras, con buena aireación radicular. Es de carácter autóctono, por lo que la adaptación a los suelos donde crece de forma espontánea estaría asegurada. Presenta buena resistencia a plagas y enfermedades endémicas. Hay que prestar atención a los prendimientos durante los primeros años de la introducción del cultivo, debido a que se puede ocasionar un retraso en la entrada en producción. Posee una buena afinidad con todos los cultivares, aunque suele observarse un cambio de grosor en la zona del injerto, debido a la diferencia de vigor.
- Atlántica (*P. atlantica* Desf.): es una especie de la que se obtienen buenas producciones. Se da en suelos poco profundos y de secano, tiene un importante desequilibrio entre el número de flores que produce y el número final de frutos, es de un vigor moderado-alto. Tiene buena afinidad con los cultivares, elevada resistencia al frío y muy buena resistencia a la salinidad y a la caliza aunque es muy susceptible a determinadas enfermedades y tiene una baja precocidad en la entrada en producción.
- Integérrima (*P. integerrima* Stewart.): es una especie con un vigor elevado, pero una producción media o baja, es muy sensible a las bajas temperaturas, tiene baja resistencia a la salinidad pero una buena resistencia a los suelos calizos. Su resistencia es baja a determinadas enfermedades, como la armillaria. Tiene una precocidad alta en la entrada en producción, a partir del décimo año su porcentaje de frutos abiertos disminuye considerablemente. Tiene buena afinidad con las diferentes variedades.

- Pistachero (*P. vera* L.): es una especie denominada como el pistacho Franco, se le conoce por su sencillez de manejo y el bajo coste de obtención. Sus producciones tienen una media buena en cultivos de secano. Es de bajo vigor y tiene buena afinidad con el injerto, tiene una baja precocidad en la entrada en producción y una elevada resistencia al frío. Es susceptible a ciertas enfermedades, especialmente a los nemátodos, lo que posibilita que su comportamiento en regadío no sea igual de satisfactorio que en secano. No presenta grandes diferencias en relación al terebinto, por lo que se aconseja utilizar este último por su carácter autóctono.

3.3.3.2. Especies híbridas

- UCB1: es una especie resultado de una hibridación de polinización entre un árbol seleccionado femenino de *P. atlantica* y otro masculino de *P. Integerrima*. Obtiene una buenas producciones en terrenos profundos, de textura media, siempre que la pluviometría anual supere los 400 mm. Es de vigor elevado y su entrada en producción es algo más lenta que las mencionadas anteriormente, es muy resistente al frío y tiene buena resistencia a la salinidad y a enfermedades como la armillaria o el verticillium.
- PGII (Pioneer Gold II): es una especie híbrida interespecífica de las especies *P. integerrima* y *P. atlantica* aunque de polinización abierta. Posee un gran vigor y una producción baja, es poco resistente al frío y es sensible a las enfermedades, además, tiene una alta precocidad en la entrada en producción.
- Platinum: es un especie híbrida resultado de la hibridación entre *P. atlántica* y *P. integerrima*. Proporciona un vigor medio-alto, lo que favorece un crecimiento adecuado. Presenta una buena tolerancia a suelos de diferente textura y calidad, se utiliza mayormente en climas áridos y semiáridos. Ofrece una resistencia a enfermedades, especialmente a la verticilosis. Tiene una buena capacidad productiva y una entrada en producción rápida. Se adapta a diversas zonas climáticas, ampliando así su versatilidad.

3.3.4. Análisis multicriterio

Para elegir el portainjerto que se va a establecer en la plantación se procede a realizar un análisis multicriterio para las diferentes especies mencionadas previamente.

En la Tabla 3, se estructura dicho análisis, puntuando cada característica con una valoración del 1 (muy desfavorable) al 5 (muy favorable). Cada característica se pondera de forma diferente en función de su importancia mediante un coeficiente que puede ser 0.5, 1.0, 1.5, 2.0. el resultado final se obtiene de realizar el sumatorio del producto de cada parámetro por su coeficiente de ponderación. Se considera que el portainjerto más interesante para el cultivo en la explotación es el que mayor puntuación obtenga.

Tabla 3. Matriz de efectos para la elección del portainjerto.

Factor	Coefficiente	Terebinto	Atlántica	Integérrima	Pistachero	UCB1	PGII	Platinum
Adaptación al suelo	1.0	3	2	2	3	2	2	3
Vigor	1.5	3	3	4	2	4	4	3
Productividad	2.0	2	2	3	2	4	2	3
Resistencia a enfermedades	1.5	2	3	2	2	3	2	3
Compatibilidad	1.0	3	4	2	3	2	2	3
Total		17.5	19	19	16	22.5	17	21

3.3.5. Alternativa elegida

El portainjerto que ha obtenido más puntuación en análisis multicriterio ha sido el UCB1. Este portainjerto se da en zonas con una pluviometría mayor a 400 mm. Como se recoge en el Anejo I, la pluviometría media anual de la zona de estudio es de 468 mm.

Este patrón se caracteriza por una perfecta compatibilidad con todas las variedades de pistacho. Esta cualidad, junto a su buen desarrollo radicular, asegura un buen prendimiento inicial del árbol, y un correcto desarrollo durante su etapa de crecimiento.

3.4. Alternativas del diseño de plantación

3.4.1. Identificación de las alternativas

El diseño de la plantación se establecerá en función de tres aspectos, como son, la disposición de los árboles, marco de plantación y la orientación de las filas. El objetivo de este diseño es conseguir un aprovechamiento del terreno, manteniendo una facilidad de manejo y conseguir una máxima inducción floral.

Las diferentes alternativas a las que se puede optar en el terreno son:

- Marco real: los árboles se colocan en los vértices de cuadrados. El marco de plantación corresponde al lado del cuadrado.
- Disposición rectangular: los árboles se colocan en los vértices de rectángulos. El marco de plantación es definido por las dimensiones de los lados del rectángulo.
- Disposición a tresbolillo: los árboles se colocan en los vértices del triángulo equilátero. El marco de plantación corresponde al lado del triángulo.

3.4.2. Criterios de valor

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

- Densidad de plantación: permitirá el máximo aprovechamiento del suelo sin disminuir el potencial productivo de la plantación. Se procurará que la densidad sea la máxima posible.

- Mecanización de las operaciones de cultivo: es importante establecer una plantación regular y con el espacio suficiente para el paso de la maquinaria.
- Vigor de los árboles: se elegirá una disposición que mejor se adapte al vigor de la combinación patrón-variedad.
- Exposición a la luz solar: es el factor más limitante es la luz solar, se debe disponer la plantación de modo, que se garantice una buena iluminación de la masa foliar, y se evite 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.

3.4.3. Evaluación de las alternativas

Las diferentes alternativas en cuanto a las disposiciones de los árboles de la plantación se desarrollan a continuación:

- Marco real: esta disposición posibilita un aprovechamiento racional del terreno, permitiendo realizar labores cruzadas. Es adecuada para plantaciones poco densas, árboles formados en vaso y condiciones de secano.
- Disposición rectangular: es la disposición idónea para terrenos llanos, es la disposición más empleada en pistacho de regadío, con una densidad media. Permite dejar una calle lo suficientemente ancha para el paso de la maquinaria.
- Disposición a tresbolillo: con esta distribución se consigue un buen aprovechamiento del terreno. Se consigue una mayor densidad de árboles, pero a una misma distancia entre ellos. El mayor inconveniente es que esta disposición dificulta las técnicas de manejo.

3.4.4. Análisis multicriterio de las alternativas

Para elegir el portainjerto que se va a establecer en la plantación se procede a realizar un análisis multicriterio para las diferentes especies mencionadas previamente.

En la Tabla 4, se estructura dicho análisis, puntuando cada característica con una valoración del 1 (muy desfavorable) al 5 (muy favorable). Cada característica se pondera de forma diferente en función de su importancia mediante un coeficiente que puede ser 0.5, 1.0, 1.5, 2.0. el resultado final se obtiene de realizar el sumatorio del producto de cada parámetro por su coeficiente de ponderación. Se considera que la variedad más interesante para el cultivo en la explotación es la que mayor puntuación obtenga.

Tabla 4. Matriz de efectos para la elección del diseño de la plantación.

Factor	Coeficiente	Marco real	Disposición rectangular	Disposición a tresbolillo
Densidad	2.0	2	4	3
Mecanización	1.0	3	3	3
Vigor	1.5	2	4	3
Luz solar	1.5	3	4	2
Sistema de poda	1.0	3	3	2

Total		17.5	26	18.5
--------------	--	------	----	------

3.4.5. Alternativa elegida

Comparando las alternativas, según el resultado obtenido en la Tabla 4, el diseño que se colocará en la plantación será la disposición rectangular, debido a que se adapta muy bien a los terrenos llanos. Esta disposición permite una mayor aireación de los árboles y tienen más exposición a la luz solar. Además, por las calles de esta disposición la maquinaria tiene fácil el acceso.

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

3.5.1. Identificación de las alternativas

La densidad de plantación es el número de árboles que hay en una hectárea de terreno. Es un parámetro muy importante para determinar el diseño de la plantación.

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

- Plantaciones tradicionales o de baja densidad: son plantaciones donde la carga de árboles es baja, no suele ser superior a 200 árboles/hectárea.
- Plantaciones de densidad media: son las más utilizadas actualmente. Tienen una disposición rectangular y permiten una ligera intensificación del cultivo. Su densidad oscila entre 200–300 árboles/hectárea.
- Plantaciones intensivas o de alta densidad: Estas plantaciones permiten una intensificación aún mayor del cultivo. La densidad oscila entre 300 - 700 árboles/hectárea.
- Plantaciones superintensivas: son plantaciones donde la carga de árboles es muy elevada, en pistacho apenas se utiliza. La densidad de árboles supera los 700 árboles/hectárea, y puede alcanzar casi los 3000 árboles/hectárea, dependiendo variedades.

3.5.2. Criterios de valor

Se intentará que la densidad de población sea la máxima posible, pero existen factores limitantes. Los criterios que se van a tener en cuenta para la elección de la alternativa idónea van a ser los siguientes:

- Posibilidades de mecanización: se debe permitir el paso de la maquinaria para realizar las labores del terreno, como son, los tratamientos fitosanitarios, los tratamientos del suelo y la recolección.
- Potencial productivo: la intensificación del cultivo va asociada a la obtención de cosechas más abundantes. Conviene, por tanto, establecer plantaciones de la mayor densidad posible para maximizar la rentabilidad de la explotación.
- Vigor de la combinación patrón/ Variedad: cuanto más vigor tenga la combinación, más espacio se necesitará entre las plantas, es decir, se

emplearán marcos de plantación más amplios, a menor vigor se utilizarán marcos de plantación más estrechos.

- Posibilidad de regadío: si la plantación se lleva a cabo en secano, la densidad de la misma será menor en comparación con la situación en la que se disponga de riego.
- Sistema de poda de formación: se debe considerar el volumen que ocupa cada árbol, en función de su sistema de formación, así como la facilidad para realizar las labores de poda.

3.5.3. Evaluación de las alternativas

Las diferentes alternativas en la elección de la densidad son las siguientes:

- Plantaciones de baja densidad o tradicionales: son plantaciones con un menor potencial productivo, y por lo tanto, tienen un menor consumo de insumos. Los árboles se suelen formar en vaso en este tipo de plantaciones. Tienen una densidad adecuada para árboles de mucho vigor o en cultivo de secano.
- Plantaciones de densidad media: permiten un aumento del potencial productivo respecto de las anteriores. También se utilizan formaciones de vaso, con árboles de vigor medio. Tienen mayor grado de mecanización y se da en cultivos de secano y/o regadío.
- Plantaciones intensivas o de alta densidad: se utilizan marcos más pequeños, por lo que se requiere de árboles de menor vigor. Su potencial productivo es mayor, y suele utilizarse en regadío, debido a que son plantaciones más exigentes en cuidados y necesidades hídricas, tienen mayor mecanización. El sistema de formación es en vaso o en eje central.
- Plantaciones superintensivas: son plantaciones con una elevada densidad de árboles por hectárea, por lo que se emplean variedades de vigores bajos, y sistemas de formación que mantengan a los árboles compactos, por lo que se tienen a utilizar el eje central. El potencial productivo es muy elevado, al igual que la mecanización. Sin embargo, la inversión inicial es muy alta, lo que reduce la rentabilidad si no se lleva a cabo un buen manejo del cultivo.

3.5.4. Análisis multicriterio de las alternativas

Para elegir la densidad que se va a establecer en la plantación se procede a realizar un análisis multicriterio para los diferentes casos mencionados previamente.

En la Tabla 5, se estructura dicho análisis, puntuando cada característica con una valoración del 1 (muy desfavorable) al 5 (muy favorable). Cada característica se pondera de forma diferente en función de su importancia mediante un coeficiente que puede ser 0.5, 1.0, 1.5, 2.0. el resultado final se obtiene de realizar el sumatorio del producto de cada parámetro por su coeficiente de ponderación. Se considera que la variedad más interesante para el cultivo en la explotación es la que mayor puntuación obtenga.

Tabla 5. Matriz de efectos para la elección de la densidad y el marco de plantación.

Factor	Coefficiente	Densidad baja	Densidad media	Densidad alta	Superintensivo
Mecanización	1.0	2	3	4	2
Potencial productivo	2.0	2	3	4	5
Vigor	1.5	4	3	3	2
Regadío	0.5	5	5	5	5
Sistema de poda	1.0	3	3	3	3
Total		17.5	19	22	20.5

3.5.5. Alternativa elegida

La alternativa más conveniente, en este caso, es la plantación intensiva o de alta densidad. Para la plantación en proyecto escogemos un marco de plantación de 6 x 5 m, que permite obtener una densidad de plantación de 333.33 árboles/ha. Con este marco se consigue una anchura de calles adecuada para el paso de la maquinaria, la recolección, además de permitir una buena iluminación y aireación. El potencial productivo que se obtiene es mayor que en otras plantaciones, pero no tanto como en las de superintensivo. Sin embargo, la inversión inicial es menor, lo que provoca una mayor rentabilidad.

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

3.6.1. Identificación de las alternativas

La orientación de las filas hace referencia a la dirección que deben seguir las líneas de la plantación. El objetivo de esta orientación es captar la mayor cantidad de luz solar, la cual, influye directamente en el crecimiento vegetativo de la planta, estimulando la actividad fotosintética, la cantidad y la calidad de la cosecha. La exposición a la luz solar también determina el tamaño del fruto, el color y la composición de sus frutos.

Las alternativas disponibles en cuanto a la orientación de las filas del cultivo son la orientación norte-sur y la orientación este-oeste.

3.6.2. Criterios de valor

Las características fundamentales que se deben tener en cuenta para decidir la orientación de las filas son:

- Iluminación: debe ser lo más uniforme posible, llegando por igual a ambas caras de los árboles, para conseguir un mayor equilibrio en la vegetación y lograr la inducción floral en toda la copa.
- Dirección de los vientos dominantes durante la floración: el viento también puede ocasionar daños a la plantación, por lo que, disponer de una buena orientación de las filas es fundamental, para así, favorecer la polinización. Se

deben colocar las líneas de los árboles perpendiculares a la dirección de los vientos dominantes de la zona.

- Aprovechamiento del terreno: conviene orientar las filas de la parcela de manera que se aproveche al máxima el contorno de esta y a su vez, entre el mayor número de árboles. Hay que tener en cuenta que las líneas de los árboles deben ser lo más largas posibles, para evitar los tiempos muertos de los giros realizados con la maquinaria y tener la mínima superficie muerta destinada a calles.

3.6.3. Evaluación de las alternativas

Las principales alternativas para la orientación de la filas son las siguientes:

- Orientación noroeste-sureste: es muy recomendable en cuanto a la iluminación que reciben los árboles durante las horas diarias de luz solar. Además, se produce un aprovechamiento óptimo del terreno de la parcela, lo que permite optimizar las operaciones de cultivo.
- Orientación este-oeste: las condiciones de iluminación en este caso no son las idóneas, ya que los árboles no reciben una cantidad de luz solar homogénea.

3.6.4. Análisis multicriterio de las alternativas

Se elabora un análisis multicriterio para establecer la orientación de las filas, en función de los criterios mencionados anteriormente.

En la Tabla 6, se estructura dicho análisis, puntuando cada característica con una valoración del 1 (muy desfavorable) al 5 (muy favorable). Cada característica se pondera de forma diferente en función de su importancia mediante un coeficiente que puede ser 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, el resultado final se obtiene de realizar el sumatorio del producto de cada parámetro por su coeficiente de ponderación. Se considera que la variedad más interesante para el cultivo en la explotación es la que mayor puntuación obtenga.

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

Factor	Coeficiente	Orientación N-S	Orientación E-O
Iluminación	1.5	4	3
Dirección del viento	0.5	4	3
Aprovechamiento del terreno	1.5	4	3
Total		12	9

3.6.5. Alternativa elegida

Según el análisis multicriterio, la mejor orientación de las filas en la parcela es la noroeste-sureste, lo que proporciona una mayor radiación solar, y contribuye a una maduración de los frutos más rápida, así como a una disminución de la humedad ambiental. Además, se aprovecha lo máximo posible el terreno.

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

3.7.1. Identificación de las alternativas

La poda es el conjunto de intervenciones que conforman el volumen productivo del árbol frutal y mejora el manejo de la vegetación y fructificación.

El objetivo de la poda de formación es incentivar la producción del fruto, así como, facilitar la recolección, dirigir el crecimiento y la formación del árbol, mejorar la aireación y la penetración de la luz solar. El periodo más recomendable de poda es durante el reposo invernal.

Los sistemas de poda de formación más frecuentes son el vaso por pisos, vaso arbustivo, eje central.

3.7.2. Criterios de valor

Los criterios que se van a seguir para escoger el tipo de poda son los siguientes:

- Material vegetal: hay que tener en cuenta el vigor de la combinación variedad-patrón que se ha elegido y la tendencia natural del crecimiento del árbol (basal o apical), en el caso del pistacho es de fuerte dominancia apical.
- Densidad de plantación: el sistema de poda condiciona en gran medida el tamaño final del árbol, y a su vez, el número de árboles que entran en una hectárea. Por ello, el tamaño de los árboles influido por el sistema de poda de formación debe estar en consonancia con la densidad de la plantación.
- Características del sistema de formación: hay que tener en cuenta todas las características del sistema de formación, como los costes derivados de las operaciones de poda, la rapidez en la entrada en producción, la producción total de la plantación adulta.
- Facilidad para realizar las operación de cultivo: la forma y el tamaño de los árboles deben permitir una buena mecanización del cultivo y una buena eficiencia en la aplicación de las labores.

3.7.3. Evaluación de las alternativas

A continuación, se desarrollan las alternativas más comunes en la poda de formación del pistacho.

- Vaso por pisos: es conocida como poda *Gobelet*. Los árboles constan de un tronco, más o menos corto (30-100 cm.) y vertical, del que parten 3 brazos o ramas principales, uniformemente repartidas alrededor del tronco, y dispuestas en el mismo de forma escalonada (10-20 cm. entre sus puntos de inserción). Estas ramas se encuentran dirigidas hacia fuera del árbol, adoptando una disposición relativamente erguida. Sobre cada una de estas ramas principales se insertan 3 o 4 ramas secundarias, también de forma escalonada, dispuestas alternativamente hacia un lado y otro de las principales, con un ángulo respecto a éstas de 30-45 ° y dirigidas hacia fuera del árbol, formando los correspondientes pisos. Siempre los pisos inferiores deben tener un mayor desarrollo de los superiores. Las ramas de fructificación pueden insertarse

tanto sobre las ramas principales o brazos, como en las secundarias que forman los pisos. Este sistema de formación es aplicable a todas las especies frutales (frutales de pepita, frutales de hueso y frutos secos) y puede adaptarse a una amplia gama de vigores. Además, presenta un buen equilibrio estructural y que no necesita el empleo de elementos auxiliares de apoyo para la formación y mantenimiento del árbol. Sin embargo, el vaso tiene una lenta entrada en producción, presentándose, a veces, dificultades para la formación del árbol. Además el árbol suele alcanzar una altura importante que incrementa las necesidades de mano de obra cualificada para la poda, dificultando también otras operaciones de cultivo.

- 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 bastante amplios (45-50°) y repartidas uniformemente alrededor del tronco para que no se estorben entre sí. Por encima de este piso, y a una distancia suficiente para evitar problemas de competencia o sombreo, se sitúan sobre el eje algunas ramas secundarias más, de menor desarrollo que las del piso, disminuyendo su longitud escalonadamente desde la base hasta el ápice. Las ramas de fructificación se localizan fundamentalmente sobre las ramas secundarias que forman la estructura del árbol. Actualmente la formación en eje central es el sistema más ampliamente utilizado en plantaciones de frutales de pepita (peral y manzano). También se emplea, en menor medida, en especies de hueso, como el melocotonero o el nogal, y en plantaciones superintensivas de olivo o almendro. El sistema de formación en eje central permite un desarrollo más natural del árbol, rapidez de formación y facilidad de poda, reduciendo considerablemente las necesidades de mano de obra en esta operación. El árbol presenta también una buena aireación e insolación en el interior de la copa y una entrada en producción rápida, así como una gran facilidad de renovación de las ramas laterales y de fructificación. La mayor dificultad, en este sistema de poda, consiste en mantener perfectamente equilibrado el árbol a lo largo de los años. Aunque no es imprescindible el empleo de elementos auxiliares de apoyo para la formación de los árboles, suele ser aconsejable la instalación de una estructura de apoyo sencilla, que permita una cierta sujeción de la guía del árbol, reduciendo, al mismo tiempo, el riesgo de desplome.

3.7.4. Análisis multicriterio

Se realiza el análisis multicriterio, en función de los factores mencionados anteriormente, para seleccionar el sistema de poda de formación.

En la Tabla 7, se estructura dicho análisis, puntuando cada característica con una valoración del 1 (muy desfavorable) al 5 (muy favorable). Cada característica se pondera de forma diferente en función de su importancia mediante un coeficiente que puede ser 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, el resultado final se obtiene de realizar el sumatorio del producto de cada parámetro por su coeficiente de ponderación. Se considera que la variedad más interesante para el cultivo en la explotación es la que mayor puntuación obtenga.

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

Factor	Coeficiente	Vaso por pisos	Vaso arbustivo	Eje central
Material vegetal	2	4	3	2
Densidad de plantación	2	4	4	4
Características del sistema de formación	2	4	3	4
Facilidad operaciones de cultivo	1.5	3	4	4
Total		28.5	26	24

3.7.5. Alternativa elegida

El sistema de poda de formación elegido, según el análisis multicriterio, es el de vaso por pisos o *Gobelet*. Es el sistema más utilizado en plantaciones semiintensivas, ya que facilita un buen desarrollo del árbol y la mecanización del cultivo.

Este tipo de formación se adapta muy bien a diferentes vigores, estos árboles presentan un buen equilibrio estructural, facilitando la entrada de luz y aire.

3.8. Alternativas en la elección del sistema de riego

3.8.1. Identificación de las alternativas

Las especies frutales necesitan una determinada cantidad de agua para mantener su desarrollo vegetativo y una óptima producción de frutos. En el caso del pistacho, los árboles en su plena madurez pueden llegar a consumir grandes cantidades de agua, de no ser así se producirán periodos de estrés hídrico en el que todos sus procesos fisiológicos se verán afectados. El pistachero es una especie que se cultiva en condiciones de secano pero en aquellas zonas con pluviometrías anuales inferiores a

500 mm es aconsejable la aportación de agua, con el fin de elevar los rendimientos y mejorar la calidad visual de los frutos.

Las opciones de riego que se pueden realizar en la parcela son el riego por gravedad, es decir, por inundación o por surcos y el riego a presión, es decir, por aspersión, por goteo o por microaspersión.

3.8.2. Criterios de valor

Los criterios que se van a tener en cuenta para la elección del sistema de riego son los siguientes:

- Calidad del agua: un alto contenido en sales disueltas puede provocar una obstrucción en los emisores del sistema de riego a presión, impidiendo su correcto funcionamiento, así como una salinización del suelo regado.
- Economía del sistema: cada sistema de riego lleva asociado un coste de instalación, mantenimiento y gasto de energía.
- Técnicas de cultivo: se debe elegir un sistema de riego que no entorpezca las labores que se realizan en la parcela. También hay que valorar la posible aplicación de abonos y fitosanitarios a través del agua de riego.
- Factores agronómicos y climáticos: el clima de la zona condiciona la elección del sistema de riego, por la frecuencia e intensidad de los vientos. Además, se debe escoger un riego que reparta el agua de manera uniforme en toda la parcela.

3.8.3. Evaluación de las alternativas

Las características de las diferentes alternativas de los sistema de riego más comunes son las siguientes:

- Riego por inundación: consiste en conducir la corriente de agua desde una fuente abastecedora hacia los campos y aplicarla directamente a la superficie del suelo por gravedad cubriendo total o parcialmente la parcela. este sistema requiere una buena nivelación del terreno con pendientes pequeñas y con un buen flujo de agua para poder cubrir todo el suelo. Sus principales ventajas son que en terrenos relativamente Llanos es el sistema más económico al no requerir de instalación de riego ni consumo de energía. Como inconvenientes se encuentran los costes de nivelación y la disponibilidad de agua, así como la dificultad de aplicación del agua uniforme mente pues las pérdidas por percolación pueden ser elevadas al principio de las tablas de riego.
- riego por surcos: consiste en hacer circular el agua a través de pequeños cauces que quedan entre 2 caballones paralelos. El agua al mismo tiempo que avanza se va infiltrando en el suelo tanto vertical como horizontalmente. se da en suelos con una elevada capacidad de retención de agua y una adecuada conductividad hidráulica lo que permite el movimiento del agua en todas las direcciones. Las ventajas son que los gastos de implantación son reducidos además de esta forma el agua no moja directamente la corona de la planta lo que evita muchas enfermedades vasculares. Como inconvenientes es que si

- las pendientes son elevadas pueden producirse problemas de erosión. Además, exigen más mano de obra que a otros métodos de riego superficial.
- Por aspersión: consiste en distribuir el agua en forma de lluvia a través de dispositivos de aspersión que pulverizan el agua en gotas pequeñas. Este método se utiliza principalmente en cultivos herbáceos, y el sistema de aspersión puede ser móvil, semipermanente o permanente, dependiendo del tipo de material y las necesidades de desplazamiento. La aplicación de agua suele oscilar entre 2 y 4 mm por hora, excepto en suelos con problemas de permeabilidad. Entre sus ventajas, destaca que no requiere nivelación del terreno y permite aprovechar al máximo la parcela, siendo aplicable en todo tipo de suelos, independientemente de su permeabilidad. Sin embargo, su principal inconveniente es el elevado costo de instalación y el alto consumo de energía, además de que puede generar grandes pérdidas de agua por evaporación.
 - Riego localizado se caracteriza por un aporte frecuente de agua a un volumen de suelo reducido, Cercano a las raíces de los árboles. se emplean caudales bajos de agua. se distinguen dos tipos riego por goteo y riego por micro aspersión.
 - o Riego por microaspersión: consiste en que el agua se aplica sobre la superficie del suelo en forma de lluvia muy fina mojando una zona determinada dependiendo del alcance de cada emisor. los emisores son más pequeños y de menor caudal que en el riesgo por aspersión. presenta ventajas como un ahorro de agua, proporciona una buena lixiviación del suelo y son aptos para todo tipo de terrenos con desniveles y pendientes. sus principales inconvenientes es la alta inversión inicial, empeora el manejo de las labores de cultivo y el viento puede afectar a la uniformidad del riego además de que necesitan una mayor mano de obra.
 - o Riego por goteo: es el sistema de riego más popular, el agua circula a presión por la instalación hasta llegar a los emisores, en los que pierde presión y velocidad, saliendo gota a gota son utilizados en un marco de plantación amplio. Con este sistema se moja poco volumen del suelo, lo que reduce el crecimiento de malas hierba. el flujo de agua es variable según la presión. Las ventajas son un mejor aprovechamiento del agua, la posibilidad de manejar aguas con mayor salinidad, mayor uniformidad de riego, mejor aprovechamiento de los fertilizantes, y ahorro en la mano de obra. los inconvenientes que presenta es que hay un alto riesgo de salinización del bulbo húmedo, es un sistema hidráulico delicado por lo que implica un mayor conocimiento del equipo de riego y supone una mayor inversión inicial por el coste de la instalación. Este sistema se puede instalar de manera superficial o subterránea.
 - Sistema por goteo superficial: las tuberías van colocadas sobre la superficie del terreno, se considera que es más susceptible a pérdidas de agua por evaporación y escorrentía. En ocasiones,

la distribución del agua puede verse afectada por factores como el viento, lo que altera la uniformidad del riego. Es de bajo coste y se suele aplicar en cultivos anuales o de corto plazo.

- Sistema por goteo subterráneo: las tuberías van instaladas bajo tierra a una profundidad de 15 a 30 cm, según el tipo de suelo, reduce considerablemente las pérdidas por evaporación, ya que el agua se aplica directamente en el sistema radicular. Reduce los daños causados por maquinaria agrícola. La distribución del agua es más uniforme y localizada. Requiere una mayor inversión inicial. Se utiliza en cultivos perennes donde se busca un riego a largo plazo que no interfiera con las labores agrícolas.

3.8.4. Análisis multicriterio

Se realiza el análisis multicriterio, en función de los factores mencionados anteriormente, para seleccionar el sistema de riego.

En la Tabla 8, se estructura dicho análisis, puntuando cada característica con una valoración del 1 (muy desfavorable) al 5 (muy favorable). Cada característica se pondera de forma diferente en función de su importancia mediante un coeficiente que puede ser 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, el resultado final se obtiene de realizar el sumatorio del producto de cada parámetro por su coeficiente de ponderación. Se considera que la variedad más interesante para el cultivo en la explotación es la que mayor puntuación obtenga.

Tabla 8. Matriz de efectos para la elección del sistema de riego.

Factor	Coeficiente	R. Inundación	R. Surcos	R. Aspersión	R. Goteo	R. Microaspersión
Calidad del agua	0.5	4	4	3	3	3
Economía	1.5	3	3	2	3	2
Técnicas de cultivo	1.0	1	2	2	4	3
Factores agronómicos y climáticos	1.5	3	3	4	4	4
Total		12	13	12.5	16	13.5

3.8.5. Alternativa elegida

Según el análisis multicriterio, y las ventajas e inconvenientes, el sistema de riego elegido para la plantación es el riego por goteo.

El riego por goteo tiene una mayor eficiencia en el uso del agua que otros sistemas de riego, permite la fertirrigación y la automatización total del riego, mejora la

disponibilidad de agua en el suelo y mejora la absorción de nutrientes aplicados mediante este sistema. A su vez, se elige un sistema de goteo enterrado, ya que aunque la inversión inicial es mayor, proporciona mayores ventajas a largo plazo, facilitando el manejo de la plantación.

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 fertiirrigación ligeramente ácidas y realizando periódicamente limpiezas del sistema con ácido nítrico.

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

3.9.1. Identificación de las alternativas

El mantenimiento del suelo son todas las operaciones llevadas a cabo para el trabajo del suelo, su principal objetivo es mejorar las propiedades de éste y la nutrición del sistema radicular de la planta, evitando la competencia de vegetación espontánea. A la hora de realizar las diferentes labores del suelo, debemos considerar que la mayor densidad radicular se localiza entre los 15 y los 55 cm de profundidad y entre los 60 y los 100 cm de distancia al tronco.

Existen diferentes maneras de mantenimiento del suelo como son el laboreo el no laboreo y el acolchado.

3.9.2. Criterios de valor

Los criterios que se siguen para llevar a cabo un bueno manejo del suelo son los siguientes:

- Condicionantes edafoclimáticos: la pluviometría de la zona no es muy elevada, lo que condiciona la viabilidad de la cubierta vegetal en los meses más secos y calurosos. Hay que tener en cuenta las heladas por irradiación, las cuales varían en función del mantenimiento del suelo. El tipo de suelo y su fertilidad también son un condicionante para la determinación del mantenimiento del suelo.
- Condicionantes técnicos: el marco de plantación, la disposición de los árboles, la distribución del raíces, el vigor, son factores importantes en cuanto a la elección del método de manejo del suelo. También lo son la superficie y las dimensiones de la parcela así como las máquinas a utilizar y el sistema de riego elegido.
- Condicionantes económicos: se debe estudiar la rentabilidad económica de cada sistema, tanto la inversión necesaria para su establecimiento como para su mantenimiento.

3.9.3. Evaluación de las alternativas

Los métodos de mantenimiento del suelo más comunes son los siguientes:

- Laboreo: su principal objetivo es eliminar las malas hierbas, controlar plagas y mejorar el desarrollo y la nutrición del árbol, aireando el perfil labrado y

regenerando la estructura del suelo. Se produce una mayor erosión del suelo y mineralización de la materia orgánica junto a la mayor probabilidad de heladas primaverales. El enterrado de hojas en otoño puede reducir el impacto negativo de este sistema. Es el método más recomendado para cultivos frutales.

- Acolchado: es una variante de cubierta vegetal, la cual consiste en cubrir el suelo desnudo, total o parcialmente, con materiales inertes como paja o láminas de plástico. Esta técnica eleva la incidencia de plagas y aumenta la compactación del suelo.
- Cubierta vegetal: este sistema rebaja las correntías de las aguas, mejorar las propiedades de los suelos ya que disminuye su compactación y erosión y posee numerosas ventajas al uso del bífidas. Las cubiertas temporales en las que el suelo se encuentra desnudo durante el período de vegetativo son más convenientes que las permanentes.

3.9.4. Análisis multicriterio

Se realiza un análisis multicriterio, para valorar los diferentes métodos de mantenimiento del suelo.

En la Tabla 9, se estructura dicho análisis, puntuando cada característica con una valoración del 1 (muy desfavorable) al 5 (muy favorable). Cada característica se pondera de forma diferente en función de su importancia mediante un coeficiente que puede ser 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, el resultado final se obtiene de realizar el sumatorio del producto de cada parámetro por su coeficiente de ponderación. Se considera que la variedad más interesante para el cultivo en la explotación es la que mayor puntuación obtenga.

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

Factor	Coeficiente	Laboreo	Acolchado	Cubierta vegetal
Condicionantes edafoclimáticos	1.0	4	3	4
Condicionantes técnicos	1.0	3	2	2
Condicionantes económicos	1.5	2	3	3
Total		10	9.5	10.5

3.9.5. Alternativa elegida

Según los resultados obtenidos en el análisis multicriterio, la opción que se escoge para realizar en la plantación es la cubierta vegetal.

Este sistema protege el suelo de la compactación, reduce la erosión y a su vez permite el paso de la maquinaria, además es un método fácil rápido y económico para el

mantenimiento del suelo. En los primeros años, se debe proteger el tronco del árbol de los herbicidas.

3.10. Alternativas en la elección del sistema de recolección

3.10.1. Identificación de las alternativas

La recolección es la última operación de cultivo que realiza el agricultor. con la recolección finaliza todo el proceso productivo y posibilita al productor obtener beneficios por medio de la venta del producto. la recolección consiste en hacer caer el fruto una vez éste ha adquirido su madurez. Debe iniciarse cuando el 60 o el 70% de los frutos llenos de un racimo se desprendan fácilmente de su cáscara. Como la maduración es escalonada podría parecer más apropiado recogerla en dos o más veces pero esta opción a la vez que costosa no suele compensar el deterioro de la calidad de los frutos.

Dejar más tiempo del debido los frutos en el árbol eleva tanto los daños como la presencia de hongos. dentro del grado de madurez óptimo la recolección debe llevarse a cabo aprovechando los periodos secos.

Los sistemas de recolección pueden ser manuales o mecánicos, De los que se destacan el vibrador de tronco, vibrador de paraguas o máquinas autopropulsadas.

3.10.2. Criterios de valor

Los criterios que se tienen en cuenta para elegir el método 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.
- Calidad del fruto: se basa en un alto porcentaje de frutos abiertos de forma natural, un color adecuado de la cáscara, tamaño óptimo del fruto, y un nivel de humedad que permita su buen almacenamiento. Estos factores aseguran una alta calidad comercial del producto.
- Grado de mecanización de la explotación: el objetivo es conseguir un elevado grado de mecanización de la explotación, con el fin de optimizar los tiempos requeridos para la realización de las labores de cultivo, en especial la recolección, y disminuir los gastos, aumentando con ello la rentabilidad.
- Economía del sistema: se debe tener en cuenta el coste de adquisición de la maquinaria necesaria en cada sistema de recolección, el coste horario de la labor, las necesidades de mano de obra y el tiempo requerido para realizar dicha labor.

3.10.3. Evaluación de las alternativas

Los diferentes métodos de recolección son los siguientes:

- Manual: los pistachos se recogen a mano y se van echando en cestos que luego se llevan a un remolque. para este sistema el diseño de las plantaciones

se basa en una elevada densidad de árboles con conformación de seto. el principal inconveniente es que favorece la difusión de hongos así como la elevada mano de obra.

- Vibrador de troncos: consiste en un brazo articulado con una pinza de gran tamaño en su extremo que abraza al tronco y le transmite las vibraciones, los frutos suelen caer en una malla colocada sobre el terreno, esto eleva considerablemente el peligro de contaminación de los frutos. El rendimiento de este vibrador suele ser de unas 1.5 ha/jornada.



Ilustración 1. Vibrador de troncos.

- Vibrador de paraguas: consiste en un vibrador como el mencionado anteriormente con la ventaja de que éste va acoplado al tractor con un remolque incorporado donde los frutos se van almacenando tras el vibrado por lo que estos frutos no caen al suelo y se evita la contaminación. En ocasiones, estos vibradores pueden ir con una peladora incorporada en la parte trasera que va pelando los frutos antes de trasladarlos al remolque. El rendimiento de este vibrador suele ser de unas 2 ha/jornada.

La vibración produce un barrido de diferentes golpes adaptándose al tamaño del árbol consiguiéndose así un porcentaje de derribo mayor.



Ilustración 2. Vibrador de paraguas.

- Máquinas autopropulsadas: son máquinas de unos 7 m de longitud que constan de 2 grandes plataformas que se acoplan entre las calles quedando el árbol a mover en medio. Estas dos piezas forman dos planos con una única

vertiente hacia donde los pistachos van cayéndose y moviéndose hacia el remolque. una de estas piezas se fija al tronco próximo al suelo para la vibración. El rendimiento suele ser de 5 ha/jornada.



Ilustración 3. Máquina autopropulsada.

3.10.4. Análisis multicriterio

Se realiza un análisis multicriterio, para valorar los diferentes métodos de recolección del fruto.

En la Tabla 10, se estructura dicho análisis, puntuando cada característica con una valoración del 1 (muy desfavorable) al 5 (muy favorable). Cada característica se pondera de forma diferente en función de su importancia mediante un coeficiente que puede ser 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, el resultado final se obtiene de realizar el sumatorio del producto de cada parámetro por su coeficiente de ponderación. Se considera que la variedad más interesante para el cultivo en la explotación es la que mayor puntuación obtenga.

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

Factor	Coeficiente	Manual	Vibrador de troncos	Vibrador de paraguas	Máquinas autopropulsadas
Diseño de plantación	1.0	3	3	3	3
Grado de mecanización	2.0	1	4	4	3
Economía del sistema	2.0	1	3	2	2
Total		7	17	15	13

3.10.5. Alternativa elegida

Observando los resultados del análisis multicriterio se elige como sistema de recolección el método de vibradora con paraguas.

Este sistema se adapta bien a la disposición y densidad de la plantación. Tiene unos requerimientos bajos de mano de obra y cumple con la con los objetivos de mecanización que se pretenden conseguir. Además, se obtienen unos frutos de buena calidad y reduce la transmisión de enfermedades.

4. Descripción de la alternativa a desarrollar

Como conclusión, habiendo comparado todas las alternativas posibles de la parcela.

Se va a realizar una plantación de pistachos en el municipio de Villasexmir (Valladolid). Las variedades que se va a implantar son como variedad hembra Kerman y como variedad macho Peter, injertadas sobre UCB1.

El marco de plantación va a ser rectangular, con una separación entre árboles de 5 metros y entre líneas de 6 metros. La densidad de plantación de la parcela será de 333.33 árboles por hectárea. La orientación de las líneas será norte-sur. El sistema de formación de la parcela será mediante poda *Gobelet* o vaso por pisos.

El sistema de riego que se va a emplear será un riego localizado por goteo. En cuanto al mantenimiento del suelo se va a emplear una cubierta vegetal en las calles. La recolección se realizará mediante vibradores con paraguas.

ANEJO IV: Ingeniería del proceso

ÍNDICE ANEJO IV

1. Actividades del proceso productivo.....	8
1.1. Plantación.....	8
1.1.1. Preparación del terreno	8
1.1.2. Establecimiento de la plantación	8
1.1.2.1. Replanteo y marcado de la plantación.....	8
1.1.2.2. Recepción y preparación de la planta.....	9
1.1.2.3. Plantación.....	9
1.1.3. Operaciones posteriores a la plantación.....	10
1.1.3.1. Riego post-plantación.....	10
1.1.3.1. Revisión de los árboles.....	10
1.1.3.2. Control de malas hierbas.....	10
1.1.3.3. Protectores de mallas.....	10
1.1.3.4. Reposición de mallas.....	10
1.1.4. Resumen de las operaciones de plantación	11
1.2. Poda.....	11
1.2.1. Aspectos generales.....	11
1.2.2. Poda de formación	12
1.2.3. Poda de producción.....	17
1.2.4. Poda de rejuvenecimiento	18
1.2.5. Resumen de la poda	18
1.3. Diseño agronómico del riego	18
1.3.1. Cálculo de las necesidades de riego	18
1.3.1.1. Necesidades netas de riego	18
1.3.2. Necesidades totales de riego	23
1.3.3. Número de emisores por planta y caudal del emisor	25
1.3.4. Frecuencia y tiempo de riego	28
1.3.5. Resumen del diseño agronómico del riego.....	29
1.4. Fertilización	30
1.4.1. Introducción.....	30
1.4.2. Fertilización mineral.....	31
1.4.2.1. Fertilización de mantenimiento	31
1.4.2.1.1. Macronutrientes.....	31
1.4.2.1.2. Micronutrientes.....	37
1.4.2.2. Programa de fertirrigación	38

1.4.2.3.	Resumen de la fertilización.....	40
1.5.	Mantenimiento del suelo.....	40
1.5.1.	Aspectos generales.....	40
1.5.2.	Cubierta vegetal.....	40
1.5.3.	Resumen del mantenimiento del suelo.....	41
1.6.	Polinización.....	42
1.6.1.	Introducción.....	42
1.6.2.	Distribución de los cultivares.....	42
1.6.3.	La polinización artificial.....	43
1.7.	Tratamientos fitosanitarios.....	44
1.7.1.	Introducción.....	44
1.7.2.	Plagas.....	44
1.7.2.1.	Chinches.....	44
1.7.2.2.	Polillas de Almacén.....	48
1.7.2.3.	Avispas.....	49
1.7.2.4.	Ácaros.....	50
1.7.2.5.	Barrenillo.....	51
1.7.2.6.	Escarabajo de raíz.....	52
1.7.2.7.	Cochinillas blandas.....	53
1.7.2.8.	Clitra, Galeruca o Escarabajillo.....	53
1.7.2.9.	Nemátodos.....	54
1.7.3.	Enfermedades.....	55
1.7.3.1.	Botriosfera (BT).....	56
1.7.3.2.	Verticilosis, marchitez, verticillium (VT).....	57
1.7.3.3.	Alternaria, alternariosis, tizón tardío (ALT).....	58
1.7.3.4.	Pudrición del cuello o de la raíz (PHY).....	59
1.7.3.5.	Roya.....	61
1.7.3.6.	Septoria, septoriosis, mancha foliar.....	61
1.7.3.7.	Armillaria, pobredumbre blanca de la raíz.....	62
1.7.3.8.	Aspergillus, hongos de los frutos.....	63
1.7.3.9.	Antracnosis.....	64
1.7.3.10.	Rizoctonia, marchitez de la plántula.....	65
1.7.4.	Resumen de los tratamientos fitosanitarios.....	65
1.8.	Aclareo.....	66
1.8.1.	Aclareo manual.....	66
1.8.2.	Aclareo mecánico.....	66

1.8.3.	Aclareo químico.....	67
1.9.	Recolección	67
1.9.1.	Introducción.....	67
1.9.2.	Recolección manual	67
1.9.3.	Recolección mecánica.....	68
1.9.4.	El transporte.....	68
2.	Necesidades del proceso productivo	69
2.1.	Maquinaria y equipos.....	69
2.1.1.	Maquinaria necesaria en la explotación.....	69
2.1.2.	Capacidad y tiempos de trabajo	71
2.1.3.	Consumo de carburante	73
2.1.4.	Consumo de lubricantes.....	74
2.2.	Coste horario de utilización de la maquinaria.....	74
2.2.1.	Costes de las labores alquiladas	74
2.2.2.	Costes de la maquinaria propia	75
2.3.	Mano de obra	75
2.3.1.	Introducción.....	75
2.3.2.	Mano de obra fija.....	75
2.3.3.	Mano de obra eventual.....	75
3.	Cuadros del proceso productivo	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Resumen de las operaciones de plantación.....	11
Tabla 2.	Resumen de las labores de poda.....	18
Tabla 3.	Valores de ETo, ETc, P, PE y déficit hídrico.....	20
Tabla 4.	Relación entre k1 y FAS.....	21
Tabla 5.	Cálculo de las necesidades netas de riego para el pistacho.	23
Tabla 6.	Cálculo de las necesidades totales de riego para el pistacho (Nt).....	25
Tabla 7.	Necesidades netas de riego de cada mes.....	25
Tabla 8.	Fórmulas para determinar el diámetro mojado del bulbo en función de la textura.	26
Tabla 9.	Características de los emisores.	26
Tabla 10.	Tiempo de duración del riego para cada uno de los meses de actividad vegetativa.	29
Tabla 11.	Resumen del diseño agronómico del riego.....	29
Tabla 13.	Acumulación anual de nitrógeno en las partes leñosas del árbol.	31
Tabla 14.	Producción media de pistachos y exportación de nitrógeno por los frutos...	32
Tabla 15.	Aportación de nitrógeno por el agua de riego.....	32

Tabla 16. Balance de nitrógeno.	33
Tabla 17. Producción del pistacho con cáscara y exportación de fósforo por los frutos.	33
Tabla 18. Balance de fósforo.	34
Tabla 19. Producción de pistacho con cáscara y exportación de potasio por los frutos.	35
Tabla 20. Aportación de potasio con el agua de riego.....	35
Tabla 21. Balance del potasio.....	36
Tabla 22. Porcentaje de necesidades nutritivas según la época del año.....	38
Tabla 23. Necesidades mensuales de nutrientes, expresadas en kg/ha.	38
Tabla 24. Aportaciones mensuales de fertilizantes, expresadas en kg/ha.....	39
Tabla 25. Necesidades de caldo (l/ha) de cada fertilizante.	39
Tabla 26. Resumen de fertilizantes.....	40
Tabla 27. Resumen labores del mantenimiento del suelo.	41
Tabla 28. Resumen tratamientos fitosanitarios.	65
Tabla 29. Resumen de las características y potencia requerida de cada apero.	73
Tabla 30. Consumo de carburante.....	74
Tabla 31. Consumo de lubricantes.....	74
Tabla 32. Costes de la maquinaria propia y adquirida.....	75
Tabla 33. Definición de las necesidades del año 1.	77
Tabla 34. Definición de las necesidades del año 2.	83
Tabla 35. Definición de las necesidades del año 3.	87
Tabla 36. Definición de las necesidades del año 4.	91
Tabla 37. Definición de las necesidades del año 5.	96
Tabla 38. Definición de las necesidades del año 6.	101
Tabla 39. Definición de las necesidades del año 7.	105
Tabla 40. Definición de las necesidades del año 8 y siguientes.....	109

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. A la izquierda, primer y segundo crecimiento hasta alcanzar los 2 m en un árbol masculino. En el centro, eliminación de las ramas laterales y yemas hasta 1.70-1.80 m del suelo. A la derecha, árbol masculino de cinco años de injerto definitivamente formado. Fuente: El cultivo del pistacho (José Francisco Couceiro)...	12
Ilustración 2. Guía del injerto creciendo a la izquierda. Guía del injerto creciendo y ramas laterales originales durante el periodo vegetativo a la derecha. Fuente: El cultivo del pistacho (José Francisco Couceiro).	13
Ilustración 3. Ala izquierda, la guía alcanza la altura exigida y se despunta a 1.80 m durante el invierno, tras la eliminación de ramas. A la derecha, se eliminan las del extremo y las de la base, quedando únicamente con las situadas a 50 cm. Fuente: El cultivo del pistacho (José Francisco Couceiro).	14
Ilustración 4. Brotación de las ramas laterales en los 50 cm después de eliminar algunas de sus yemas. Fuente: El cultivo del pistacho (José Francisco Couceiro).	14
Ilustración 5. Las ramas principales elegidas y posterior ramificación de las tres ramas principales. Fuente: El cultivo del pistacho (José Francisco Couceiro).	15
Ilustración 6. Elección de una de las ramas laterales de cada rama principal para formar el primer piso. Fuente: El cultivo del pistacho (José Francisco Couceiro).	15

Ilustración 7. Consolidación de los primeros pisos y pinzamiento de la segunda prolongación de las ramas principales. Fuente: El cultivo del pistacho (José Francisco Couceiro).....	16
Ilustración 8. Pinzamiento de la tercera prolongación de cada una de las ramas principales y elección de las ramas que formarán el segundo piso. Fuente: El cultivo del pistacho (José Francisco Couceiro).	16
Ilustración 9. Se cortan las cuartas y últimas prolongaciones, se consolidan los segundos pisos y se eligen las ramas que formaran los terceros. A la derecha, croquis de una visión de una planta de un árbol idealmente formado de 6 años de injerto. Fuente: El cultivo del pistacho (José Francisco Couceiro).	17
Ilustración 10. Gráfico de obtención del coeficiente de advección.....	22
Ilustración 11. Estados fenológicos de los cultivares Kerman y Peter.	42
Ilustración 12. Croquis de la disposición de árboles machos y hembras.	43
Ilustración 13. <i>Lygaeus pandurus</i> Scopol. adulto.	45
Ilustración 14. <i>Leptoglossus occidentalis</i> Heidemann o chinche de pata de hoja.	46
Ilustración 15. Adulto de <i>Nezara viridula</i> Linnaeus.....	47
Ilustración 16. Adulto de <i>Brachynema germarii</i> Kolenati.	47
Ilustración 17. Polilla <i>Plodia interpunctella</i> Hübner.....	49
Ilustración 18. Avispa de fruto <i>Megastigmus pistaciae</i> Walker.	50
Ilustración 19. Detalle microscópico de un adulto de <i>Brevipalvus lewisi</i> McGregor.	51
Ilustración 20. Adulto de <i>Chaetoptelius vestitus</i> Mulsant & Rey.	52
Ilustración 21. Adulto de <i>Capnodis tenebrionis</i> L.	52
Ilustración 22. <i>Parthenolecanium corni</i> B., en ramas.	53
Ilustración 23. Adultos de <i>Labidostomis lusitánica</i> Germar.	54
Ilustración 24. <i>Meloidogyne</i> spp. en las raíces de una planta.	55
Ilustración 25. Hojas de pistacho afectadas por Botriosfera.	57
Ilustración 26. Hojas marchitas infectadas por verticilosis.....	58
Ilustración 27. Árbol de pistacho infectado por alternaria.	59
Ilustración 28. Sistema radicular afectado por pudrición de la raíz.....	60
Ilustración 29. Hoja de pistacho infectada por roya.	61
Ilustración 30. Hojas de pistacho infectadas por septoria.....	62
Ilustración 31. Hongos de armillaria.	63
Ilustración 32. Fruto afectado por <i>aspergillus</i>	64
Ilustración 33. Antracnosis en fruto.	64
Ilustración 34. Pudrición de raíces por rizoctonia.	65

1. Actividades del proceso productivo

1.1. Plantación

1.1.1. Preparación del terreno

Para realizar una correcta preparación del terreno es necesario realizar una serie de labores previas, con el objetivo de solventar problemas edafológicos del suelo. Una adecuada preparación del suelo mejora la permeabilidad del terreno, limpia el terreno de raíces y vegetación espontánea, moviliza las reservas de nutrientes y facilita el desarrollo de las raíces de las plantas establecidas.

En el caso de la parcela, no es necesaria una nivelación, ya que se considera que la parcela está nivelada. Los trabajos que se realicen deben hacerse con el máximo rigor, ya que de ello depende la adecuada implantación de los árboles, así como, su crecimiento en las fases de desarrollo.

El suelo de la parcela objeto de estudio es profundo, de textura franco-arenosa, estructura migajosa y poco compactada, como se ha estudiado en el Anejo I. Por ello, el método de preparación del terreno se va a llevar a cabo mediante las siguientes labores:

Labor de subsolado cruzado en romper y airear las capas profundas del suelo. Esta técnica se realiza en dos direcciones perpendiculares, lo que mejora la infiltración de agua, reduce la compactación del suelo, y facilita el desarrollo de las raíces de los cultivos. La profundidad de dicha labor varía entre 30-60 cm. Se realiza con el suelo en tempero, a principios de noviembre.

Se realizarán otro tipo de labores secundarias, las cuales se harán con un cultivador que allanará y afinará el terreno más superficial, para dejarlo en las condiciones idóneas para establecer la plantación. Se realizarán dos pases cruzados con el cultivador a una profundidad aproximada de 15-20 cm y así dejar el terreno liso.

El suelo de la parcela tiene un valor relativamente bueno de materia orgánica (2.92%), por lo que no resulta necesario realizar una enmienda orgánica.

En el caso del abonado de fondo, no es necesario realizarlo, ya que según los análisis los contenidos de fósforo y potasio son altos, como se indica en el Anejo I. Condicionantes.

1.1.2. Establecimiento de la plantación

1.1.2.1. Replanteo y marcado de la plantación

El replanteo consiste en señalar en el terreno la posición en la que se van a ubicar las líneas de árboles de la plantación. Con la ayuda de los planos, se marca la ubicación de las calles de servicio. Después, se marca el principio y final de cada línea de cultivo.

La maquinaria que se emplea para el establecimiento de los plantones posicionará correctamente los árboles respetando el marco de plantación elegido, por lo que no es necesario marcar la ubicación exacta del árbol.

1.1.2.2. Recepción y preparación de la planta

Los plantones se deben reservar con antelación mediante un contrato con el vivero, en el que se plasmarán las condiciones de garantías en cuanto a la procedencia de la planta, su estado fitosanitario, vigor, nombre y características de la especie; el número de plantas solicitado, el momento de entrega y una garantía de adaptación a las condiciones extremas de la zona de destino. Se solicitarán plantones adicionales para cubrir posibles reposiciones de marras posteriores a la plantación, que implican reemplazar los árboles que no han prosperado; se considerará que este número adicional no excederá el 2%.

Una vez recibidas las plantas, se debe comprobar su buen desarrollo y estado fitosanitario.

Las plantas con cepellón deben viajar con suficiente humedad a nivel radicular y en total oscuridad. En la recepción de los plantones se deben tener un buen sistema radicular, estar libres de plagas y enfermedades, y el cepellón debe estar bien formado y húmedo, sin signos de deshidratación. Es recomendable almacenarlos en un lugar fresco y con sombra, manteniendo el cepellón húmedo. Tras las primeras heladas fuertes ya se podrá efectuar la plantación con mayores garantías de resistencia al frío.

1.1.2.3. Plantación

La apertura de hoyos se realizará de manera mecánica mediante una retroexcavadora; se practicarán hoyos en el terreno, sobre los puntos previamente señalizados, de aproximadamente el doble de profundidad y anchura que el cepellón de los portainjertos. Estas aperturas se harán pocos días antes de la plantación de los patrones.

Las plantas deben poseer entre uno y dos sabias, en caso de que sean de dos habrá que cerciorarse de que su sistema radicular no sobresalga más allá del cepellón de tierra. Si las raíces han comenzado a enrollarse a su alrededor, es conveniente desenrollarlas antes de plantarlas.

A continuación, se sacarán las bandejas individuales del almacén en función de las necesidades. Después, se extraerá la planta y se procederá a la plantación de forma directa o manual. Es conveniente enterrar la planta dos o tres cm por encima de su cepellón, a continuación, se compactará la tierra pisándola a su alrededor para elevar el aislamiento del sistema radicular de las bajas temperaturas. Una vez que las temperaturas se hayan suavizado se volverá a allanar el terreno antes de que la planta inicie la brotación, se procurará dejar el pie lo más perpendicular posible para evitar su entutorado antes de que sea realmente necesario.

El entutorado se realizará con tuberías de 2 cm de diámetro, con una longitud de unos 2 m, con materiales que mantengan la verticalidad y sean suficientemente resistentes.

Los tutores, además de guiar el crecimiento de las plantas se utiliza para diferenciar la posición de los árboles machos de los árboles hembra.

1.1.3. Operaciones posteriores a la plantación

Una vez realizada la plantación es necesario llevar a cabo una serie de operaciones que faciliten el enraizamiento, crecimiento y desarrollo de las plantas.

Previo a la plantación se habrá instalado un sistema de riego con tuberías principales y secundarias. En las cabeceras de la líneas se dispondrán ramales portagoteros enrollados, los cuales, una vez instalada la plantación se extenderán para poder llevar a cabo el riego.

Entre las operaciones posteriores a la plantación se encuentran:

1.1.3.1. Riego post-plantación

Se debe realizar un riego post plantación antes de las 48 horas siguientes a la plantación para así obtener un buen arraigo de la planta y asentar el terreno alrededor del árbol, facilitando el despliegue radicular fuera del cepellón. La dosis adecuada se sitúa alrededor de los 30 L/árbol para una planta injertada. El sistema de riego por goteo se debe fijar a 20 cm de distancia de la planta, procurando mantener el terreno húmedo sin dejar que se reseque más allá de los primeros 15 cm de profundidad.

1.1.3.1. Revisión de los árboles

Después del riego se reducen los huecos del suelo, ya que el riego compacta el terreno, por ello es preciso realizar una revisión general de los árboles, colocando de manera correcta aquellos árboles que se encuentren defectuosamente instalados.

1.1.3.2. Control de malas hierbas

La planta debe adquirir la mayor envergadura en el menor tiempo posible, por lo que se debe tener un control de las malas hierbas que puedan surgir a su alrededor. No es conveniente aportar abonos nitrogenados ya que potencia el desarrollo longitudinal del tronco en exceso y rebaja la resistencia al frío.

1.1.3.3. Protectores de mallas

La presencia de roedores u otros animales de la zona hace necesaria la colocación de protectores de mallas, de una altura de 60 a 70 cm con buena resistencia a las mordeduras. Se utilizarán unos protectores microperforados que tengan una abertura longitudinalmente lo suficientemente amplia para que no se concentren altas temperaturas en su interior.

1.1.3.4. Reposición de marras

En la primavera posterior a la plantación se debe hacer la reposición de marras, durante esta estación el crecimiento de la planta será muy reducido ya que se estará adaptando al terreno.

1.1.4. Resumen de las operaciones de plantación

Las operaciones que se realizan durante la plantación de los árboles de pistachos se ordenan cronológicamente y se describen en la tabla 1.

Tabla 1. Resumen de las operaciones de plantación.

Actividad	Fecha	Descripción	Maquinaria
Subsolador	Noviembre	Pase de subsolador cruzado	Tractor
Instalación riego	diciembre	Colocación de las tuberías de riego	Labor contratada
Cultivador	Abril/junio	Pases del cultivador	Tractor + cultivador
Replanteo	Marzo	Replanteo y marcado de las calles y líneas de cultivo	Operarios
Recepción	Marzo	Revisión de los plantones	Tractor + remolque
Plantación	Abril	Plantación de los árboles	Labor contratada
Riego post-plantación	Abril	Riego realizado tras la plantación	Riego por goteo
Revisión de los árboles plantados	Abril	Comprobación y recolocación de los árboles torcidos	Operarios
Control malas hierbas	Abril	Limpieza de las malas hierbas de la parcela	Operarios
Colocación de protectores	Abril	Colocación de los protectores de los troncos	Operarios
Reposición de marras	Septiembre	Sustitución de los árboles que no han brotado	Operarios

1.2. Poda

1.2.1. Aspectos generales

La poda es una técnica de cultivo que consiste en conducir las plantas modificando su desarrollo natural, con el objetivo de equilibrar su capacidad vegetativa y productiva y así obtener la máxima producción con frutos de alta calidad.

El periodo más aconsejable para efectuar la poda es durante el reposo invernal. Si se realiza demasiado pronto las migraciones de las reservas hasta los extremos de las ramas no habrán tenido tiempo de producirse, en cambio, si se realiza demasiado tarde, las reservas perdidas en las ramas eliminadas debilitarán el árbol.

En función de la vida del árbol, la poda puede ser de tres tipos:

- Poda de formación: tiene una duración aproximada de 6 años, contando desde el primer año del injerto. Se emplea para optimizar el manejo de aperos o tipo de mantenimiento.
- Poda de producción: es anual, ligera y equilibrada, acompañada de una limpieza general. Se debe conocer el comportamiento de la especie.
- Poda de rejuvenecimiento: el objetivo es regenerar el árbol agotado debido a su avanzada edad. Se inicia en la última etapa productiva, es decir, a partir de los 40-50 años.

1.2.2. Poda de formación

La poda de formación tiene como finalidad optimizar la recolección mecanizada, incrementando así la rentabilidad del cultivo. Además, busca dotar al árbol de una estructura robusta que soporte golpes de maquinaria o fenómenos climáticos durante su extensa vida productiva, y equilibrar su estructura en todas direcciones para mejorar la aireación y la penetración de luz.

En el cultivo del pistacho, la poda de formación es esencial, ya que la recolección se realiza mediante vibrado mecánico de los árboles. Durante los primeros 4-6 años, aunque pueda retrasar la entrada en producción, la formación es fundamental para establecer una base estructural sólida que permita obtener la máxima calidad y cantidad de frutos. Por ello, se realiza una poda en vaso por pisos, también conocida como Gobelet.

En los árboles masculinos, se despuntará el brote principal a una altura de 2-2.30 metros a finales del invierno, evitando así el crecimiento vertical. En la siguiente primavera, cuando las yemas comiencen a hincharse, se eliminarán aquellas situadas en los primeros 170-180 cm.

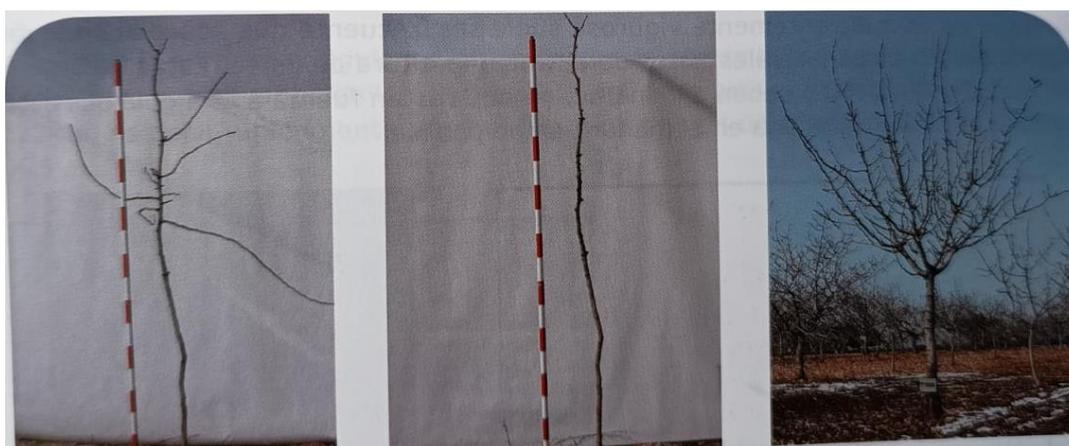


Ilustración 1. A la izquierda, primer y segundo crecimiento hasta alcanzar los 2 m en un árbol masculino. En el centro, eliminación de las ramas laterales y yemas hasta 1.70-1.80 m del suelo. A la derecha, árbol masculino de cinco años de injerto definitivamente formado. Fuente: El cultivo del pistacho (José Francisco Couceiro).

En árboles femeninos, el pinzamiento de la guía no se efectuará hasta alcanzar los 180cm de altura.

Primer año

Se eliminan las ramas que puedan surgir sobre el brote del injerto, esto ocurre cuando el pie no es lo suficientemente vigoroso. Se eliminan dichas ramas para evitar que resten fuerza a la guía que debe adquirir la mayor altura en el menor tiempo posible.



Ilustración 2. Guía del injerto creciendo a la izquierda. Guía del injerto creciendo y ramas laterales originales durante el periodo vegetativo a la derecha. Fuente: El cultivo del pistacho (José Francisco Couceiro).

Segundo año

Durante el invierno, se despunta la guía a unos 180 cm de altura, y se eliminan las ramas laterales que hayan surgido. Así mismo, en la primavera siguiente, cuando comiencen a hincharse las yemas, se eliminarán todas menos las comprendidas en un tramo de los últimos 15 cm y los primeros 120 cm. Las yemas del extremo se eliminan para elevar la resistencia del tronco y que la última yema salga con la menor verticalidad posible.

Se escogerán las tres ramas principales de diferentes puntos a lo largo del tramo de los 50 cm, estarán lo suficientemente distanciadas y formando ángulos de 120° entre sí. Al hacerlo de esta manera conseguiremos una mayor resistencia al peso de las ramas y se disminuirá el riesgo de rotura.

Con independencia del vigor que posea el árbol, una medida aconsejable es dejar en ese tramo de 50 cm, tres grupos de entre 3 y 5 yemas cada uno; uno en la parte alta, otro la parte media y el tercero en la parte baja, eliminando el resto. Así, se conseguirá una mayor y más uniforme brotación.



Ilustración 3. A la izquierda, la guía alcanza la altura exigida y se despunta a 1.80 m durante el invierno, tras la eliminación de ramas. A la derecha, se eliminan las del extremo y las de la base, quedando únicamente con las situadas a 50 cm. Fuente: El cultivo del pistacho (José Francisco Couceiro).



Ilustración 4. Brotación de las ramas laterales en los 50 cm después de eliminar algunas de sus yemas. Fuente: El cultivo del pistacho (José Francisco Couceiro).

Tercer año

Si las tres ramas principales elegidas han superado los 40-60cm de longitud se despuntan a esa distancia. El pinzamiento se efectuará sobre una yema interior o exterior, según se desee abrir o cerrar el árbol.

En caso de que las ramas no se despunten porque no han llegado a la longitud requerida, lo normal es que se ramifiquen al verano siguiente, dichas ramificaciones deberán ser eliminadas exceptuando las que se encuentren en una posición intermedia. Lo ideal es que las tres ramas laterales de cada rama principal tengan la misma orientación.



Ilustración 5. Las ramas principales elegidas y posterior ramificación de las tres ramas principales. Fuente: *El cultivo del pistacho* (José Francisco Couceiro).

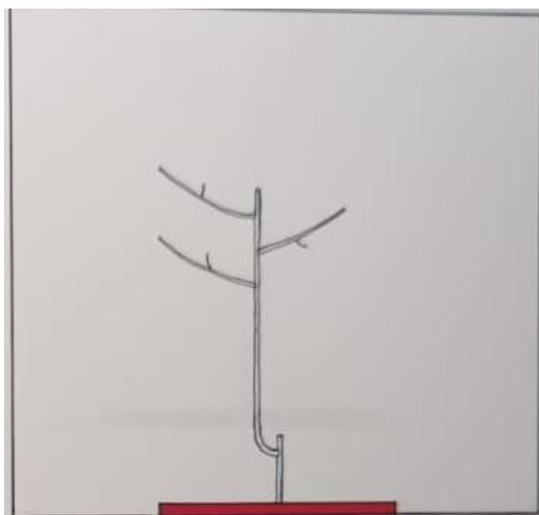


Ilustración 6. Elección de una de las ramas laterales de cada rama principal para formar el primer piso. Fuente: *El cultivo del pistacho* (José Francisco Couceiro).

Cuarto año

En el invierno siguiente se realizará el segundo despunte a otros 40-60 cm, que corresponderá a la nueva prolongación del brote de la yema sobre la que se despunto anteriormente. De este modo, se ira consolidando cada piso pinzando las ramas que los forman a 30-40 cm.

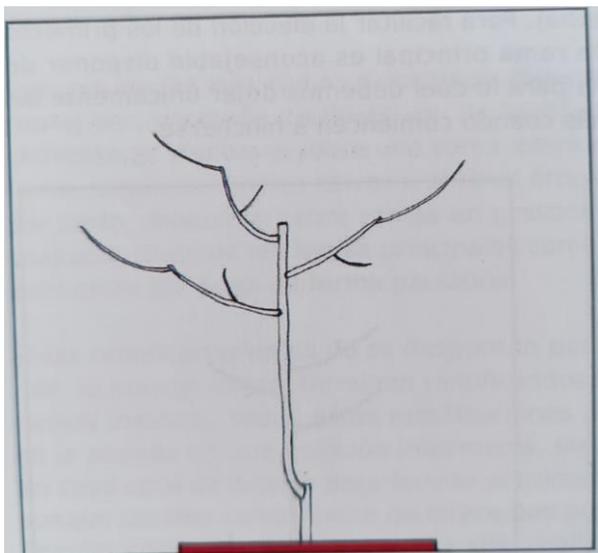


Ilustración 7. Consolidación de los primeros pisos y pinzamiento de la segunda prolongación de las ramas principales. Fuente: El cultivo del pistacho (José Francisco Couceiro).

Quinto año

En la parada vegetativa de este año se pinzan las terceras prolongaciones y se eligen las ramas de los segundos pisos con una orientación opuesta a la de los primeros. En este punto, comienzan a ramificarse las ramas de los primeros pisos para dar los primeros frutos.

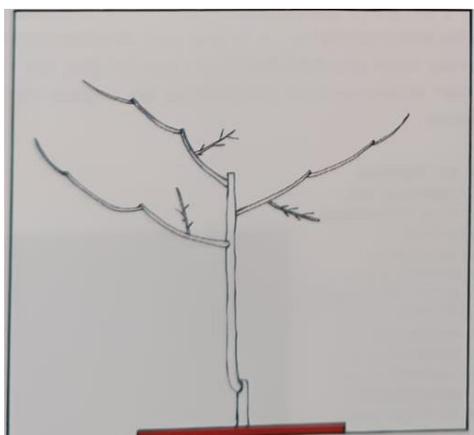


Ilustración 8. Pinzamiento de la tercera prolongación de cada una de las ramas principales y elección de las ramas que formarán el segundo piso. Fuente: El cultivo del pistacho (José Francisco Couceiro).

Sexto año

El árbol quedara formado por tres prolongaciones de las ramas principales. Se podría despuntar una cuarta vez, mientras se consolidan los segundos pisos y se eligen las ramas de los pisos de las terceras prolongaciones.

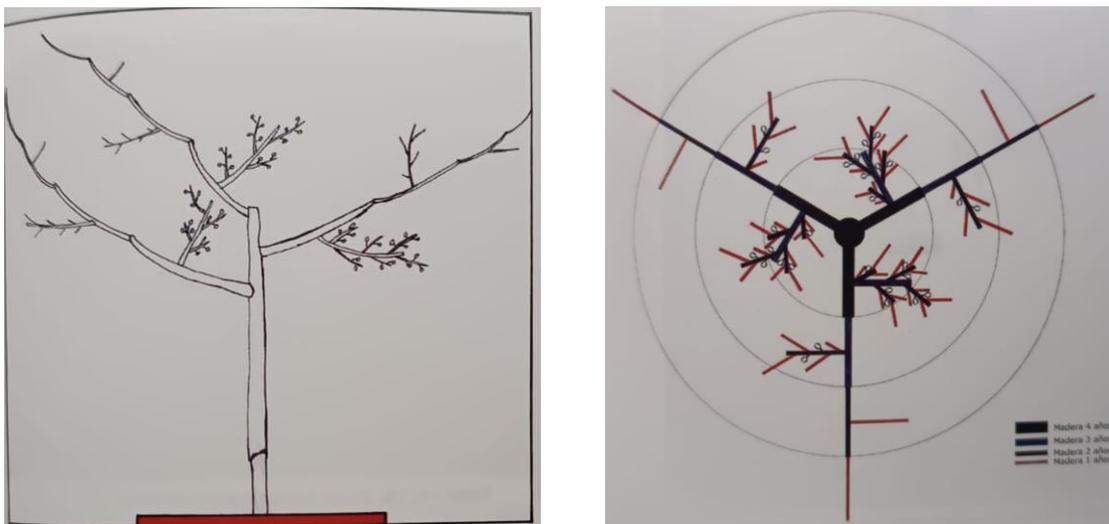


Ilustración 9. Se cortan las cuartas y últimas prolongaciones, se consolidan los segundos pisos y se eligen las ramas que formaran los terceros. A la derecha, croquis de una visión de una planta de un árbol idealmente formado de 6 años de injerto. Fuente: El cultivo del pistacho (José Francisco Couceiro).

1.2.3. Poda de producción

Las yemas de flor comienzan a aparecer al tercer año del injerto y, a partir del sexto, el árbol inicia una producción constante y significativa de este tipo de yemas, a esto se le conoce como periodo de fructificación o producción, en él casi todas las yemas laterales son florales. Si no se realizase esta poda de producción, el árbol sería incapaz de mantener unas mínimas reservas para producir fructificaciones regulares. Si se realiza de manera equilibrada, el árbol es capaz de desarrollar nuevas ramas, acumular suficientes reservas para generar yemas de flor.

Los objetivos principales de este tipo de poda son mantener el árbol dentro de los límites marcados por la plantación; reducir la vecería para obtener producciones regulares; maximizar la aireación e iluminación del árbol para mejorar sus condiciones sanitarias y estimular la renovación del árbol produciendo madera nueva.

Es recomendable hacer esta poda de manera anual y ligera eliminando así ramas de un año de edad que han supuesto un menor gasto de reserva.

Se pueden distinguir 3 fases en ejecución de la poda:

- En primer lugar, se eliminarán todas las ramas que se dirijan tanto hacia el exterior como hacia el interior del árbol.
- En segundo lugar, se procederá a despuntar las ramas en función del vigor de cada árbol, si el árbol es de alto vigor se despuntará a unos 10 cm del extremo de la rama y si es de bajo de vigor se despuntará a unos 30-40 cm del extremo de la rama. Siempre que se despunta se debe hacer sobre una yema de madera, ya que si se hace sobre una floral se perderá la rama entera o parte de la misma.
- En tercer lugar, se eliminarán las ramas laterales que interfieran con otras mejor situadas.

No se aconseja realizar la poda en verde ya que conlleva una gran pérdida de reservas que influye en la cantidad y calidad de la cosecha. Solo está justificada durante las primavera para eliminar algún brote mal situado a lo largo de la estructura. Una poda en verde muy ligera puede proporcionar beneficios a la hora de conseguir mayor iluminación y aireación del árbol o aumentar la apertura y tamaño del fruto.

Los pistacheros poseen yemas vegetativas latentes, que son yemas de la base de las ramas que permanecen dormidas muchos años y en caso de una poda muy severa pueden reactivarse. El pistachero es un árbol que se caracteriza por una clara vecería o producción alternante, cuyo grado varía en función de la carga de la cosecha del año anterior y el nivel de agotamiento de reservas, por lo que una poda anual equilibrada regula dicho consumo de reservas y mitiga la producción alternante.

1.2.4. Poda de rejuvenecimiento

En esta última fase el árbol posee una vegetación abundante donde las yemas vegetativas son muy escasas y abundan las fructíferas, pero éstas no pueden convertirse en fruto por la falta de reservas. por lo que se hace necesario un aclareo mediante la supresión de las ramas mal posicionadas o que impidan el aire. este tipo de poda se debe hacer anualmente hasta que las yemas terminales generen ramas con suficientes yemas de madera que permitan renovar el árbol.

1.2.5. Resumen de la poda

La tabla 2 muestra el resumen de las actividades de poda que se realizan en cada etapa de desarrollo del cultivo.

Tabla 2. Resumen de las labores de poda.

Actividad	Años	Descripción	Época
Poda de formación	2-4 años	Operarios + tijeras	Invierno, con el árbol inactivo
Poda de producción	4-25 años	Operarios + motosierra	Invierno, tras la cosecha
Poda de rejuvenecimiento	25-30 años	Operarios + motosierra	Invierno, con el árbol en reposo

1.3. Diseño agronómico del riego

1.3.1. Cálculo de las necesidades de riego

1.3.1.1. Necesidades netas de riego

Las necesidades netas de riego, se corresponde con la cantidad de agua que necesita el cultivo para obtener cosechas abundantes y estables. Para ello se debe realizar un balance entre las pérdidas y ganancias de agua que se producen en su entorno, y así se podrán calcular las necesidades netas de riego.

Las pérdidas de agua suelen ser por dos motivos, debidas a la transpiración de la planta y por evaporación del suelo a la atmósfera. Las pérdidas de agua por transpiración están en función del gradiente de presión de vapor, el que a su vez está influido por la temperatura ambiente, la humedad relativa, el viento; mientras que la pérdida de agua debida a la evaporación del suelo depende del tipo y estado del suelo, temperatura ambiente, humedad relativa.

Las ganancias de agua están determinadas por la precipitación efectiva y por el ascenso capilar dentro del perfil del suelo. La precipitación efectiva se calcula a partir de la precipitación total caída, multiplicada ésta por un coeficiente, inferior a la unidad, que tiene en cuenta las pérdidas producidas por evaporación. Se expresa de la siguiente manera:

$$PE = P * 0.7$$

Siendo:

PE: precipitación efectiva, en mm/mes.

P: precipitación media mensual, en mm/mes

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

$$N_n = E_{To} * k_c * k_1 * k_2 * k_3$$

Siendo:

N_n : necesidades netas de riego, expresadas en mm/día.

E_{To} : evapotranspiración de referencia, expresada en mm/día.

k_c : coeficiente de cultivo, variable a lo largo del año, en tanto por uno.

k_1 : coeficiente corrector por localización, en tanto por uno.

k_2 : coeficiente corrector por variación climática, en tanto por uno.

k_3 : coeficiente corrector por advección, en tanto por uno.

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.

En la tabla 3, se muestran los valores de la E_{To} , E_{Tc} , precipitación media y efectiva el déficit hídrico. Como se observa en dicha tabla 3, durante el mes de mayo comienza a producirse 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. Por lo tanto, en el período mayo-septiembre habría que realizar aportaciones de agua al cultivo, ya que la precipitación efectiva no es suficiente para abastecer las necesidades totales del cultivo.

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

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agost	Sep	Oct	Nov	Dic
ETo (mm/mes)	17	30	45	73	95	121	142	123	100	56	25	20
Kc	0	0	0	0.25	0.80	1.13	1.19	1.16	0.93	0.56	0.35	0
Etc (mm/mes)	0	0	0	18.3	76	136.7	169	142.7	93	31.4	8.8	0
P (mm/mes)	44.7	29.9	33.0	52.1	47.4	27.8	14.3	16.6	30.5	64.5	54.3	53.3
PE (mm/mes)	31.3	20.9	23.1	36.5	33.2	19.5	10.0	11.6	21.4	45.2	38.0	37.3
Balance (mm/mes)	31.3	20.9	23.1	18.2	-42.8	-117.2	-159	-131.1	-71.6	13.8	29.3	37.3

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 pistacho varía según su edad y estado de desarrollo. Los valores empleados en este caso proceden de las publicaciones de la FAO, que proporciona los valores de K_c tabulados en función de las distintas condiciones de cultivo. El valor de K_c se puede observar en la Tabla 3.

Coeficiente corrector por localización K_1

El coeficiente corrector por localización se basa en considerar la fracción de área sombreada (FAS) por la planta con relación a la superficie del marco de plantación (o superficie ocupada por la planta). Este método considera que, a efectos de

evapotranspiración, el área sombreada se comporta prácticamente igual que la superficie del suelo en riegos no localizados, mientras que el área no sombreada pierde agua con una intensidad mucho menor. Para determinar el coeficiente corrector por localización es necesario, en primer lugar, calcular *FAS* mediante la siguiente fórmula. Se considera que el radio de la copa es de 2.25 m y que el marco de plantación es de 6 x 5 m.

$$FAS = \frac{\text{Área sombreada}}{\text{Marco de plantación}} = \frac{\pi * (2.25)^2}{6*5} = 0.53$$

El cálculo del k_1 , se realiza a partir de cuatro métodos distintos de cálculo, despreciándose, los dos valores más extremos y haciéndose la media entre los centrales. En la tabla 4 se presenta el cálculo según los cuatro métodos.

Tabla 4. Relación entre k_1 y *FAS*.

Autor	Fórmula	Resultado
Aljibury et al.	$K_1 = 1.34 * FAS$	0.71
Decroix	$K_1 = 0.1 + FAS$	0.63
Hoare et al.	$K_1 = FAS + 0.5 * (1 - FAS)$	0.76
Keller	$K_1 = FAS + 0.15 * (1 - FAS)$	0.60

Excluyendo los factores con resultados más extremos y realizando la media entre los centrales, se obtiene que el coeficiente corrector por localización es el siguiente:

$$K_1 = \frac{(0.63+0.60)}{2} = 0.61$$

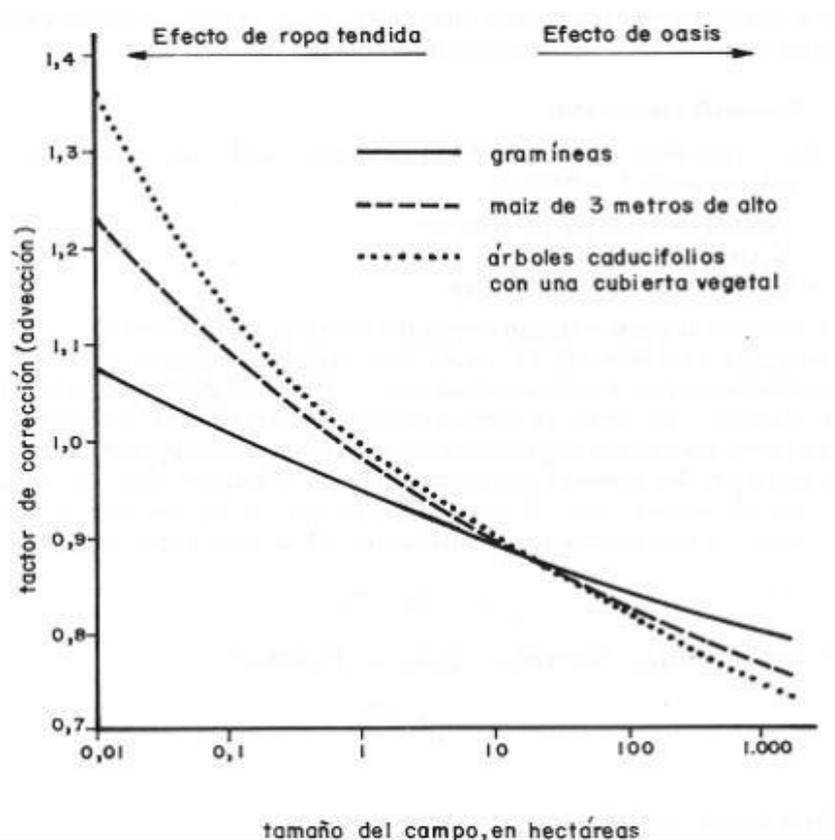
Coeficiente corrector por variación climática (k_2)

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.

Coeficiente corrector por advección (K_3)

Los efectos del movimiento de aire por advección tienen un efecto considerable en el microclima que afecta al cultivo, ya que depende del propio cultivo, de la extensión de la superficie regada y de las características de los terrenos colindantes. En caso de parcelas pequeñas, el microclima del cultivo será muy distinto según esté rodeado de una masa verde o de un terreno sin cultivar, lo que origina un aire más caliente en el segundo caso. Por consiguiente, el coeficiente k_3 viene determinado en función de la naturaleza del cultivo y del tamaño de la finca a regar y de los terrenos circundantes. Para su cálculo se toma como superficie regada, no sólo la parcela considerada, sino también las que la rodean que también estén regadas. En este caso sólo se considera la superficie de la parcela objeto del proyecto, ya que las parcelas de alrededor son de secano. Su valor se determina utilizando el siguiente gráfico:

Ilustración 10. Gráfico de obtención del coeficiente de advección.



En este caso, para una plantación de árboles caducifolios y una superficie de 4,5 ha, el valor de k_3 es de 0,95.

Por lo tanto, una vez establecido el valor de cada coeficiente, se procede al cálculo de las necesidades netas de riego (N_n). Su resultado se muestra en la tabla 5:

Tabla 5. Cálculo de las necesidades netas de riego para el pistacho.

Mes	ET _o (mm/día)	K _c	K ₁	K ₂	K ₃	Nn (mm/día)	Nn (mm/mes)
Mayo	3.06	0.80	0.61	1.15	0.95	1.33	41.5
Junio	4.03	1.13	0.61	1.15	0.95	2.48	74.68
Julio	4.58	1.19	0.61	1.15	0.95	2.97	92.31
Agosto	3.96	1.16	0.61	1.15	0.95	2.51	77.94
Septiembre	3.33	0.93	0.61	1.15	0.95	1.69	50.80
Total							337.25

1.3.2. Necesidades totales de riego

Una vez calculadas las necesidades netas de riego, se procede a calcular las necesidades totales de riego. Las necesidades totales son mayores que las necesidades netas, ya que es preciso aportar cantidades adicionales para compensar las pérdidas causadas por percolación profunda, por salinidad y por falta de uniformidad del riego. La fórmula que permite calcular las necesidades totales de riego N_t es la siguiente:

$$N_t = \frac{N_n}{E_a} = \frac{N_n}{R_p \times (1 - R_L) \times C_U}$$

Siendo:

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.

R_L : requerimientos de lavado, en tanto por uno.

C_U : coeficiente de uniformidad, en tanto por uno.

R_p y $(1 - R_L)$ no se toman simultáneamente sino que solo se toma la de menor eficiencia.

Requerimientos de lavado (RL)

Los requerimientos de lavado en riego localizado de alta frecuencia se calculan mediante la fórmula siguiente:

$$R_L = \frac{C E_a}{2 m_{\max} C E_e}$$

Donde:

RL: requerimientos por lixiviación, expresado en tanto por uno.

CEa: conductividad eléctrica del agua de riego, expresada en dS/m o mmhos/cm.

máx CEE: conductividad eléctrica del extracto de saturación para la cual el descenso de producción es del 100 %, expresado en dS/m o mmhos/cm. Este valor se obtiene de las publicaciones de la FAO.

Como se puede observar en el Anejo I. Condicionantes, la conductividad eléctrica del agua de riego es de 0.13 mmhos/cm. En el caso del pistacho CEE toma el valor de 3.5 mmhos/cm. Así, se tiene que:

$$RL = \frac{0.13}{2 \cdot 3.5} = 0.019$$

Una vez calculado RL se determina (1-RL):

$$(1-RL) = 1-0.019 = 0.981$$

Relación de percolación (Rp)

La relación de percolación se encuentra tabulada. Así, según la bibliografía, para un suelo de textura media y un clima árido o semiárido, la relación de percolación toma el valor de 0.95.

Coeficiente de uniformidad (CU)

El coeficiente de uniformidad (CU) se incluye en el proceso de cálculo para tener en cuenta la posible diferencia de caudal entre los emisores. Esto se debe, fundamentalmente, a que están sometidos a diferentes presiones y a la falta de uniformidad en la fabricación, lo que provoca unas pérdidas de carga adicionales

Valores altos del CU implican costes elevados de la instalación, ya que las conducciones tienen que ser de mayores diámetros para minimizar pérdidas de carga, pero los costes de la explotación serán más bajos.

El coeficiente de uniformidad para riego por goteo en orografías uniformes es de 0,90, por lo que para el cálculo de la eficiencia de aplicación se va a considerar dicho valor.

Una vez determinados los coeficientes anteriores, se procede al cálculo de las necesidades totales. Para el cálculo de Rp o (1 – RL), en nuestro caso tomaremos el valor de Rp = 0,95. El resultado de aplicar la fórmula de cálculo de Nt se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Cálculo de las necesidades totales de riego para el pistacho (Nt).

Mes	Nn (mm/día)	Rp	CU	Nt (mm/día)	Nt (mm/mes)
Mayo	1.33	0.95	0.90	1.56	48.55
Junio	2.48	0.95	0.90	2.91	87.35
Julio	2.97	0.95	0.90	3.48	107.95
Agosto	2.51	0.95	0.90	2.94	91.16
Septiembre	1.69	0.95	0.90	1.98	59.42

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 Nt de 3,48 mm/día o 107,95 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:

$$Nt = \frac{3,48 \frac{L}{m^2} \times 10000 m^2 / ha}{238 \text{ árboles/ha}} = 146,22 \text{ L/ árbol* día.}$$

Las necesidades netas de riego en el mes de julio son de 146,22 L/árbol*día.

Del mismo modo, en la tabla 7 se calculan las necesidades netas de riego para cada mes.

Tabla 7. Necesidades netas de riego de cada mes.

	Nt (mm/día)	Nt (L/árbol*día)
Mayo	1.56	65.55
Junio	2.91	122.27
Julio	3.48	146.22
Agosto	2.94	123.53
Septiembre	1.98	83.19

1.3.3. 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. Se puede determinar mediante pruebas de campo o mediante fórmulas o tablas.

El diámetro de superficie mojada se puede determinar función de la textura del suelo y del caudal emisor, para ello se utilizan las fórmulas de la tabla 8.

Tabla 8. Fórmulas para determinar el diámetro mojado del bulbo en función de la textura.

Textura del suelo	Diámetro
Textura fina	$D= 1.2 + 0.10*q$
Textura media	$D= 0.7 + 0.11*q$
Textura gruesa	$D= 0.3 + 0.12*q$

Siendo:

D: diámetro de la superficie mojada, en metros.

q: caudal del emisor, en L/h.

Conociendo la textura de la parcela donde se ubicará la plantación (Anejo I. Condicionantes), la fórmula que se va a utilizar será $D= 0.7 + 0.11*q$.

En primer lugar, es necesario determinar el caudal del emisor que se va a emplear. Se van a emplear emisores pinchados con un caudal de 2.2 L/h. En la Tabla 9, se muestran las características de los emisores.

Tabla 9. Características de los emisores.

Característica	Abreviatura	Valor
Caudal nominal	q	2.20 L/h
Rango de presiones de trabajo	p	10.00 - 50.00 m.c.a.
Curva caudal-presión	q	$q = 2.1228 \cdot h^{0.0275}$
Coefficiente de variación de fabricación	CV	0.035

Conociendo el caudal del emisor, se calcula el diámetro de la superficie mojada.

$$D= 0.7+ 0.11*2.20 \text{ L/h} = 0.94 \text{ m}$$

La superficie mojada por emisor es la siguiente:

$$\text{Superficie mojada por el emisor} = \pi * (0.5 * d^2) = \pi * (0.5 * 0.94)^2 = 0.69 \text{ m}^2$$

La profundidad del bulbo debe estar comprendida entre el 90 y el 120 % de la profundidad de las raíces. En el caso del pistacho, el 80 % de las raíces se sitúan en los primeros 0.80 m o 1 m del perfil de terreno, por lo que se considera que una profundidad de raíces de 0.90 m es adecuada.

La profundidad máxima del bulbo, por tanto, será la siguiente:

$$\text{Profundidad máxima del bulbo húmedo} = 0.90 \text{ m} * 1,20 = 1.08 \text{ m}$$

La profundidad máxima del bulbo húmedo debe ser de 1.08 m. No conviene que el bulbo húmedo supere dicha profundidad, pues el agua que pase de 1.08 m no se encontrará completamente disponible para la planta.

Porcentaje de superficie mojada (P)

Dado que en riego localizado se moja solamente una fracción del suelo, hay que prever un mínimo de superficie mojada para que el sistema radical se desarrolle con normalidad. Cuanto mayor es el intervalo entre riegos, mayor es riesgo en caso de un valor de P muy próximo al mínimo. Para los cultivos con un marco de plantación medio, el valor de P recomendado se encuentra entre el 40-60 %. En este caso, se va a considerar que P es el 45 %.

Número de emisores por planta (n)

El número mínimo de emisores por planta (n) viene dado por la siguiente expresión:

$$N = \frac{\text{Superficie ocupada por planta} * FAS * P}{100 * \text{Superficie mojada por emisor}} = \frac{6 \text{ m} * 5 \text{ m} * 0.38 * 45}{100 * 0.69 \text{ m}^2} = 7.43 \sim 8$$

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 m^2 .

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, 8 emisores por planta.

Disposición de los emisores

La distancia D entre goteros consecutivos se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$D = r * \left(2 - \frac{S}{100} \right)$$

Donde:

D: es la distancia entre goteros consecutivos (m).

r: radio de la superficie mojada (m).

S: solape entre bulbos húmedos (%).

El solape está comprendido entre el 15-30% en riego localizado. En este caso, se considera un solape del 20% y el radio de superficie mojada es 0.47m. Sustituyendo en la fórmula anterior obtenemos:

$$D = 0.47m * \left(2 - \frac{20}{100}\right) = 0.85 m$$

La distancia entre goteros es de 0.85m. Debe adaptarse a un valor redondeado a los valores normalizados. Por lo que, la distancia entre goteros consecutivos dentro del ramal portagoteros, así como la distancia entre ramales portagoteros de una misma línea de cultivo será de 1m. Esta distancia impide el solapamiento entre bulbos húmedos, pero esta cuestión puede ser interesante en el cultivo del pistacho 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.

1.3.4. Frecuencia y tiempo de riego

Una vez que se han establecido el tipo de goteros, se procede a calcular la frecuencia y duración de los riegos, para garantizar las necesidades netas.

Las necesidades totales determinan el agua necesaria en el riego, la cual viene determinada por el caudal del emisor, el número de emisiones y el tiempo de trabajo.

La cantidad de agua aplicada en cada riego o dosis de riego será:

$$Dt = n * q * t$$

$$Dt = Nt * I$$

Siendo:

Dt: dosis total (L)

n: número de emisores

q: caudal de cada emisor (L/ha)

t: tiempo de duración de cada riego (h)

Nt: necesidades totales (L/día y árbol)

I: intervalo entre riegos (días)

De las fórmulas anteriores, se obtiene la siguiente ecuación con dos incógnitas:

$$n * q * t = Nt * I$$

Se debe calcular el intervalo (I) y el tiempo (t), para ello se fijará una de las incógnitas. En suelos con textura franco-arenosa se originan bulbos estrechos y profundos. Por ello, los intervalos tienden a ser cortos, es frecuente realizar riegos diarios, ya que evita que se produzca una gran diferencia entre el potencial hídrico del suelo. Una vez establecido el intervalo entre riegos (1 día) se puede resolver la ecuación anterior.

$$t = \frac{Nt * I}{n * q} = \frac{146,22 \text{ L/día} * 1 \text{ día}}{8 \text{ emisores} * 2.20 \text{ L/h}} = 8.31 \text{ horas}$$

La duración del riego, en el mes de julio, que es el de máximas necesidades será de 8.31 horas.

Aplicando la ecuación anterior a cada mes del año, se obtiene la duración del riego mensual, que se muestra en la tabla 10.

Tabla 10. Tiempo de duración del riego para cada uno de los meses de actividad vegetativa.

	Nt (L/día*árbol)	I (días)	n	q (L/h)	t (h/día)
Mayo	65.55	1	8	2.2	3.72
Junio	122.27	1	8	2.2	6.95
Julio	146.22	1	8	2.2	8.31
Agosto	123.53	1	8	2.2	7.02
Septiembre	83.19	1	8	2.2	4.73

1.3.5. Resumen del diseño agronómico del riego

El periodo de actividad vegetativa para las variedades de pistacho Kerman y Peter, comienzan a partir del mes de marzo y finalizan con la maduración de los frutos. Sin embargo, se empezará a regar en el mes de mayo, ya que en los meses anteriores habrá una reserva importante en el suelo. La recolección del pistacho se va a realizar entre los meses de septiembre y octubre, lo que conviene realizar algún aporte de agua después de la recolección para satisfacer las demandas del árbol y favorecer la acumulación de sustancias de reserva.

La dosis de riego para los primeros años no es la máxima calculada, ya que el estado de desarrollo del árbol no lo requiere. Por ello, como factor de corrección para los árboles jóvenes se considera que la dosis durante el primer año es del 30% de las necesidades netas y aumenta un 10% cada año, hasta llegar al total desarrollo del árbol en el año 8.

En la tabla 11, se presenta el cuadro resumen del diseño agronómico del riego para la plantación objeto de proyecto.

Tabla 11. Resumen del diseño agronómico del riego.

		Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
1er año (30% Nt)	Nt (L/árbol*día)	19.66	36.68	43.86	37.06	24.96
	t (h/día)	1.12	2.08	2.49	2.11	1.42
2º año (40% Nt)	Nt (L/árbol*día)	26.22	48.91	58.49	49.41	33.28
	t (h/día)	1.49	2.78	3.32	2.81	1.89
3º año (50% Nt)	Nt (L/árbol*día)	32.78	61.14	73.11	61.77	41.60
	t (h/día)	1.86	3.47	4.15	3.51	2.36
4º año (60% Nt)	Nt (L/árbol*día)	39.33	73.36	87.73	74.12	49.91
	t (h/día)	2.23	4.17	4.98	4.21	2.84
5º año (70% Nt)	Nt (L/árbol*día)	45.89	85.59	102.35	86.47	58.23
	t (h/día)	2.61	4.86	5.82	4.91	3.31
6º año	Nt	52.44	97.82	116.98	98.82	66.55

(80% Nt)	(L/árbol*día)					
	t (h/día)	2.98	5.56	6.65	5.61	3.78
7º año (90% Nt)	Nt (L/árbol*día)	58.99	110.04	131.60	111.18	74.87
	t (h/día)	3.35	6.25	7.48	6.32	4.25
8º año (100% Nt)	Nt (L/árbol*día)	65.55	122.27	146.22	123.53	83.19
	t (h/día)	3.72	6.95	8.31	7.02	4.73

1.4. Fertilización

1.4.1. Introducción

El objetivo de la fertilización es alcanzar en el suelo el contenido suficiente de nutrientes para que la planta pueda desarrollarse de manera óptima.

Para cubrir las necesidades de crecimiento y producción, las plantas precisan de una serie de elementos nutritivos. Estos elementos nutritivos se pueden clasificar en macroelementos y microelementos. A su vez, los macroelementos se pueden subdividir en principales y secundarios.

Entre los factores que influyen en la nutrición podemos destacar:

- Profundidad del suelo: cuanto mayor es la profundidad mayor es el volumen de almacenaje de agua y nutrientes.
- Textura del suelo: tiene relación con la capacidad de intercambio catiónico, es decir, la facilidad con la que los distintos nutrientes están disponibles para ser absorbidos por la planta.
- Marco de plantación: cuanto más amplio es el marco de plantación, mayor será el volumen de suelo explorado por el árbol.
- pH: la disponibilidad de nutrientes varía en función del pH del suelo, siendo distinta para cada elemento.
- Reservas de nutrientes: es importante la proporción de nutrientes debido a que pueden producirse relaciones de antagonismo y bloqueo entre ellos; o por el contrario de sinergismo que, a mayor concentración de un nutriente, la disponibilidad de otro aumenta.

Los macroelementos principales son el nitrógeno (N), el fósforo (P), el potasio (K) y el calcio (Ca) elementos que fundamentalmente se aportan en la fertilización. Los macroelementos secundarios son el azufre (S) y el magnesio (Mg), que se aportan solo en caso de necesidad aparente en la planta.

Los microelementos son el hierro (Fe), el zinc (Zn), el cobre (Cu), el manganeso (Mn), el molibdeno (Mo), el boro (B) y el cloro (Cl). Por lo general, no se aportan en la fertilización anual de mantenimiento, solo en caso de estados carenciales.

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

1.4.2. Fertilización mineral

1.4.2.1. Fertilización de mantenimiento

1.4.2.1.1. Macronutrientes

Las necesidades netas de nitrógeno, fósforo y potasio se calculan mediante el método del balance. Primero, se deben determinar las exportaciones de cada uno de los nutrientes, en el crecimiento del árbol y en la producción de frutos, y las pérdidas. A continuación, se determinan las aportaciones mediante la mineralización de la materia orgánica y el agua de riego. Por último, se calcula la diferencia entre exportaciones y aportaciones, dando como resultado las necesidades netas de cada uno de los nutrientes.

Nitrógeno

El nitrógeno es junto con el calcio el elemento más consumido a lo largo del año, alcanza valores de hasta 700 gramos por árbol, de los cuales el 80% es integrado en el fruto.

Las dosis deben ser equilibradas, lo que producirá un incremento de la producción final y resistencia a enfermedades. Si la dosis aplicada es excesiva, aumenta la contaminación de los suelos, así como generando una mayor sensibilidad en los árboles y afectando negativamente a la reproducción y desarrollo del fruto.

Una deficiencia de este elemento provoca un retraso en la brotación, brotes cortos y estrechos, y hojas que amarillean y caen en julio o agosto.

- **Exportaciones**

El nitrógeno empleado en el desarrollo del árbol se calcula en función del crecimiento anual. La absorción y acumulación de nitrógeno en las partes leñosas del árbol se estiman en base al incremento de ese año. La cantidad de nitrógeno acumulada anualmente en estas estructuras se detalla en la Tabla 13.

Tabla 12. Acumulación anual de nitrógeno en las partes leñosas del árbol.

Vigor de los árboles	Acumulación anual total de N (kg/ha)
Bajo	13 – 20
Medio	28 – 36
Alto	45 – 53

El vigor de la combinación variedad-patrón es medio-alto, por lo que la acumulación anual total de nitrógeno se puede considerar de aproximadamente 36 kg N/ha y año.

Nitrógeno exportado por los frutos: La cantidad de nitrógeno dependerá de la cuantía de la producción.

Las exportaciones de nitrógeno por los frutos se hallan calculadas por diversos autores. Según Arbonés i Sió (2004), las exportaciones anuales de nitrógeno son de 24 kg N/t fruto con cáscara.

Durante los tres primeros años de vida de la plantación no se espera ninguna producción. En el tercer año puede darse una cierta fructificación, que va a ser eliminada con la poda en verde, para favorecer la formación del año. Desde el año

cuarto hasta el octavo 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 2500 kg de pistachos.

En la Tabla 14 se muestra la producción del pistacho anual a partir del año 4 hasta el 8, en el que se alcanza la plena producción, así como las exportaciones de nitrógeno por los frutos en cada año.

Tabla 13. Producción media de pistachos y exportación de nitrógeno por los frutos.

Año	Producción pistacho (kg/ha)	Exportación de nitrógeno (kg/ha)
4	1250	43.2
5	1562.50	86.4
6	1875	129.6
7	2187.50	172.8
8	2500	201.6

Pérdidas: Se considera que se pierden 7 kg/ha de nitrógeno en los procesos de desnitrificación y lixiviación.

- **Aportaciones**

Agua de riego

Frecuentemente el agua de riego contiene cantidades apreciables de nitrógeno, que también deben ser tenidas en cuenta a la hora de cuantificar las necesidades de fertilización.

Como se puede observar en el Anejo I. Condicionantes, el agua de riego contiene 0.398 meq/L de nitratos. A continuación se muestra el cálculo de conversión de meq/L de nitratos a mg/L de nitrógeno.

$$0.398 \text{ mg/L} \cdot 62 \text{ mg N/ meq N} = 24.7 \text{ mg N/ L}$$

El volumen anual de agua de riego se deduce de las necesidades totales de agua de riego (Nt). A partir de este dato se calcula el aporte anual de nitrógeno mediante el agua de riego:

$$N_{\text{agua}} = (Nt \cdot 24,7 \text{ mg N/ L} \cdot 0,226) / 1000$$

Tabla 14. Aportación de nitrógeno por el agua de riego.

Año	Agua de riego (m ³ /ha-año)	Aportación de nitrógeno (kg/ha-año)
1	654	3.65
2	981	5.48
3	1308	7.3
4	1635	9.12
5	1962	10.95
6	2289	12.78
7	2616	14.60
8	2943	16.43

- **Balace de nitrógeno**

Una vez calculadas la exportaciones y las aportaciones anuales de nitrógeno, se establece el balance de nitrógeno, como se puede ver en la Tabla 16 . La fertilización nitrogenada a partir del año 8 será la misma.

Tabla 15. Balance de nitrógeno.

Año	Exportaciones (kg N/ha)			Aportaciones (kg N/ha)		Nn (KgN/ha)
	Crecimiento	Producción	Pérdidas	MO	Riego	
1	36	0	7	460	3.65	-420
2	36	0	7	322	5.48	-284
3	36	0	7	138	7.3	-102
4	36	43.2	7	0	9.12	77
5	36	86.4	7	0	10.95	118
6	36	129.6	7	0	12.78	160
7	36	172.8	7	0	14.60	201
8	36	201.6	7	0	16.43	227

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

Fósforo

Es el elemento que más puede limitar el rendimiento del cultivo, además de incrementar la eficiencia del uso del agua y la resistencia a algunas enfermedades.

Debe estar disponible durante toda la estación de crecimiento, ya que es un elemento fundamental para el fruto en los año de producción, siendo necesarios unos 50 gramos por árbol. Las dosis aplicadas en función de las condiciones varían entre los 50 – 120 Kg/Ha en los árboles adultos.

La deficiencia de este nutriente se manifiesta por un retraso en la brotación de las yemas, la caída de las hojas de forma prematura y la susceptibilidad a la marchitez del árbol por verticilosis.

- **Exportaciones**

Las exportaciones vienen determinadas por el crecimiento del árbol, la producción de frutos, las extracciones de la cubierta vegetal y las pérdidas debidas a insolubilización.

Según diversos autores, se estima que el árbol extrae, anualmente, 2 kg de fósforo por tonelada de cosecha, más 12 kg para el crecimiento vegetativo. En la Tabla 17, se muestra la producción de pistacho anual a partir del año 4 hasta el 8, en el que se alcanza la plena producción, así como las exportaciones de fósforo por los frutos en cada año.

Tabla 16. Producción del pistacho con cáscara y exportación de fósforo por los frutos.

Año	Producción pistacho (kg/ha)	Exportación de Fósforo (kg/ha)
4	1250	3.6
5	1562.50	7.2

6	1875	10.8
7	2187.50	14.4
8	2500	16.8

Además, se deben considerar las pérdidas de fósforo por insolubilización, que se estiman en 4 kg/ha.

- **Aportaciones**

Las aportaciones de fósforo provienen de la mineralización de la materia orgánica y el agua de riego.

Mineralización de la materia orgánica, se estima que se va a producir en los tres siguientes años, aportando: 115 kg de P/ha el primer año, 80,5kg de P/ha el segundo año y 34 ,5kg de P/ha el tercer año.

- **Balance de fósforo**

En base a las premisas anteriores, en la Tabla 18 se presenta el balance de fósforo de la plantación, en función de la edad de los árboles.

Tabla 17. Balance de fósforo.

Año	Exportaciones (kg P/ha)			Aportaciones (kg P/ha)	Nn (KgP/ ha)
	Crecimiento	Producción	Pérdidas	MO	
1	12	0	4	115	-98
2	12	0	4	80.5	-64.5
3	12	0	4	34.5	18.5
4	12	3.6	4	0	19.6
5	12	7.2	4	0	23.2
6	12	10.8	4	0	26.8
7	12	14.4	4	0	30.4
8	12	16.8	4	0	32.8

Potasio

El potasio eleva la resistencia de la planta al estrés, frío, plagas y enfermedades. En cuanto al fruto, acelera su maduración, mejora su calidad, hace que el nivel de aceite en el mismo se incremente, así como que el calibre, y el porcentaje de frutos vacíos sea menor. La mayor parte del nutriente se pierde tras la recolección, ya que el fruto requiere gran parte del potasio almacenado en la planta.

El aporte de potasio es recomendable hacerlo en forma de sulfato o nitrato, siendo necesarios unos 120 – 250 kg/ha.

La carencia de este elemento provoca un efecto llamado *quemadura* que se manifiesta mediante un color verde pálido, con mancha cloróticas entre las nervaduras, así como la disminución del rendimiento del árbol.

- **Exportaciones**

Según diversos autores, se estima que el pistacho extrae 14 kg de potasio por cada tonelada de cosecha, más 35 kg para el crecimiento vegetativo. En la Tabla 19 se muestra la producción del pistacho anual a partir del año 4 hasta el 8, en el que se alcanza la plena producción, así como las exportaciones de fósforo por los frutos en cada año.

Tabla 18. Producción de pistacho con cáscara y exportación de potasio por los frutos.

Año	Producción pistacho (kg/ha)	Exportación de potasio (kg/ha)
4	1250	25
5	1562.50	50.4
6	1875	75.6
7	2187.50	100.8
8	2500	117.6

Además, se deben considerar las pérdidas por retrogradación del potasio, que se estiman en 3 kg/ha.

- **Aportaciones**

Se tienen en cuenta las aportaciones debidas a la mineralización de la materia orgánica y al riego.

Mineralización de la materia orgánica

La mineralización de la materia orgánica se estima que va a producir de la siguientes demandas minerales: el primero año se van a liberar 402 kg/ha de potasio, el segundo 282 kg/ha de potasio y el tercero 121 kg/ha.

Agua de riego

Como se puede observar en el Anejo I. Condicionantes, el agua de riego contiene 0,184 meq/L de potasio. A continuación, se muestra el cálculo de conversión de meq/L a mg/L de potasio.

Concentración de potasio= $0,184 \text{ meq K/L} \cdot 39 \text{ mg K/ meq K} = 7,02 \text{ mg K/ L}$

El volumen anual de agua de riego se deduce de las necesidades totales de agua de riego (Nt), a partir de este dato se calcula el aporte anual de potasio mediante el agua de riego:

$$K_{20\text{agua}} = (Nt \cdot 7,02\text{mg K/L} \cdot 0,830)/1000$$

Se debe tener en cuenta, a la hora de realizar el balance de potasio, considerar el volumen de agua aportado durante los primeros años de la plantación.

En la Tabla 20, se muestra el volumen anual de agua de riego para cada año y el aporte anual de potasio por esta vía.

Tabla 19. Aportación de potasio con el agua de riego

Año	Agua de riego (m ³ /ha-año)	Aportación de potasio (kg/ha-año)
1	654	3.81
2	981	5.71

3	1308	7.62
4	1635	9.52
5	1962	11.43
6	2289	13.33
7	2616	15.24
8	2943	17.15

- **Balance del potasio**

Para su cálculo se presenta la tabla 21, con todas las pérdidas y ganancias anuales. La diferencia entre ambas, serán las necesidades netas (Nn) que se tendrán que aportar mediante la fertilización mineral.

Tabla 20. Balance del potasio.

Año	Exportaciones (kg K/ha)			Aportaciones (kg K/ha)		Nn (Kg K/ha)
	Crecimiento	Producción	Pérdidas	MO	Riego	
1	35	0	3	402	3.81	-368
2	35	0	3	282	5.71	-250
3	35	0	3	121	7.62	-91
4	35	25	3	0	9.52	53
5	35	50.4	3	0	11.43	77
6	35	75.6	3	0	13.33	100
7	35	100.8	3	0	15.24	123
8	35	117.6	3	0	17.15	138
9	35	126	3	0	19.05	145

Los valores de las necesidades netas de potasio se hallan redondeados a la unidad más próxima. Los tres primeros años de la plantación no es necesario aportar fósforo vía fertiirrigación.

Calcio

Es junto al nitrógeno el nutriente de mayor consumo durante el desarrollo vegetativo. La aplicación de calcio no es común en España debido a la presencia de carbonato cálcico en el suelo.

Su escasez afecta tanto al crecimiento apical del árbol y provoca la disminución del tamaño de las hojas y su caída.

Magnesio

Es uno de los componentes principales de la clorofila, por lo que es vital en la fotosíntesis, actuando en el desarrollo de la planta. Se estima que por cada 2000 kg/ha, el consumo de este elemento es de 30 kg, de los cuales un 15% se destina al fruto y el 85% restante para las hojas, que tras la descomposición se integra en el suelo.

Por lo general, no es un nutriente deficitario en los suelos españoles, pero en caso de ser necesario se aplica en forma de sulfato de magnesio.

Los casos habituales en los que el contenido de magnesio en el suelo es insuficiente es en aquellos con texturas arenosas, pH bajo y con riego excesivo. Los síntomas se

manifiestan en forma de escaso follaje y la caída de las hojas por clorosis que deriva en necrosis.

1.4.2.1.2. Micronutrientes

Hierro

Interviene en el proceso de formación de clorofila como catalizador y como portador de oxígeno en múltiples procesos enzimáticos. Tiene relación con el peso final de los frutos.

Las carencias de hierro suelen producirse en suelos calcáreos, y provocan clorosis férrica en las hojas. Se corrige con la incorporación de quelatos al suelo, se aporta unos 200 g por árbol en el mes de marzo o, sulfato de hierro aplicando en suelo unos 4 kg por árbol.

Boro

Es de los micronutrientes más importantes, es fundamental en la valoración del fruto, ya que aumenta el número de frutos maduros y abiertos, y disminuye el de vacíos.

La aplicación de este nutriente debe realizarse cuando su cantidad en hoja esté por debajo de 150 ppm. Se puede utilizar Borax (11%) en otoño o en primavera con Solubor (20,8%) a razón de 5 kg/ha. Comparando ambos, el de mayor eficacia es el Solubor (20,8%), aplicando 600 g/ha en 100 litros de agua por fertirrigación en el mes de abril, teniendo un efecto corrector de hasta tres o cuatro años.

La carencia de boro repercute en la muerte del brote, irregularidad de la forma de las hojas. En el extremo opuesto, el síntoma de toxicidad es el necrosado y amarilleo de las hojas.

Cobre

Ejerce un papel fundamental en la fotosíntesis y en la formación de la clorofila, es un componente habitual que interviene en la nutrición del árbol. Los síntomas de carencia aparecen en verano y afectan a las hojas de los brotes terminales.

Su deficiencia se corrige mediante pulverizaciones foliares después de la floración, a base quelato de cobre (10 – 15 %) a razón de 100 g/ha en 100 litros de agua.

Los síntomas de toxicidad aparecen, cuando se excede la dosis aplicada, en forma de manchas tanto en hojas como en frutos.

1.4.2.2. Programa de fertirrigación

La fertilización se realizará a través de fertirrigación, disolviendo los abonos en el agua de riego. Este método permite que los nutrientes lleguen directamente a las raíces, facilitando su absorción de forma rápida, sin tener que esperar a que se disuelvan como ocurre con los fertilizantes sólidos convencionales. Para implementar la fertirrigación, es esencial contar con un sistema de riego que garantice una distribución uniforme. Además, este método optimiza el uso de fertilizantes al aplicarse solo en el bulbo húmedo, la zona de suelo explorada por las raíces del árbol.

La fertirrigación permite fraccionar mejor la dosis de fertilizante. Para diseñar un programa de fertirrigación adecuado, es fundamental conocer las necesidades del árbol a lo largo del año, lo que permitirá ajustar la fertilización según los requerimientos específicos del cultivo. Para ello, es necesario dividir las necesidades nutricionales del árbol por períodos, en función de su fase fenológica, como se muestra en la tabla 22.

Tabla 21. Porcentaje de necesidades nutritivas según la época del año.

Período	Fecha inicio-fin	% N	%P	%K
Caída de pétalos-Llenado del fruto	1 mayo-30 junio	50	10	40
Llenado del fruto-Madurez	1 julio-30 septiembre	30	50	25

Se utilizarán exclusivamente fertilizantes líquidos debido a su facilidad de manejo y automatización. Para llevar a cabo este programa de fertilización, es esencial conocer las necesidades de cada nutriente en cada período. La tabla 23 muestra esta información, comenzando en el tercer año, ya que, como se ha demostrado en el balance previo, la fertilización solo es necesaria a partir de ese momento.

El nitrógeno se suministrará mediante una solución N32, que contiene 8% de nitrógeno nítrico, 8% de nitrógeno amoniacal y 16% de nitrógeno ureico, lo que permite una absorción gradual. El fósforo se aplicará utilizando una solución de ácido fosfórico diluida al 75%, con un contenido del 52% de P₂O₅. El potasio se aportará a través de una solución de potasio con una concentración del 32% de K₂O.

Tabla 22. Necesidades mensuales de nutrientes, expresadas en kg/ha.

Año	Nutriente	Nec. anual	Caída pétal. - Llenado fruto		Llenado fruto - Madurez		
			May	Jun	Jul	Ago	Sep
4	N	77	17.2	17.2	7.7	7.7	7.7
	P ₂ O ₅	19.6	0.98	0.98	3.3	3.3	3.3
	K ₂ O	53	10.6	10.6	4.4	4.4	4.4
5	N	118	29.5	29.5	11.8	11.8	11.8
	P ₂ O ₅	23.2	1.1	1.1	3.9	3.9	3.9
	K ₂ O	77	15.4	15.4	6.4	6.4	6.4
6	N	160	40	40	16	16	16
	P ₂ O ₅	26.2	1.3	1.3	4.4	4.4	4.4
	K ₂ O	100	20	20	8.3	8.3	8.3
7	N	201	50.2	50.2	20.1	20.1	20.1
	P ₂ O ₅	30.4	1.5	1.5	5.1	5.1	5.1

8	K ₂ O	123	24.6	24.6	10.3	10.3	10.3
	N	227	56.8	56.8	22.7	22.7	22.7
	P ₂ O ₅	32.8	1.6	1.6	5.5	5.5	5.5
	K ₂ O	138	27.6	27.6	11.5	11.5	11.5

Tabla 23. Aportaciones mensuales de fertilizantes, expresadas en kg/ha.

Año	Nutriente	Caída pétal. - Llenado fruto		Llenado fruto - Madurez		
		May	Jun	Jul	Ago	Sep
4	N-32	53.75	53.75	24.1	24.1	24,1
	P-52	1.9	1.9	6.3	6.3	6.3
	K-32	33.1	33.1	13.7	13.7	13.7
5	N-32	92.2	92.2	36.9	36.9	36.9
	P-52	2.1	2.1	7.5	7.5	7.5
	K-32	48.1	48.1	20	20	20
6	N-32	125	125	50	50	50
	P-52	2.5	2.5	8.4	8.4	8.4
	K-32	62.5	62.5	25.9	25.9	25.9
7	N-32	156.8	156.8	62.8	62.8	62.8
	P-52	2.9	2.9	9.8	9.8	9.8
	K-32	76.9	76.9	32.19	32.19	32.19
8	N-32	177.5	177.5	70.9	70.9	70.9
	P-52	3.1	3.1	10.6	10.6	10.6
	K-32	86.2	86.2	35.9	35.9	35.9

En la tabla 24, se han calculado las necesidades de fertilizante en kg/ha, pero al tratarse de productos líquidos, se deben hallar las necesidades de volumen de cada fertilizante. Para ello, conociendo la densidad de cada fertilizante: 1.320 kg/m³ N-32, 1.580 kg/m³ P₂O₅ y 1.150 kg/m³ K₂O se puede calcular la necesidad de caldo, expuesta en la siguiente tabla 25:

Tabla 24. Necesidades de caldo (l/ha) de cada fertilizante.

Año	Nutriente	Caída pétal. - Llenado fruto		Llenado fruto - Madurez		
		May	Jun	Jul	Ago	Sep
4	N-32	40.7	40.7	18.2	18.2	18.2
	P-52	1.20	1.20	4	4	4
	K-32	28.8	28.8	11.9	11.9	11.9
5	N-32	69.8	69.8	27.9	27.9	27.9
	P-52	1.3	1.3	4.7	4.7	4.7
	K-32	41.8	41.8	17.4	17.4	17.4
6	N-32	94.7	94.7	37.9	37.9	37.9
	P-52	1.6	1.6	5.3	5.3	5.3
	K-32	54.3	54.3	22.5	22.5	22.5
7	N-32	118.8	118.8	47.57	47.57	47.57
	P-52	1.8	1.8	6.2	6.2	6.2

	K-32	66,9	66,9	28	28	28
8	N-32	134,5	134,5	53,7	53,7	53,7
	P-52	1,9	1,9	6,7	6,7	6,7
	K-32	75	75	31,2	31,2	31,2

1.4.2.3. Resumen de la fertilización

Se va a realizar una fertilización mineral, así como una aplicación de ácidos húmicos y fúlvicos para mantener el nivel de la materia orgánica del suelo. Esta fertilización mineral por fertirrigación conlleva las siguientes ventajas:

- Los nutrientes se aplican en el área humedecida, por lo que las raíces tienen un mejor acceso
- El control de la dosis es más preciso, lo que optimiza la eficacia.
- La aplicación se puede realizar en cualquier etapa del cultivo.
- Reduce los costes de mano de obra.
- Reduce la contaminación por la disminución de nutrientes en aguas subterráneas por el efecto lavado.

A continuación, se presenta la tabla 26 con un resumen del calendario de abonado orgánico y mineral de la explotación, así como de la maquinaria que se va a utilizar durante el proceso.

Tabla 25. Resumen de fertilizantes.

Época	Labor	Descripción	Maquinaria
Abril - octubre	Fertilización macroelementos	Abonado mineral	Sistema de riego
Abril - junio	Fertilización microelementos	Abonado mineral	Sistema de riego
Noviembre	Fertilización orgánica	Aplicación de fertilizante húmico	Tractor con pulverizador

1.5. Mantenimiento del suelo

1.5.1. Aspectos generales

Las labores de mantenimiento del suelo proporcionan y conservan el medio más favorable para su desarrollo. El objetivo es mejorar las propiedades del suelo y la nutrición del sistema radicular.

El mantenimiento del suelo se va a llevar a cabo mediante un método mixto que combina una cubierta vegetal en las calles de la plantación, junto a la aplicación de herbicidas en las líneas de los árboles, como queda establecido en el *Anejo II. Estudio de las alternativas*.

1.5.2. Cubierta vegetal

El objetivo de la cubierta vegetal es reducir la escorrentía de las aguas, mejorar las propiedades de los suelos al disminuir la compactación y erosión, también reduce la nitrificación, además también actuara como control de las malas hierbas.

Los dos primeros años de la plantación el suelo se va a mantener libre de vegetación, empleando para ello herbicidas a finales del mes de marzo.

La vegetación más común que se puede implantar son *Vicia sativa*, *Pisum sativum*, *Avena spp*, *Secale cereale*, *Hordeum vulgare*, *Lavandula*, *Thymus vulgaris*.

Se hará mediante cubiertas vegetales temporales para que el suelo se encuentre desnudo durante el período vegetativo y así el árbol no tenga que competir por los nutrientes. La siembra se hará cada año, exceptuando los dos primeros, como se menciona en el párrafo anterior. Se irán intercalando entre las leguminosas, como *Vicia sativa*, *Pisum sativum*, que tienen la capacidad de fijar el nitrógeno en el suelo y mejorar su calidad; y los cereales, como *Avena spp*, *Secale cereale*, *Hordeum vulgare*, que proporcionan una cobertura rápida del suelo, compiten contra las malas hierbas, ayudan a mejorar la estructura del suelo y aumentar su materia orgánica.

El control mecánico de la cubierta vegetal se hará mediante el método de escarda, con pases cruzados en las calles. Se va a realizar entre tres y seis pases de cultivador poco profundo durante el período vegetativo. A partir del quinto año esta labor se reducirá considerablemente y se dirigirán a mejorar las propiedades del suelo.

El control mecánico se va a llevar a cabo junto a la aplicación de herbicidas, en función de su persistencia, del momento de aplicación, en preemergencia o post-emergencia. Se realizarán en la misma época que las labores en la cubierta vegetal, durante los meses de marzo, junio y septiembre.

1.5.3. Resumen del mantenimiento del suelo

A continuación, en la tabla 27, se expone el calendario de operaciones del mantenimiento del suelo de la explotación. En ella se especifica la época, la labor, la maquinaria y la mano de obra.

Tabla 26. Resumen labores del mantenimiento del suelo.

Época	Labor	Maquinaria		Mano de obra
Marzo	Escarda	Tractor cultivador	+	1 tractorista
Marzo	Herbicida	Equipo tratamiento tractor	de +	1 tractorista
Mayo	Escarda	Tractor cultivador	+	1 tractorista
Mayo	Herbicida	Equipo tratamiento tractor	de +	1 tractorista
Junio	Escarda	Tractor cultivador	+	1 tractorista
Junio	Herbicida	Equipo tratamiento tractor	de +	1 tractorista
Septiembre	Escarda	Tractor cultivador	+	1 tractorista

Septiembre	Herbicida	Equipo de tratamiento tractor	de +	1 tractorista
------------	-----------	-------------------------------	------	---------------

1.6. Polinización

1.6.1. Introducción

El pistacho es una especie dioica, es decir, tiene flores masculinas y femeninas en pies separados. Por ello, en las plantaciones deben estar presentes un 6 – 7% de árboles machos.

La polinización de esta especie es anemófila, es decir, se lleva a cabo por el viento, sin ser necesaria la presencia de abejas, ya que solo son atraídas por las flores masculinas, lo que implicaría una importante pérdida de polen. Se lleva a cabo cuando las flores masculinas se abren y comienzan a soltar polen (estado fenológico F), para ello es necesario que las flores femeninas se encuentren en el estado fenológico D o E. El período máximo de recepción de polen por cada estigma es de 2 – 4 días.

Ilustración 11. Estados fenológicos de los cultivares Kerman y Peter.



1.6.2. Distribución de los cultivares

Una vez que los portainjertos hayan llegado al tamaño del tronco adecuado, podrán ser injertados. Para ello se ha de tener en cuenta la disposición de los cultivares, para obtener un mayor rendimiento de la plantación.

En los bordes de las hileras, se deben colocar árboles femeninos, ya que son los que más productividad ofrecen al no competir con otros por el agua y los nutrientes. Esta distribución equivale a un 7% de árboles polinizadores, como se muestra en el croquis de la ilustración 3.

Durante el periodo de polinización efectiva influyen factores como la temperatura, modificando la velocidad de crecimiento del tubo polínico, lo que afecta a la actividad de los polinizadores; y la humedad, si es menor del 50% reduce la retención del grano de polen, y si es mayor del 90%, puede dificultar la liberación del polen.

En cada gramo de polen, puede haber más de diez millones de granos, de los que suelen depositarse en el estigma alrededor de 20. Una vez depositados, el polen se hidrata en menos de una hora y puede comenzar su germinación entre las 2 y 10 horas siguientes.

Ilustración 12. Croquis de la disposición de árboles machos y hembras.



1.6.3. La polinización artificial

Existe una alta probabilidad de que en determinados años la polinización natural no pueda llevarse a cabo por falta de polen. Para estar prevenidos, se debe almacenar cada año parte del mismo procedente de polinizadores tempranos por si se necesitan incorporar en una polinización dirigida.

Diversas circunstancias en la climatología como lluvias persistentes o temperaturas por debajo de los 4°C pueden impedir la salida del polen o eliminarlo del ambiente. Por ello, el primer paso para llevar a cabo una buena polinización artificial es recoger polen de los machos tempranos y secarlo durante 2 o 3 días. A continuación, se introduciría ya seco en unos recipientes herméticos que se almacenan a 4 – 6 °C. Una vez que la yema alcance el estado D o E, se tienen entre 2 y 4 días para distribuir ese polen que previamente ha sido mezclado con alguna sustancia inerte para facilitar su dispersión en el aire. Se proyectará en el aire mediante un fuelle o un dispositivo de aire comprimido en dirección de los árboles femeninos a favor del viento.

La viabilidad del polen va disminuyendo con el paso de los días, en este caso concreto, el cultivar Peter suele reducirse entre un 30 – 40% al cabo de 30 días.

1.7. Tratamientos fitosanitarios

1.7.1. Introducción

El cultivo del pistacho puede verse afectado por numerosas plagas y enfermedades. La aparición de estas se debe a múltiples factores, aunque son las condiciones medioambientales del área de cultivo y las que genera el propio mantenimiento de la plantación las que lo pueden convertir en plaga.

La defensa fitosanitaria de la plantación consiste en todos los métodos de lucha tanto preventiva como curativa, para evitar la invasión y proliferación de parásitos en una parcela de cultivo, y con ello, que lleguen a causar daños a las plantas cultivadas. Los dos aspectos que se deben tener en cuenta para afrontar la sanidad fitosanitaria son la identificación de los parásitos y la elección del sistema de defensa, lo que a su vez deriva en la elección del momento de actuación.

En España, la baja incidencia de plagas y enfermedades se debe a veranos muy secos, largos y calurosos, mantenimiento en secano y producciones jóvenes.

1.7.2. Plagas

Las plagas más comunes que se pueden encontrar en España en la actualidad se manifiestan en forma de chinches, polillas de almacén, avispa, psila, polilla gris, ácaros, gusano naranja, mariposa de banda oblicua, barrenador de la rama, barrenillo, escarabajo de raíz, saltador de hoja, cochinillas, clitra o escarabajillo, nemátodos, vertebrados. Dentro de estos grupos, las más comunes en la zona de la plantación son las siguientes.

1.7.2.1. Chinches

Nombres científicos: *Acrosternum heegeri* F., *Acrosternum milliererei* M. & R., *Brachynema germarii* K., *Leptoglossus occidentalis* H., *Lygaeus pandurus* S., *Nezara viridula* L.

Tipo de insecto: chupadores (hemípteros)

Generalidades: ocasionan problemas durante un periodo de tiempo muy reducido del crecimiento, desde la floración (finales de marzo y primera quincena de abril) hasta el endurecimiento de la cáscara (finales de mayo). Producen daños en el epicarpio, al introducir el estilete en la parte exterior del fruto para alimentarse de su savia. Esto produce el ennegrecimiento de los frutos, el fruto se arruga, se necrosa y termina cayendo. En el interior del fruto aparece una mancha negra donde el insecto ha introducido la púa. Los adultos suelen aparecer en mayo o principios de junio. Si los daños se producen al comienzo de la temporada, es posible que el mecanismo compensatorio establezca una producción final sin merma significativa.

Estos insectos también pueden causar daños indirectos, elevando la aparición de enfermedades producidas por hongos, introduciéndose por las heridas causadas por las chinches.

Control convencional: a partir de marzo hay que supervisar la parcela con frecuencia para detectar los primeros adultos y actuar contra ellos cuanto antes. Es conveniente aplicar tratamientos con diferentes materias activas a lo largo de la estación para evitar la aparición de resistencias a las mismas por parte de los insectos. En España está autorizado el lambda cihalotrin a una concentración del 5%.

Control ecológico: es esencial mantener limpia la zona de malas hierbas tanto en la plantación como en zonas colindantes.

Se utiliza el aceite de parafina en invierno a razón de 5 – 7cc por cada 10 litro de agua, se debe aplicar el producto con atomizador para mojar la mayor superficie de árbol. También se utilizan repelentes a base de polvo de ajo. Los productos a base de oleo potásico son eficaces además de para insectos chupadores, para aumentar el poder de penetración y actúan como limpiador de la maleza.

Entre las chinches, podemos distinguir las especies de más importancia como son:

Chinche rojo: en España destaca *Lygaeus pandurus Scopoli*. Es de color rojo, con una banda negra que lo cruza transversalmente por la mitad del tórax y dos manchas blancas en su mitad inferior. El control se realiza como se ha explicado anteriormente en el apartado general.

Ilustración 13. Lygaeus pandurus Scopol. adulto.



Chinche de las patas de hoja: destaca *Leptoglossus occidentalis Heidemann*. Son más frecuentes al comienzo de la temporada, el daño que ocasionan es mucho más grave, ya que el árbol no tiene la capacidad de compensar los frutos dañados. Antes de que haya endurecido la cáscara las chinches son capaces de haber producido lesiones en el epicarpio junto a necrosis del grano interior. Una vez que se ha endurecido la cáscara, únicamente los insectos adultos son capaces de atravesarla y afectar a la semilla.

Su aspecto es de mayor tamaño, más largos, estrechos y de color marrón. Se denominan como chinches de pata de hoja por la forma de sus patas traseras.

Ilustración 14. *Leptoglossus occidentalis* Heidemann o chinche de pata de hoja.



Nezara: destaca *Nezara viridula* Linnaeus. Durante la época de invierno se refugian en las hojas secas o el propio suelo. Cuando las temperaturas son más suaves salen de sus refugios y se alimentan de las plantas más cercanas. Son animales con actividad nocturna.

Los adultos de esta especie son de 12 mm de largo y 8 mm de anchos, de color verde y viven durante varios meses. Depositán sus huevos en el envés de las hojas, al principio son de un color amarillento y luego se vuelven rosados, poseen forma de barril. Cuando dichos huevos eclosionan aparecen las ninfas de color rojo que se van oscureciendo a un color marrón rojizo con manchas blancas y amarillas.

En condiciones normales, esta especie es controlada por sus propios enemigos naturales, pero en ocasiones especiales es necesario la aplicación de tratamientos generales. Las trampas luminosas son una manera efectiva para atrapar a los adultos, debido a su actividad nocturna.

Ilustración 15. Adulto de *Nezara viridula* Linnaeus



Brachynema: destaca *Brachynema germarii* Kolenati. El invierno como adultos lo pasan en plantas silvestres. Pueden causar daños directos, lesionando el epicarpio al comienzo de la temporada, o indirectos, transmitiendo diferentes enfermedades causadas por hongos.

Los adultos miden 10 mm de largo, son de color verde con una mancha central inferior de color blanco. En las ninfas se distingue mejor la franja que divide en dos el tórax con manchas blancas discontinuas.

Se realizan los controles generales sobre ellos.

Ilustración 16. Adulto de *Brachynema germarii* Kolenati.



1.7.2.2. Polillas de Almacén

Nombres científicos: Apomyelois ceratoniae Z., Palumbina guerinii S., Plodia interpunctella H., Teleiodes decorella H.

Tipo de insecto: polilla de la harina.

Generalidades: constituye un problema debido a que su hábitat incluye muchos tipos de clima y ataca a frutos y semillas sometidos a procesos de almacenamiento. Es una polilla de hábitos nocturnos, solo ocasiona problemas en el proceso de almacenaje, depositando los huevos en un hueco que ella misma crea en el grano del pistacho. Esto puede ocurrir en el árbol, en frutos pasados de madurez, o en el almacén. El daño es mayor cuando se observan los desechos de la alimentación de las larvas junto a la seda que ellas mismas segregan, dando un aspecto de suciedad. Las polillas suelen aparecer en lugares donde se almacena producto infectado, también se las puede ver en fuentes de luz, llegando a tener hasta 6 generaciones anuales, con una duración de 45 días.

Descripción: los adultos miden unos 12 mm de largo y unos 20 mm de ancho. Las alas anteriores poseen un color marrón rojizo, mientras que la cabeza y el tórax son de color gris. Los huevos son depositados directamente en la fuente de alimento de las futuras larvas. Una hembra puede llegar a poner hasta 400 huevos por apareamiento. Los huevos eclosionan en una semana si están a 20 °C.

El color de las larvas es blanquecino, aunque también puede ser rosa, marrón o verdoso. Durante su madurez poseen 5 pares de patas con las que se trasladan a distancias considerables.

Control convencional: se deben realizar controles anuales a base de trampas de feromonas. Estos controles son muy útiles a la hora de saber cuál es el momento oportuno y de mayor eficacia para realizar los tratamientos. El control químico, es poco eficaz y suele provocar una resistencia que va aumentando con el tiempo. En las instalaciones de almacenamiento y procesado se puede utilizar fluoruro de sulfuro y fosfuro de magnesio.

Control ecológico: si se observa cualquier signo de contaminación se puede someter al producto a temperaturas bajo cero (- 18 °C) para llegar a todos los rincones del producto almacenado, o por el contrario, elevar las temperaturas (55 – 65 °C) durante 24 horas.

Ilustración 17. Polilla *Plodia interpunctella* Hübner.



1.7.2.3. Avispas

Nombre científico: *Megastigmus pistaciae* Walker.

Tipo de insecto: avispa del fruto

Generalidades: pasa el invierno como larva dentro del fruto, después emerge del fruto convertida en una pequeña avispa adulta. Las hembras ubican sus huevos en mayo o junio en el interior de las cascara de los frutos maduros que han quedado en el árbol. La segunda generación de adultos sale a mediados o finales de verano y ponen sus huevos en las duras cascara de los frutos maduros, de cuyos granos se alimentarán las larvas.

Descripción: los adultos son de un color amarillo dorado y sus larvas que son blancas maduran en junio y permanecen en el fruto del pistacho hasta abril. El daño lo causan la primera generación de larvas.

Control convencional: no existen tratamientos químicos autorizados que sean efectivos para esta especie.

Control ecológico: en invierno, antes de que emerjan los adultos, se debe limpiar bien el terreno de todos los frutos que pudieran estar contaminados.

Ilustración 18. Avispa de fruto *Megastigmus pistaciae* Walker.



1.7.2.4. Ácaros

Nombres científicos: *Aceria pistaciae* Nalepa, *Brevipalvus lewisi* McGregor.

Tipo de arácnidos: pequeños ácaros chupadores.

Generalidades: esta especie vive en la parte aérea del árbol. Los adultos pasan el invierno cerca de la base de los brotes, escamas de las yemas. Se activan en primavera, atacando brotes y hojas tiernas. Una infección severa puede causar deformaciones en ramas, brotes, hojas y racimos.

Descripción: los adultos son de color rojo, con numerosas manchas de color negro. Los huevos, de color rojizo, se depositan sobre las hojas.

Control convencional: el azufre en polvo es uno de los mejores acaricidas cuando se aplica antes de que la población se multiplique en exceso. Los árboles tratados con aceites parafínicos reducen su población de ácaros en un 72% a los seis días de tratamiento, mientras que a los 10 días, se redujo un 88%, finalmente, a los 17 días, solo permanecía el 4% de la población. También se puede usar el polisulfuro de calcio y el hexitiazox.

Control ecológico: esta especie es atacada por ácaros depredadores o coleópteros. Por otro lado, sustancias como el aceite de parafina o el azufre son recomendables.

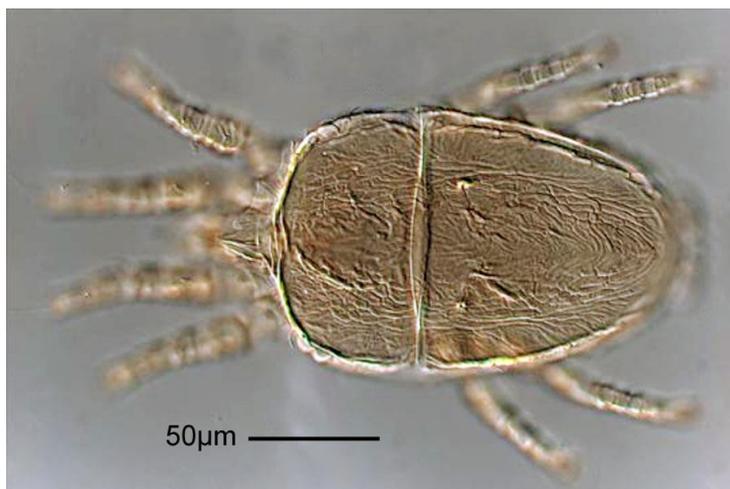
Entre los ácaros, el que más influencia tiene es España en la zona de la plantación es el siguiente:

Ácaro de la roña: destaca *Brevipalvus lewisi* McGregor. Esta especie es muy resistente al calor y suelen ser más abundantes en los meses de verano, produciendo daños en yemas, hojas, brotes tierno y raquis del fruto. Se suelen encontrar en zonas donde la vegetación tiene alguna herida. Los adultos forman colonias y pasan el invierno en la corteza del árbol, y cuando las temperaturas ascienden a 20 °C, se desplazan hacia las yemas hinchadas.

El adulto tiene cuatro pares de patas, con una forma plana y alargada siendo más ancha en la cabeza. Solo mide 0.1 mm y son de un color que va de marrón rojizo al rojo brillante. Los huevos se depositan sobre frutos y hojas.

Cuentan con un gran número de depredadores que reduce su población, aunque no suelen ser efectivos si la población es grande. Para tenerlos controlados es necesario llevar a cabo los controles generales sobre ácaros.

Ilustración 19. Detalle microscópico de un adulto de Brevipalvus lewisi McGregor.



1.7.2.5. Barrenillo

Nombres científicos: Chaetoptelius vestitus Mulsant & Rey, Sinoxylon sexdentatum O.

Tipo de insecto: insecto de la madera

Generalidades: es muy frecuente en países donde se cultiva el pistachero. Pasa el invierno en estado de huevo y los adultos salen del marzo a mayo alimentándose de brotes y ramas mediante orificios en la corteza. Normalmente, cada adulto produce daños en una sola yema. Permanece en túneles fabricados por ellos mismos hasta finales de octubre, ahí se produce la puesta. La incubación de los huevos dura 19 días y las larvas generan galerías de alimentación bajo la corteza. Posee una generación de un año.

Descripción: es un pequeño escarabajo de 2.5 mm de longitud ovalados y de color marrón. Las larvas son de color blanco de unos 5 mm de longitud, mientras que los huevos son transparentes y con forma oval.

Control convencional: no existen productos eficaces autorizados al 100%.

Control ecológico: una manera para controlar este tipo de insectos es mediante la poda y la quema de madera. También son efectivos los productos como el polvo de ajo deshidratado, que se usa como repelente.

Ilustración 20. Adulto de *Chaetoptelius vestitus* Mulsant & Rey.



1.7.2.6. Escarabajo de raíz

Nombre científico: *Capnodis tenebrionis* L.

Tipo de insecto: coleóptero de la madera

Generalidades: suelen ser una plaga de árboles envejecidos, aunque en ocasiones, también producen daños en árboles jóvenes. Los adultos aparecen en primavera poniendo entre 200 – 400 huevos en las grietas del tronco. La humedad supone un gran inconveniente, por ello, los árboles regados durante el verano suelen carecer de esta plaga. Las larvas realizan galerías en el tronco y raíces de los árboles. Los adultos eligen árboles debilitados para su puesta. Van debilitando el árbol hasta su muerte.

Descripción: es un coleóptero grande, de 40 mm, de color negro sin brillo metálico, con manchas blancas en la cabeza y zona inferior del cuerpo. Dichas manchas se disponen de forma simétrica.

Control convencional: se utilizan insecticidas de contacto, que son más eficaces que los de ingestión a base de metiocarb.

Control ecológico: se utilizan piretrinas naturales.

Ilustración 21. Adulto de *Capnodis tenebrionis* L.



1.7.2.7. Cochinillas blandas

Nombres científicos: *Coccus hesperidum* L., *Parthenolecanium corni* B., *Saissetia oleae* O., *Empoasca* spp.

Tipo de insecto: chupadores.

Generalidades: producen daño en primavera y verano hasta que las temperaturas se elevan por encima de 32 °C. Si esto se consigue al principio del verano, la mortalidad de los individuos en estados más juveniles es mayor. Debido a que producen melaza, no solo reducen la fotosíntesis, sino que también obstaculizan el desarrollo de brotes, lo que disminuye la apertura de los frutos. Suelen preferir árboles de crecimiento vigoroso. La primera suele tener de tres a cinco generaciones al año.

Descripción: la primera es de color marrón, con manchas amarillo-marrones cuando son jóvenes. Su forma aplanada y alargada, de 4 mm de longitud aproximadamente. La segunda es de un color marrón casi negro, con una cresta en forma de H en su dorso. La tercera es una cochinilla alargada con un revestimiento ceroso de color blanco. La cuarta es muy parecida a la anterior.

Control convencional: se utilizan insecticidas a base de piriproxifen.

Control ecológico: controlando las poblaciones de sus enemigos naturales, las cuales son capaces de reducir la plaga disminuyendo su población en las primeras fases del desarrollo, antes de que se reproduzcan. Otros depredadores se alimentan de sus huevos y estadios juveniles.

Ilustración 22. Parthenolecanium corni B., en ramas.



1.7.2.8. Clitra, Galeruca o Escarabajillo

Nombre científico: *Labidostomis lusitánica* Germar.

Tipo de insecto: masticador.

Generalidades: ocasionan numerosos daños en poco tiempo, sobre todo, en las plantaciones más jóvenes o en las hojas más tiernas de los árboles adultos.

Durante el mes de mayo los adultos se desplazan a las plantaciones jóvenes alimentándose de sus hojas tiernas. Realizan sus puestas en hojas y ramas de las

malezas próximas a las plantaciones, lo hacen en grupos de 10 huevos que eclosionan a los 12 días, después, las larvas se refugian en el suelo.

En su voracidad a veces solo dejan intactos los nervios de las hojas, lo cual debilita el árbol.

Descripción: los adultos poseen el tórax de color oscuro metálico y miden entre 6 y 12 mm de longitud. Tienen alas de color naranja con dos puntos negros, uno en cada hombro. Los machos tienen unas patas delanteras más largas que las de las hembras. Sus huevos tienen forma cilíndrica y cónica en su vértice, son de color claro y van oscureciéndose con el paso del tiempo.

Control convencional: se utilizan productos de ingestión o contacto que controlan de manera eficaz esta plaga.

Control ecológico: se utilizan tratamientos a base de piretrinas naturales. Estos tratamientos son menos eficaces que los convencionales, pero mantienen el equilibrio poblacional de la plaga, para que sus daños con el paso de los años sean menores.

Ilustración 23. Adultos de Labidostomis lusitánica Germar.



1.7.2.9. Nemátodos

Nombres científicos: Meloidogyne spp., Pratylenchus neglectus R., Xiphinema spp.

Tipo de insecto: chupadores.

Generalidades: son gusanos microscópicos que se adaptan a medios muy diferentes y que utilizan las plantas cultivadas como fuente de alimentación. Perforan las raíces con su estilete bucal succionando la savia y debilitando así la planta.

Normalmente pasan el invierno en forma de huevos, eclosionando en primavera. Estas primeras fases emigran por el suelo hasta las raíces del árbol donde se alimentan hasta convertirse en adultos.

Es difícil diagnosticar que un árbol está siendo afectado por nemátodos si se desconoce su presencia en el suelo. No muestran síntomas característicos, suelen estar asociados a un proceso de amarilleamiento y marchitez de las hojas, y a una reducción de la cosecha.

Descripción: las hembras adultas son redondeadas, mientras que los machos son filiformes.

Control convencional: se utilizan productos a base de etoprofos.

Control ecológico: la prevención es muy importante, ya que una vez que se establecen es muy difícil eliminarlos por completo. Si en el terreno ya están presentes, se recomienda elegir patrones resistentes.

Los principales nemátodos patógenos del pistachero en la zona de la plantación son los siguientes.

Formador de nódulos: destaca *Meloidogyne* spp. Los nemátodos de este género habitan en zonas templadas. Producen lesiones de color negro en las raíces del pistacho. Se encuentran la mayor parte del ciclo en las agallas de la raíz desde donde invaden otros lugares cercanos. La infección produce engrosamientos característicos.

Ilustración 24. Meloidogyne spp. en las raíces de una planta.



De las lesiones de raíz: destaca *Pratylenchus neglectus* Rensch. Es de las especies más presentes en las plantaciones. Se considera peligrosa por su capacidad de transmitir virus.

1.7.3. Enfermedades

Las enfermedades que afectan al pistacho son menos numerosas que las plagas, pero algunas de ellas han causados grandes daños en la historia del cultivo. Del mismo modo que las plagas, la aparición de más o menos enfermedades y su incidencia depende de factores medioambientales y de la resistencia o tolerancia del material vegetal empleado.

Las enfermedades se pueden clasificar en dos grandes grupos, las causadas por hongos del suelo, o bien, las que se transmiten por el aire. Algunas enfermedades graves también son originadas por bacterias.

A continuación, se describen las enfermedades más importantes en la zona de la plantación.

1.7.3.1. Botriosfera (BT)

Nombre científico: Botryosphaeria dothidea Ces. & De Not.

Generalidades: es producida por un hongo que se propaga por el aire, ataca a multitud de especies, el pistacho entre ellas. El cultivar Kerman es muy susceptible a ella. Se desarrolla desde finales del mayo hasta octubre, si es una vez comenzada la brotación, las yemas no llegan a producir brotes, probablemente el árbol esté enfermo. Las yemas afectadas no llegan a desarrollarse y terminan secándose, las infecciones en los frutos se inician a través de lesiones causadas por diferentes hemípteros.

Los picnidios de este hongo se encuentran en los brotes de crecimiento del año anterior. La infección se produce al germinar las picnidiosporas y desarrollar su tubo germinal que penetra a través de los estomas de hojas y brotes tiernos. Este hongo se desarrolla más a medida que entra el verano, con temperaturas altas y una elevada humedad ambiental, con una temperatura óptima para su desarrollo entre 27 y 33 °C. Si la humedad es alternada con periodos secos, la incidencia es mucho mayor. Existe una correlación entre el aumento de hidratos de carbono de los frutos y una mayor incidencia del hongo. La poda de invierno no transmite la enfermedad, pero la poda en verde deja heridas a través de las cuales pueden desarrollarse las esporas.

Síntomas: los primeros síntomas aparecen durante la primavera. Los brotes que fueron infectados el año anterior producen racimos y ramas donde se desarrollará el hongo. Los brotes que han sido afectados crecen lentamente y adquiriendo un color negro antes de caerse. En las hojas o frutos verdes aparecen manchas y lesiones circulares con márgenes cloróticas de color marrón. La infección en los frutos se muestra con puntos de color negro que van aumentando su tamaño.

En general, los síntomas más claros son el marchitamiento de las hojas. La mayoría de los racimos afectados tienen un color marrón. Los frutos terminan arrugándose y cambiando a un color grisáceo.

Control convencional: se utilizan fungicidas que sean eficaces, como azoxistrobin, metil tiofanato. El momento de aplicación debe ser unos días antes de un suceso de lluvia, o 2 – 3 días después de llover desde la plena floración.

Las técnicas combinadas de la eliminación de las ramas afectadas mediante la poda, un buen manejo del riego y la aplicación de dos o tres veces de fungicidas produce buenos resultados. En ocasiones también se hacen test predictivos en yemas y frutos jóvenes para detectar la incidencia de la enfermedad.

Por otro lado, el aumento del potasio en los árboles y las aplicaciones de nitrato de calcio pueden reducir de forma considerable la incidencia de la enfermedad.

Control ecológico: una poda selectiva de ramas y racimos secos es una buena herramienta para controlar la enfermedad. Además de, poner en práctica acciones para evitar un exceso de humedad ambiental, como puede ser, una poda de limpieza o eliminación de malas hierbas. Mediante la escarda se evita la incidencia de hemípteros, que contribuyen a propagar la enfermedad a través de las heridas de sus picaduras.

La madera de la poda debe quemarse cuanto antes para evitar que las esporas se distribuyan al suelo por el agua de lluvia.

Ilustración 25. Hojas de pistacho afectadas por *Botriosfera*.



1.7.3.2. Verticilosis, marchitez, verticillium (VT)

Nombre científico: *verticillum dahliae* kleb.

Generalidades: el hongo penetra en el árbol por su sistema radicular, aunque en algunas circunstancias también puede hacerlo por heridas en su parte aérea. Este hongo puede llegar a sobrevivir hasta 15 años en el suelo en ausencia de plantas huéspedes, debido a unas estructuras llamadas microesclerocios que se propagan a través del agua de riego. Cada una de estas estructuras se considera la unidad de infección del hongo. La liberación de sustancias nutritivas por parte de la raíz del árbol estimula su germinación. Una vez dentro el hongo se desarrolla en micelios, se va extendiendo desde la raíz hasta los brotes, impidiendo la llegada de agua y nutrientes. Se produce una marchitez progresiva en las hojas y estas caen al suelo. El árbol se va debilitando hasta morir, dependiendo de la gravedad de la infección.

La humedad del suelo es el factor más importante en su desarrollo, por lo que se debe tener un buen sistema de riego para evitar posibles infecciones. Las condiciones óptimas para el desarrollo de esta enfermedad se dan con temperaturas entre 20 y 27 °C y suelos húmedos y frescos. Existe una relación de que a mayor cantidad de agua, mayor volumen del suelo y mayor probabilidad de que se desarrolle, a su vez, a mayor volumen de sistemas radicular mayor concentración de microesclerocios.

Síntomas: su desarrollo es lento, se suele caracterizar por una pérdida de vigor y reducción del crecimiento. Los síntomas se muestran principalmente en las ramas con racimos, ya que requieren mayor cantidad de agua. Las hojas afectadas comienzan a amarillear, terminando por secarse y quedando adheridas al árbol.

Si el ataque es grave se puede apreciar una decoloración color café en el corte transversal de las ramas principales. Se muestra con dicha tonalidad oscura en manchas irregulares, lo que confirma la infección.

Control convencional: es una enfermedad difícil de controlar debido al largo periodo de tiempo que llegan a sobrevivir en el suelo y la falta de eficacia con la aplicación de diferentes fungicidas. Se deben emplear métodos de desinfección o portainjertos

tolerantes. En el caso de la fumigación se debe hacer en la fase de preplantación con productos autorizados. Existe una correlación entre el déficit de potasio y fósforo con una mayor susceptibilidad a la enfermedad.

Control ecológico: se han desarrollado diferentes estudios a lo largo de la historia para determinar posibles portainjertos tolerantes a la enfermedad, algunos de los que se determinaron son *Pistacia atlántica* D., *P. integerrima* S., y los híbridos PGII y UCB1. Otros estudios mencionan la relación entre el vigor de la planta y su resistencia al hongo, es decir, a mayor vigor mayor grado de resistencia.

Otra opción, es colocar coberturas de plástico en la superficie de los suelos durante 6 u 8 semanas en el verano. Esto reduce la densidad del hongo en los primeros centímetros de profundidad, aunque existen posibilidades de que el hongo se vuelva a desarrollar.

Por último, se debe evitar el estrés hídrico, ya que la falta de agua en niveles de estrés eleva de probabilidad de infección.

Ilustración 26. Hojas marchitas infectadas por verticilosis.



1.7.3.3. Alternaria, alternariosis, tizón tardío (ALT)

Nombre científico: *alternaria alternata* Keissl.

Generalidades: se produce por hongos que se propagan a través del aire. Su propagación es óptima cuando se encuentran a 27 °C de temperatura y la atmósfera es húmeda. Si las condiciones no son óptimas para su desarrollo pueden pasar varios años en espera.

La mayor infección se produce de verano a otoño, produciendo importantes pérdidas en la cosecha y un deterioro de la calidad visual. Si el ataque es grave, puede ocurrir una defoliación temprana del árbol. Se desarrolla sobre todo en frutos y semillas con un contenido elevado de humedad. El envejecimiento de las hojas las hace más sensibles a la enfermedad, junto con las afectadas de color negro, suponen una gran fuente de infección. La falta de riego y las temperaturas extremas suponen el estrés del árbol, lo que influye en su desarrollo. El desarrollo incompleto del grano puede aumentar la sensibilidad del fruto a la enfermedad.

Síntomas: los primeros aparecen en las hojas con manchas angulares de color marrón o negro, van aumentando de tamaño con el paso del tiempo. Estas lesiones también pueden verse en los peciolos y nervios de las hojas. Un efecto que las hace diferenciarse de otras enfermedades es que cuando se toca con los dedos las manchas de las hojas, estos quedan manchados, lo que no ocurre en otros casos.

En los frutos inmaduros aparecen manchas pequeñas de color negro. En la piel de los frutos maduros las manchas son algo más grandes, también de color negro y pueden estar rodeadas de un color púrpura. Si la infección es grave la epidermis de los frutos se ennegrece y se agrieta.

Control convencional: realiza el control mediante la combinación de la aplicación de fungicidas, como azoxistrobin, en sus dosis adecuadas junto con un buen manejo del riego y prácticas como la limpieza de los árboles y el suelo. La relación entre el número de días de lluvias primaverales y el posterior desarrollo de hongos, hace que el manejo de los tratamientos fungicidas sea de gran importancia.

Control ecológico: si la enfermedad está presente los frutos son una mayor fuente de infección y cuanto más tiempo estén el árbol, mayor cantidad de conidias se dispersarán. Para prevenir esto, es crucial el control de la aireación del árbol. Debe hacerse un limpieza interior a base de podas ligeras y aplicando prácticas que no fomenten la difusión de esporas, como la quema de madera, poda de ramas secas, sellado de las heridas de la poda, etc. Se evitará el empleo de riego de manera elevada, optando por el goteo o el subterráneo.

Ilustración 27. Árbol de pistacho infectado por alternaria.



1.7.3.4. Pudrición del cuello o de la raíz (PHY)

Nombre científico: *phytophthora nicotianae* Breda de Haan var. *Parasítica* G. M. Waterhouse.

Generalidades: esta enfermedad es producida por hongos que se transmiten por el suelo y causan graves daños tanto en el sistema radicular como en el cuello de las plantas. Suele aparecer en terrenos muy arcillosos, mal drenados y con abundantes riegos. Como resultado de las infecciones, el árbol se debilita lo que produce una defoliación temprana, por la menor absorción de agua y nutrientes. La pudrición del cuello es consecuencia de la infección de las principales raíces a nivel de la corona o cuello del árbol. Los árboles con infección de la corona pueden llegar a morir en uno o dos años. Ambos tipos de infección están relacionados con la prolongada humedad del árbol y su textura.

Si el tiempo es seco, estos hongos pueden llegar a sobrevivir durante mucho años en el suelo. Cuando las condiciones de temperatura y humedad son favorables

comienzan a germinar produciendo esporangios, que a su vez producen esporas que se extienden hasta las raíces del árbol, formando quistes en ellas. Dichos quistes germinan y penetran en las células de las plantas para alimentarse.

Síntomas: suelen ser parecidos a los de la verticilosis. La diferencia se encuentra en la decoloración del tejido vascular, que solo está presente en los árboles infectados de verticilosis. La pudrición radicular provoca el debilitamiento del árbol y una defoliación temprana. En la pudrición de la corona, la corteza exterior se muestra descolorida.

Control convencional: se utilizan algunos fungicidas que son capaces de reducir la enfermedad, como son el metalaxil – M.

Control ecológico: se deben evitar las plantaciones en terrenos muy arcillosos y con problemas de drenaje. En caso de la reaparición en años, se deben evitar las heridas en el árbol, así como, prescindir del riego o acortarlo durante un tiempo. Se relaciona el mayor vigor de los portainjertos con una mayor tolerancia a la enfermedad. En algunos caso, se recomienda usar productos derivados de extractos naturales de derivados lácteos tratados con una diversa flora microbiana.

Ilustración 28. Sistema radicular afectado por pudrición de la raíz.



1.7.3.5. Roya

Nombre científico: *Pileolaria terebinthi* Castagne.

Generalidades: el hongo que produce esta enfermedad completa todas las etapas de su ciclo en árboles de pistacho se transmite por el aire por medio de sus basidiósporas. Las teliosporas pasan el invierno en las hojas caídas en el suelo y germinan a finales de la estación, cuando las temperaturas suben a 15 °C. Estas son dispersadas por el viento infectando hojas jóvenes.

Síntomas: aparecen manchas necróticas en las hojas, con perforación de los limbos. Dichas manchas suelen ser de un color marrón rojizo y se encuentran tanto por el haz como en el envés y suelen estar rodeadas de un margen amarillento, también pueden aparecer en los frutos. Con el tiempo, las manchas comienzan a crecer y juntarse unas con otras hasta convertirse en un tejido necrosado.

En una infección grave, tras las primeras lluvias primaverales, la defoliación puede ser un problema muy grave.

Control convencional: se utilizan fungicidas eficaces que se usan como preventivos a partir de la brotación, como el difenoconazol. La mejor opción es utilizar tratamientos preventivos en pulverización foliar y alternarlos con otros fungicidas de distinta forma de acción.

Control ecológico: para prevenir la supervivencia del hongo se deben enterrar o quemar la madera de la poda, las hojas caídas, los frutos, etc. A la hora de la elección del portainjertos hay que tener en cuenta que todos son sensibles al hongo, aunque algunos como el *P. Terebinthus* L. son más tolerantes.

Se aplica oleato potásico para combatir las infecciones de manera orgánica.

Ilustración 29. Hoja de pistacho infectada por roya.



1.7.3.6. Septoria, septoriosis, mancha foliar

Nombre científico: *septoria pistaciarum* Caracc.

Generalidades: las lluvias de primavera y verano determinan tanto el inicio como la gravedad de la enfermedad. Los árboles enfermos derivan en una defoliación temprana, lo que reduce sus reservas y lo debilita frente al próximo año. El hongo

pasa el invierno en las hojas caídas, y sus ascosporas se liberan tras una lluvia sobre el mes de abril y con una temperatura de 10 °C.

Síntomas: aparición de manchas necróticas marrones e irregulares en hojas y frutos. Pueden aparecer muchas manchas en la hoja, pero generalmente se quedan pequeñas y aisladas.

Control convencional: se utilizan dos tratamientos fungicidas en los meses de julio y agosto, o bien, tratamientos preventivos, como el azoxistrobin. El hidróxido de cobre también es efectivo.

Control ecológico: se utilizan tratamientos preventivos a base de cobre, o aplicaciones a base de oleato potásico.

Ilustración 30. Hojas de pistacho infectadas por septoria.



1.7.3.7. Armillaria, pobredumbre blanca de la raíz

Nombre científico: *Armillaria mellea* P. Kumm.

Generalidades: el patógeno de esta enfermedad es un hongo que se propaga por el suelo. Se desarrolla en suelos pesados, excesivamente regados. Este hongo solo sobrevive si está asociado a raíces u otras estructuras orgánicas, siempre que estén húmedas. Las hifas del hongo penetran en la raíz extendiendo la infección, mientras que exteriormente, la infección se muestra en rodales.

Síntomas: los más comunes son el debilitamiento del árbol con hojas pequeñas y cloróticas, menor brotación y defoliación temprana. Los síntomas específicos se pueden observar en la corteza del cuello del árbol, la cual se separa fácilmente, los rizomorfos son planos y de color marrón oscuro, además de que la madera exterior aparece descolorida.

Control convencional: su control es difícil. Se dan tratamientos preventivos antes de la plantación con productos como el metam sodio durante el invierno.

Control ecológico: se puede llegar a controlar mediante hongos de otra especie que muestran cierto control biológico sobre la armillaria. *Pistacia Terebinthus* L. y el híbrido UCB1, se ha demostrado que muestran cierta tolerancia a este hongo.

Ilustración 31. Hongos de armillaria.



1.7.3.8. *Aspergillus*, hongos de los frutos

Nombre científico: *Aspergillus* spp.

Generalidades: la infección se promueve por el viento, junto con lluvias primaverales pueden ser graves. En el momento de la recolección, el pelado prematuro de los frutos deja a estos sin protección ante las picaduras de insectos, y por lo tanto, a la penetración de esporas de este hongo.

Este hongo genera unas toxinas del B1 y B2, aunque no siempre lo hacen, por lo que su presencia en los árboles no determina la presencia de dichas toxinas. El desarrollo óptimo de estos hongos se da entre los 35 y 37 °C, con una humedad relativa menor del 85%, ya que detiene su crecimiento. La infección se tiende a producir antes de la recolección, en frutos con heridas.

Este hongo comienza su ciclo en primavera-verano. La infección se traslada a los frutos mediante esporulación de las conidias de los racimos de flores masculinas. Durante otoño-invierno, los frutos momificados del árbol se convierten en nuevos almacenes de esporas. Con el paso de los años, la densidad del hongo va aumentando, elevando la probabilidad de infección.

Síntomas: en los frutos contaminados se arruga el pellejo y comienza a amarillearse. En el tejido superficial de dicho pellejos aparecen las esporas de color negro y en la cáscara se observan manchas marrones.

Control convencional: para prevenir o eliminar estos hongos se recomiendan los tratamientos para la botriosfera o la alternaria.

Control ecológico: la separación de los frutos rajados prematuramente y su posterior destrucción, así como evitar el estrés hídrico de los árboles durante el mes de mayo, para reducir los frutos rajados.

Ilustración 32. Fruto afectado por aspergillus.



1.7.3.9. Antracnosis

Nombres científicos: *Colletotrichum acutatum* J. H. Simmonds y *Colletotrichum gloeosporioides*.

Generalidades: es una enfermedad menor, de la que se desconoce su ciclo en muchos aspectos pero causa grandes pérdidas de frutos.

Síntomas: se muestra con lesiones de color negro en el pellejo. La superficie entera del fruto arrugado se recubre de una masa de esporas de color rosa brillante. En las hojas aparece como lesiones con círculos de color negro en el nervio central.

Control convencional: los tratamientos preventivos son los más eficaces, ya que una vez que la enfermedad se instala en el árbol es difícil de eliminar. Los fungicidas se deben aplicar en periodos de humedad.

Control ecológico: se utilizan biofungicidas que contengan bacterias antagonistas de *Bacillus subtilis* Ehrenberg.

Ilustración 33. Antracnosis en fruto.



1.7.3.10. Rizoctonia, marchitez de la plántula

Nombre científico: *Rhizoctonia solani* Kühn.

Generalidades: este hongo se transmite a través del suelo, se extiende mediante la lluvia, riegos, etc. La temperatura óptima para su desarrollo es entre 15 – 18 °C, aunque también es frecuente en zonas cálidas con temperaturas de 26 °C.

Síntomas: debido a las lesiones producidas en las raíces, las hojas se vuelven marrones y se marchitan.

Control convencional: mediante la desinfección del suelo a base de fungicidas.

Control ecológico: se realiza mediante la limpieza máxima de los viveros. Es importante que la tierra empleada en la producción de portainjertos este desinfectada y que tenga un buen drenaje.

Ilustración 34. Pudrición de raíces por rizoctonia.



1.7.4. Resumen de los tratamientos fitosanitarios

En la siguiente tabla 28, se especifica el compuesto fitosanitario elegido para cada plaga y enfermedad, y la época en la pueden aparecer cada una de ellas.

Tabla 27. Resumen tratamientos fitosanitarios.

Plaga o enfermedad	Materia activa	Dosis	Época
Chinches, Escarabajo de raíz, Clitra, Escarabajillo	Lambda cihalotrin 5%	1.10 L/ha	Marzo – abril
Polilla de almacén	Deltametrin	0.9 L/ha	Julio – agosto
Avispas	-	-	Final de verano
Ácaros	Aceite de parafina 83%	0.75 L/ha	Primavera
Barrenillo	-	-	Marzo – mayo
Cochinillas	Piriproxifen	0.65 L/ha	Principios de verano
Nemátodos	Etoprofos	0.5 L/ha	Primavera
Botriosfera Alternaria, Roya	Metil-tiofanato 50%	1 L/ha	Mediados de primavera
Verticilosis	Patrones resistentes	-	Estación de

			crecimiento
Alternaria, Septoria	Azoxistrobin	0.75 L/ha	Estación de crecimiento
Phytophthora	Metalaxil-M	1.5 L/ha	Estación de crecimiento
Armillaria	Metam sodio	1.5 L/ha	Estación de crecimiento

1.8. Aclareo

El aclareo es una práctica agrícola que implica la eliminación selectiva de frutos o flores de un árbol para regular el número de frutos que se desarrollarán y mejorar así la calidad y tamaño de la cosecha restante. El aclareo se lleva a cabo principalmente para reducir la competencia entre los frutos, permitiendo que los frutos restantes obtengan más nutrientes y espacio para desarrollarse plenamente.

El objetivo del aclareo es optimizar la producción al eliminar el exceso de frutos, lo que puede mejorar el tamaño, calidad y maduración de la cosecha final. Se realiza generalmente durante la temporada de crecimiento, una vez que los frutos comienzan a desarrollarse, esto suele ser a principios del verano, cuando los frutos están todavía verdes y pequeños. Es una práctica importante para mejorar la calidad y el rendimiento de los frutos. Los objetivos del aclareo son los siguientes:

- Calidad de la fruta: Al reducir la cantidad de frutos, permite que el resto de los frutos obtengan más nutrientes y recursos del árbol, lo que mejora su calidad.
- Tamaño del fruto: permite un mejor desarrollo y tamaño de los pistachos que quedan en el árbol. Los pistachos más grandes suelen tener mayor valor comercial.
- Rendimiento: el aclareo puede mejorar el rendimiento a largo plazo. Aunque se reduce el número total de frutos, los que quedan pueden ser de mayor calidad y tamaño, compensando la cantidad.

El aclareo se puede realizar de manera manual, mecánica o química.

1.8.1. Aclareo manual

El aclareo manual implica la eliminación selectiva de frutos en exceso o aquellos que están mal formados con las manos. El proceso consiste en que el operario selecciona los frutos que deben ser eliminados, que son aquellos que sean pequeños, deformes, inmaduros o los que muestren signos de enfermedad o daño. Se puede realizar con tijeras de poda o con las manos. El objetivo es dejar espacio entre los frutos para permitir un crecimiento adecuado y sano.

Los frutos descartados deben ser recogidos y eliminados para evitar la propagación de posibles plagas y/o enfermedades. El inconveniente de este método se centra en que requiere de mano de obra intensiva y cualificada, además de ser un proceso lento si la plantación es grande.

1.8.2. Aclareo mecánico

Es una técnica que implica el uso de maquinaria especializada para eliminar selectivamente el exceso de frutos o los mal desarrollados. Se utilizan equipos de sacudido o vibración que agitan suavemente las ramas de los árboles para desprender los frutos. Las máquinas aplican vibraciones controladas en las ramas de los árboles

que hacen que los frutos pequeños, inmaduros o mal formados caigan, dejando intactos los que están más desarrollados y sanos.

Los frutos que se desprenden son recogidos y utilizados como compostaje dependiendo de su estado y calidad. El inconveniente de este método es que puede ser menos preciso en la eliminación de los frutos, lo que podría afectar posteriormente a la calidad.

1.8.3. Aclareo químico

Esta práctica consiste en la aplicación de productos químicos para reducir la carga de frutos en los árboles, promoviendo así el desarrollo y calidad de los frutos restantes. Este método debe realizarse con precaución, ya que hay que tener en cuenta aspectos como la seguridad alimentaria o el impacto ambiental.

Es un método más rápido y menos intensivo que los anteriores y se suele realizar en grandes plantaciones donde el aclareo manual o mecánico es difícil de implantar.

En rasgos generales, es importante no exagerar en el aclareo, ya que demasiada eliminación puede reducir el rendimiento total del árbol. Para la elección de la mejor opción para realizar el aclareo, se deben tener en cuenta características específicas de la plantación como el tamaño, la disposición de los árboles, etc.

En el caso de la plantación objeto, se va a realizar un aclareo manual en caso de que sea necesario.

1.9. Recolección

1.9.1. Introducción

La recolección del pistacho es una fase crítica en el cultivo, ya que determina la calidad y el rendimiento de la cosecha. Debe iniciarse cuando el 60 – 70 % de los frutos llenos de un racimo se desprenden fácilmente de su cáscara. Los frutos deben estar completamente maduros pero aún no demasiado abiertos.

Si la cosecha se realiza excesivamente pronto, el porcentaje de frutos sin abrir será mayor y el peso del grano menor. Por el contrario, si la recogida se retrasa, el número de frutos dañados por insectos y la contaminación interna aumenta. La recolección, debe ser cuando los frutos estén completamente maduros pero aún no demasiado abiertos. Dentro del grado de madurez, la recolección debe hacerse en periodos secos, ya que si existe un exceso de humedad ambiental, aumentan las posibilidades de contaminación por hongos.

La madurez de los frutos se aprecia cuando el color del epicarpio pasa de un color verde a rosa mate. Los frutos vacíos no cambian de color. El pellejo se desprende con facilidad de la cáscara. El comienzo de la caída de algunos frutos al suelo es un indicio de que los frutos ya están maduros. La recolección del pistacho puede ocurrir entre finales de agosto y principios de octubre, pero generalmente dura entre dos y cuatro semanas para cada cultivar.

La recolección del pistacho puede ser manual o mecánica.

1.9.2. Recolección manual

Los pistachos se recogen a mano y se van echando en cestos que luego se llevan a un remolque. Este sistema requiere gran cantidad de mano de obra cualificada, para

facilitar la recolección manual el diseño de las plantaciones con una elevada densidad de árboles suele ser con una formación en seto. El principal inconveniente es que se favorece la difusión de hongos entre los frutos, lo que reduce su valor comercial.

1.9.3. Recolección mecánica

La recolección mecánica utiliza maquinaria especializada para cosechar los frutos de manera eficiente y rápida. Se pueden utilizar diferentes variantes como vibrador acoplado al tractor y con una malla sobre el terreno, vibrador de paraguas, vibrador de ramas o máquinas autopropulsadas. Una vez recolectados los frutos se descargan en remolques y se trasladan a la nave donde comenzara el proceso de pelado.

Este método presenta múltiples ventajas como que es un método de recolección rápido y eficiente, ya que recoleta una mayor cantidad de frutos en un periodo más corto de tiempo, reduce los costes significativamente, reduce el daño producido a los frutos durante el proceso de cosecha, lo que contribuye a una mejor calidad del producto final, aumenta la productividad y eficiencia del cultivo, ayuda a garantizar una mayor consistencia y calidad de los pistachos recolectados.

La recolección finaliza cuando los frutos son retirados del árbol y transportados a la planta de procesado. La recolección del pistacho es un proceso crucial que requiere atención a los detalles para obtener una cosecha óptima en términos de calidad y rendimiento.

1.9.4. El transporte

Para evitar la proliferación de los hongos en los frutos, una opción es cargarlos recién cosechados y sin pelar en camiones frigoríficos para su traslado a una planta de procesado. El almacenamiento puede llegar a aguantar 24 horas, si el lugar es fresco y aireado, aunque se recomienda que el trayecto dure lo menos posible.

El machado de la cáscara suele iniciarse pasadas 8 horas de almacenamiento a una temperatura de 40 °C, 24 horas a 30 °C y 48 horas a 25 °C. Para que no se superen estos 25 °C, la carga debe ir lo más aireada posible. Alargar el periodo de almacenamiento puede favorecer el manchado de la cáscara y la contaminación por aflatoxinas, aumentando la probabilidad de retraso del pelado y la temperatura interna. La ventilación del medio de transporte, deber ser de un 5% de la superficie total de sus paredes, en el caso de los remolques, se recomienda que las paredes sean de rejilla.

Si se va a mantener la cosecha sin pelar durante dos o más días en un almacén, deben estar en cámaras de refrigeración a 0 °C, con una ventilación forzada y con una humedad relativa inferior al 70 %.

2. Necesidades del proceso productivo

2.1. Maquinaria y equipos

2.1.1. Maquinaria necesaria en la explotación

Maquinaria alquilada

Durante toda la vida de la plantación se van a utilizar diferentes tipos de maquinaria, por lo que, en ocasiones, será necesario alquilar la maquinaria de ciertas labores en vez de invertir en comprar toda la necesaria, ya que resulta más rentable.

Por este motivo, la maquinaria que se va a alquilar será la siguiente:

- **Subsolador cruzado**

Se va a alquilar un subsolador cruzado capaz de trabajar hasta 80 cm de profundidad para la preparación del terreno, con el objetivo de eliminar la suela de labor y mejorar la aireación del suelo.

- **Equipo de plantación**

Se utilizará un arado plantador que consta de una reja de vertedera que abre un surco en el suelo según avanza la máquina. Sobre ella van sentados dos operarios que van colocando los plantones en la separación de los árboles requerida. La máquina indica la posición exacta donde colocar dicho plantones mediante un sistema de guiado por cable, láser o GPS.

En la parte trasera de la máquina hay dos rejas aporcadoras que van cerrando el surco una vez colocado el plantón. Además, es frecuente que en la parte superior del tractor se coloque un depósito de agua, de manera que a la vez que se coloca el plantón se deja caer un poco de agua para mejorar el enraizamiento.

- **Paraguas vibrador**

Es una herramienta que se coloca alrededor del tronco del árbol y se utiliza para agitar o vibrar la estructura del árbol, lo que ayuda a hacer caer los frutos maduros para su recolección. La descarga de los frutos se hará mediante un tornillo sin fin.

Maquinaria propia

- **Tractor**

En la propia explotación se dispone de un tractor agrícola de 165 CV (123 kW) de 2.45 m de anchura entre ejes con toma de fuerza frontal, donde acoplar los diferentes aperos. Se cuenta con otro tractor agrícola de 130 CV (96 kW), por si es necesario en las labores de preparación del terreno. El promotor dispone de los tractores previamente a la ejecución del proyecto.

- **Remolque**

La explotación dispone de cuatro remolques en total. Uno es un remolque bañera basculante de 14000 Kg, que tiene volquete y un solo eje. Otro remolque de 8000 kg, y otros dos de 7000 kg. Todos se van a emplear para el transporte de materias primas y herramientas, así como para la carga de la cosecha al almacén, si fuese necesario. El promotor dispone de dichos remolques previamente a la ejecución del proyecto.

- **Cultivador**

Un apero cultivador en el que acoplar un intercepas constituido por cuarenta brazos unidos a un bastidor que se engancha en el tripuntal del tractor. La separación entre los brazos es de 20 cm, para conseguir la rotura de terrones, dejando en la superficie de profundidad variable.

- **Máquina de abono centrifuga suspendida**

Se emplea para la realización del abonado de fondo previo a la plantación a las tareas en las que se requiere. Se va a emplear una abonadora centrifuga suspendida, propiedad del promotor, con una capacidad de 6000 kg. Dispone de un mecanismo de distribución con doble plato.

- **Pulverizador hidráulico suspendido**

Un pulverizador hidráulico de 2000 L de capacidad para realizar el tratamiento herbicida de las líneas de cultivo. Consta de una barra telescópica de 18 m de ancho, a cada lado del tractor, con unas boquillas pulverizadoras a lo largo de ellas. El promotor dispone del pulverizador hidráulico previamente a la ejecución del proyecto.

- **Pulverizador de mochila**

Un equipo manual de pequeño tamaño para los tratamientos puntuales y localizados. Tiene una capacidad de 15 L. El promotor dispone del pulverizador de mochila previamente a la ejecución del proyecto.

- **Atomizador**

Atomizador arrastrado para la aplicación de fitosanitarios líquidos o tratamientos biológicos. Este equipo consta de un depósito de 2000 L de capacidad, de una bomba que impulsa el líquido y de un conjunto de boquillas que generan las gotas junto con dos ventiladores de giro inverso. El promotor no dispone del atomizador previamente a la ejecución del proyecto, por lo que deberá ser adquirido.

- **Tijeras de poda**

Se dispone de tijeras de poda tanto eléctricas como manuales. Las tijeras de poda eléctrica la fuerza es producida a través de la corriente eléctrica generada por una batería de litio que se sujeta en la cadera del podador. Requieren de menor esfuerzo por parte del operario, reducen el tiempo de trabajo, aumentan la precisión del corte. Se deberán adquirir dichas tijeras para la época de poda de la plantación.

- **Procesador de ramas y troncos**

Consiste en una trituradora de ramas con toma de fuerza al tractor de 30 CV (22 kW) y 540 rpm. El mecanismo consta de tres cuchillas y dos contracuchillas, 24 martillos móviles y rodillos hidráulicos de alimentación. Acepta ramas de hasta 12 cm de diámetro, con ruedas para facilitar su movilidad, la producción aproximada es de 8-10 m³/h. El promotor no dispone del procesador de ramas previamente a la ejecución del proyecto, por lo que deberá ser adquirido.

2.1.2. Capacidad y tiempos de trabajo

A continuación, se muestra el cálculo de la potencia requerida para cada apero.

Para el cultivador:

La potencia requerida se determina según la siguiente ecuación:

$$Pr = \frac{Nb + Nr}{0.9}$$

Donde:

Pr: potencia requerida (kW/m)

Nb: potencia a la barra (kW)

Nr: potencia de rodadura (kW)

Se considera que el tractor trabaja al 90% de su potencia nominal. La potencia de la barra se determina:

$$Nb = T * v$$

Donde:

Nb: potencia a la barra (kW)

T: esfuerzo de tracción (N o kg)

v: velocidad de trabajo (m/s) (ver tabla 29)

La fuerza de tracción necesaria para utilizar los aperos de labranza se calcula del siguiente modo:

$$T = S * \mu$$

Donde:

T: esfuerzo de tracción (N)

S: superficie de labor (m²)

μ : coeficiente de labranza (N/m²)

La sección de labor se calcula con la siguiente fórmula:

$$S = a * p$$

Donde:

S: superficie de labor (m²)

a: ancho de trabajo (m)

p: profundidad de trabajo (m)

Aplicando las fórmulas se obtiene:

$$S = 3m * 0.15m = 0.45 m^2$$

El coeficiente de labranza para suelos franco-arenosos, según estándares tabulados, es de 30000 N/m². Aplicando la fórmula anterior se obtiene:

$$T = 0.45 m^2 * 30000 N/m^2 = 13500 N$$

Si el esfuerzo de tracción es de 13500 N, entonces la potencia a la barra es:

$$Nb = 13500 N * 1.94 \frac{m}{s} * 10^{-3} = 26.25 kW$$

La potencia a la barra del cultivador es de 26.25 kW

En segundo lugar, la potencia de rodadura se calcula según la siguiente ecuación:

$$Nr = Rr * v * \frac{9.806215 * 10^{-3} kW}{1 kg * \frac{m}{s}}$$

Donde:

Nr: potencia de rodadura (kW)

Rr: resistencia a la rodadura (kg)

v: velocidad de trabajo (m/s)

Se considera resistencia a la rodadura a la principal fuerza que se opone al movimiento de un equipo sobre una superficie plana. Este factor es proporcional al peso total del vehículo. Se determina mediante la siguiente fórmula:

$$Rr = W * fR$$

Donde:

Rr: resistencia a la rodadura (kg)

W: peso del vehículo sobre las ruedas (kg)

fR: coeficiente de resistencia a la rodadura

El coeficiente de rodadura para los suelos franco-arenosos es de 0.06 a 0.10, por lo que se va a escoger in coeficiente intermedio de 0.08. Aplicando este coeficiente, junto con el peso del tractor, se obtiene:

$$Rr = 7200 kg * 0.08 = 576 kg$$

La resistencia a la rodadura del cultivador es de 576 kg. Por lo que, la potencia de rodadura será:

$$N_r = 576 \text{ kg} * 1.94 \frac{\text{m}}{\text{s}} * \frac{9.806215 * 10^{-3} \text{ kW}}{1 \text{ kg} * \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 10.96 \text{ kW}$$

La potencia de rodadura del cultivador es de 10.96 kW. Se va a establecer un margen de seguridad para evitar que el tractor trabaje en condiciones de régimen máximo, para ello, se va a mayorar en un 20%.

$$Prequerida = (26.25 \text{ kW} + 10.96 \text{ kW}) * 1.20 = 44.65 \text{ kW}$$

Del mismo modo, se va a calcular la potencia del resto de aperos utilizados en la plantación, pulverizador hidráulico, pulverizador neumático, segadora, abonadora y trituradora de restos de poda.

En la tabla 29, se muestran los datos de velocidad, anchura y eficiencia de cada apero, así como el resultado de la potencia requerida obtenida mediante las fórmulas anteriores.

Tabla 28. Resumen de las características y potencia requerida de cada apero.

Maquinaria	Peso (kg)	Ancho (m)	Velocidad (km/h)	Eficiencia	Superficie (ha)	Potencia requerida (kW)
Cultivador	7200	3	7	0.75	4.5	44.65
Pulverizador hidráulico	7200+800	4	4	0.55	4.5	60,67
Abonadora	7200+600	12	6	0.85	4.5	88,73
Trituradora	7200+590	1.5	3	0.75	4.5	44,31
Segadora	7200+350	3	6	0.75	4.5	85,88

La potencia requerida por el pulverizador hidráulico es de 60.57 kW, de la abonadora 88.73 kW, de la trituradora 44.34 kW y de la segadora de 85.88 kW.

El apero que mayor potencia requiere es la abonadora, 88.73 kW (118 CV), como la potencia del motor del tractor va a ser de 165 CV, es suficiente para utilizar todos los aperos que se van a emplear.

2.1.3. Consumo de carburante

El consumo horario del carburante se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Consumo \text{ gasoil} = 1.34 \frac{L}{kW} * h * potencia \text{ de la labor}$$

El consumo total se calcula multiplicando la potencia de cada labor por el número de horas necesario para realizarla y por el consumo específico horario del tractor. En la tabla 30, se muestran los resultados del consumo de gasoil.

Tabla 29. Consumo de carburante.

Labor	h/ha	Potencia labor (kW)	Consumo Gasoil (L/ha)
Pase del cultivador	0.60	44.65	35.90
Tratamientos herbicidas/fitosanitarios	0.70	60.67	56.91
Abonado	0.50	88.73	59.45
Triturado	1.20	44.31	71.25
Segado	0.80	85.88	92.06

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:

$$\text{Consumo lubricantes} = 0.00059 * \text{potencia (kW)} + 0.02169$$

Se estima el valor del consumo de lubricantes mediante los datos obtenidos anteriormente de la potencia empleada en cada labor y el consumo de carburante. En la tabla 31, se muestra el consumo de lubricantes.

Tabla 30. Consumo de lubricantes.

Labor	Potencia labor (kW)	Consumo lubricantes (L/ha)
Pase del cultivador	44.65	0.048
Tratamientos herbicidas/fitosanitarios	60.67	0.057
Abonado	88.73	0.074
Triturado	44.31	0.048
Segado	85.88	0.072

2.2. Coste horario de utilización de la maquinaria

2.2.1. Costes de las labores alquiladas

Subsolador cruzado

La actividad de subsolador se va a realizar a través de una empresa externa, que aporta el tractor, el arado y la mano de obra. El coste de la operación va a ser de 140 €/ha.

Plantación

La operación de plantación incluye la apertura del surco, la colocación de los plantones y el cierre del surco mediante máquinas plantadoras. La labor se va a realizar mediante una empresa de servicios especializada, el precio de la labor es de 0.40 € por plantón.

Recolección

La recolección se va a contratar a una empresa de servicios que aportará la vendimiadora, la mano de obra y los gastos de mantenimiento de la máquina. Esta labor asciende a un precio de 250 €/ha.

2.2.2. Costes de la maquinaria propia

En la tabla 32, aparece el cálculo de costes de la maquinaria propia y adquirida. Se considera un precio del gasóleo agrícola bonificado (Gasóleo B) de 1.18 €/L y del lubricante clase 10W40 de 4.98 €/L con IVA incluido.

Tabla 31. Costes de la maquinaria propia y adquirida.

	Maquin.	Ud.	Abono	Cultiv.	Pulv.	Atom.	Trit.	Rem.
Datos de partida	Horas de trabajo	h/año	20	84	115	196	119	121
	Vida útil	Años	15	15	15	10	15	15
	Valor residual	€	900	1000	1200	2500	2000	2500
	Precio de adquisición	€	3000	5000	4000	10000	10000	9000
	Amortización	€/año	140	266.67	186.67	750	533.33	433.33

2.3. Mano de obra

2.3.1. Introducción

La mano de obra representa una parte 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 obran han disminuido, lo que se traduce en una reducción importante de los gastos. La mecanización empleada consiste en la utilización de sistemas de riego por goteo, el empleo de un sistema de fertirrigación para realizar los aportes minerales, los tratamientos fitosanitarios con equipos especiales o la recolección mecanizada.

Las épocas donde las necesidades de mano de obran aumentan son durante la poda y la recolección. Durante el resto del año la plantación puede llevarse a cabo con una sola persona.

2.3.2. Mano de obra fija

Consiste en una única persona, en este caso será el promotor de la plantación el que se deberá hacer cargo de todas y cada una de las labores de campo que sean necesarias. Sus principales funciones son las de organizar y distribuir todas las labores que se lleven a cabo, manejar y responsabilizarse de la maquinaria, programar y dosificar el riego por goteo, establecer los momentos y fechas adecuados para la realización de los diferentes tratamientos fitosanitarios y la recolección, así como, encargarse de contratar mano de obra eventual para las épocas en las que se precise.

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. Se dividen en dos categorías:

- Peón especializado: es mano de obra contratada para unas labores específicas, las cuales requieren de ciertos conocimientos o experiencia. Como peones especializados será necesario contratar a tractoristas y podadores.
- Peón no especializado: es mano de obra contratada para actividades de carácter general dentro de la plantación. No requieren de ningún tipo de cualificación especial. Se encargan de la carga y descarga de camiones, ayuda en la plantación de los árboles, limpieza de las ramas podadas y ayuda en la recolección.

3. Cuadros del proceso productivo

Tabla 32. Definición de las necesidades del año 1.

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las cantidades			Resumen de necesidades
Actividades		Época	Maquinaria	Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (4.5 ha)
N.º	Actividad				Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
1	Instalación sistema de riego	Septiembre	Labor contratada	Extensión de los ramales portagotos, enrollados en las cabeceras de las líneas de plantación.	-	-	-	-
2	Subsolador cruzado	Febrero	Tractor 165 CV+ subsolador	Profundidad de 60 cm.	-	-	-	-
3	Pases de cultivador	Octubre Abril Junio	Tractor 165 CV+ cultivador	2 pases en cada época cruzados de cultivador a 20 cm.	-	-	-	-
4	Replanteo y marcado	Marzo	Jalones y cuerda	Replanteo y marcado de las calles y líneas de cultivo	-	-	-	-

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las cantidades			Resumen de necesidades
Actividades		Época	Maquinaria	Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (4.5 ha)
N.º	Actividad				Nombre	Unidad	Coficiente técnico	
5	Recepción y preparación de la planta	Marzo	Operario	Revisión de los plantones	Plantones de Kerman sobre UCB1	Unidad	-	1274
					Plantones de Peter sobre UCB1, el 7% de Kerman	Unidad	-	90
6	Plantación	Abril	Tractor 165 CV + equipo de plantación	Plantación de los árboles, a una distancia de 6 m.	-	-	-	-
7	Riego de plantación	Abril	Sistema de riego por goteo	Realización del riego de plantación	Agua	m ³ /ha	1.30	5.85
8	Revisión general	Abril	Tractor 165 CV	Comprobar el estado de los plantones	-	-	-	-
9	Herbicida	Mediados de marzo	Tractor 165 CV + pulverizador hidráulico	Aplicación de glifosato en las líneas de los árboles	Glifosato 36%	L/ha	4	18

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las cantidades			Resumen de necesidades
Actividades		Época	Maquinaria	Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (4.5 ha)
N.º	Actividad				Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
10	Tratamiento fungicida	Mediados de marzo	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento contra la botriosfera, alternaria	Metil-tiofanato 50%	L/ha	1	4.5
11	Colocación de protectores	Principios de abril	Tractor 165 CV + remolque	Colocación de los protectores de tronco	Protectores	Unidad	1400	1400
12	Entutorado	Principios de abril	Tractor 165 CV + remolque	Colocación de los tutores y atado de los árboles	Tutores	Unidad	1400	1400
13	Tratamiento insecticida	Mediados de abril	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra ácaros	Aceite de parafina 83%	%	0.75	3.38
14	Tratamiento insecticida	Mediados de abril	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra chinches, clietra	Lambda cihalotrin 5%	L/ha	1.10	4.95
15	Tratamiento insecticida	Mediados de abril	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra escarabajo de raíz	Metiocarb	L/ha	2.5	11.25

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las cantidades			Resumen de necesidades
Actividades		Época	Maquinaria	Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (4.5 ha)
N.º	Actividad				Nombre	Unidad	Coficiente técnico	
16	Riego de mayo	Mayo	Sistema de riego por goteo	Riego diario de 19.66 L/día*árbol	Agua	m³/ha	19.66	88.47
17	Herbicida	Mediados de mayo	Tractor 165 CV + pulverizador hidráulico	Aplicación de glifosato en las líneas de los árboles	Glifosato 36%	L/ha	4	18
18	Tratamiento insecticida	Finales de mayo	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra cochinillas	Piriproxifen	L/ha	0.65	2.93
19	Reposición de marras	Finales de mayo	Tractor 165 CV + remolque	Reposición de los árboles no prendidos	Plantones de Kerman sobre UCB1	Unidad	30%	130
					Plantones de Peter sobre UCB1, el 7% de Kerman	Unidad	30%	30
20	Siega	Principios de junio	Segadora	Siega de la cubierta vegetal	-	-	-	-

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las cantidades			Resumen de necesidades
Actividades		Época	Maquinaria	Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (4.5 ha)
N.º	Actividad				Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
21	Riego de junio	Junio	Sistema de riego por goteo	Riego diario de 36.68 L/día*árbol	Agua	m³/ha	36.68	165.06
22	Herbicida	Mediados de junio	Tractor 165 CV + pulverizador hidráulico	Aplicación de glifosato en las líneas de los árboles	Glifosato 36%	L/ha	4	18
23	Riego julio	Julio	Sistema de riego por goteo	Riego diario de 43.86 L/día*árbol	Agua	m³/ha	43.86	197.37
24	Tratamiento insecticida	Mediados de julio	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra polillas	Deltametrin	L/ha	0.9	4.05
25	Tratamiento fungicida	Mediados de julio	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento contra la septoria	Azoxistrobin	L/ha	0.75	3.75
26	Riego de agosto	Agosto	Sistema de riego por goteo	Riego diario de 37.06 L/día*árbol	Agua	m³/ha	37.06	166.77
27	Riego se septiembre	Septiembre	Sistema de riego por goteo	Riego diario de 24.96 L/día*árbol	Agua	m³/ha	24.96	112.32

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las cantidades			Resumen de necesidades
Actividades		Época	Maquinaria	Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (4.5 ha)
N.º	Actividad				Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
28	Siega	Mediados de septiembre	Segadora	Siega de la cubierta vegetal				
29	Herbicida	Finales de septiembre	Tractor 165 CV + pulverizador hidráulico	Aplicación de glifosato en las líneas de los árboles	Glifosato 36%	L/ha	4	18
30	Tratamiento fungicida	Mediados de octubre	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento contra la armillaria	Metam sodio	L/ha	1.5	6.75
31	Poda de invierno	Principios de febrero	Tijeras de poda	Eliminar todas las ramas excepto la guía	-	-	-	-

Tabla 33. Definición de las necesidades del año 2.

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las cantidades			Resumen de necesidades
Actividades		Época	Maquinaria	Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (4.5 ha)
N.º	Actividad				Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
1	Siega	Principios de marzo	Segadora	Siega de la cubierta vegetal	-	-	-	-
2	Tratamiento insecticida	Principios de marzo	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra ácaros	Aceite de parafina 83%	%	0.75	3.38
3	Herbicida	Mediados de marzo	Tractor 165 CV + pulverizador hidráulico	Aplicación de glifosato en las líneas de los árboles	Glifosato 36%	L/ha	4	18
4	Tratamiento fungicida	Mediados de marzo	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento contra la botriosfera, alternaria	Metil-tiofanato 50%	L/ha	1	4.5
5	Tratamiento insecticida	Mediados de abril	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra ácaros	Aceite de parafina 83%	%	0.75	3.38
6	Tratamiento insecticida	Mediados de abril	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra chinches, clitra	Lambda cihalotrin 5%	L/ha	1.10	4.95

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las cantidades			Resumen de necesidades
Actividades		Época	Maquinaria	Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (4.5 ha)
N.º	Actividad				Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
7	Tratamiento insecticida	Mediados de abril	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra escarabajo de raíz	Metiocarb	L/ha	2.5	11.25
8	Poda en verde	Mediados de mayo	Tijeras de poda	Se eliminarán las ramas comprendidas en un tramo entre los 15-120 cm	-	-	-	-
9	Riego de mayo	Mayo	Sistema de riego por goteo	Riego diario de 26.22 L/día*árbol	Agua	m³/ha	26.22	117.99
10	Herbicida	Mediados de mayo	Tractor 165 CV + pulverizador hidráulico	Aplicación de glifosato en las líneas de los árboles	Glifosato 36%	L/ha	4	18
11	Tratamiento insecticida	Finales de mayo	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra cochinillas	Piriproxifen	L/ha	0.65	2.93
12	Siega	Principios de junio	Segadora	Siega de la cubierta vegetal	-	-	-	-
13	Riego de junio	Junio	Sistema de riego por goteo	Riego diario de 48.91 L/día*árbol	Agua	m³/ha	48.91	220.01

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las cantidades			Resumen de necesidades
Actividades		Época	Maquinaria	Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (4.5 ha)
N.º	Actividad				Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
14	Herbicida	Mediados de junio	Tractor 165 CV + pulverizador hidráulico	Aplicación de glifosato en las líneas de los árboles	Glifosato 36%	L/ha	4	18
15	Riego julio	Julio	Sistema de riego por goteo	Riego diario de 58.49 L/día*árbol	Agua	m³/ha	58.49	263.21
16	Tratamiento insecticida	Mediados de julio	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra polillas	Deltametrin	L/ha	0.9	4.05
17	Tratamiento fungicida	Mediados de julio	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento contra la septoria	Azoxistrobin	L/ha	0.75	3.75
18	Riego de agosto	Agosto	Sistema de riego por goteo	Riego diario de 37.06 L/día*árbol	Agua	m³/ha	37.06	166.77
19	Riego se septiembre	Septiembre	Sistema de riego por goteo	Riego diario de 24.96 L/día*árbol	Agua	m³/ha	24.96	112.32

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las cantidades			Resumen de necesidades
Actividades		Época	Maquinaria	Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (4.5 ha)
N.º	Actividad				Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
20	Siega	Mediados de septiembre	Segadora	Siega de la cubierta vegetal	-	-	-	-
21	Herbicida	Finales de septiembre	Tractor 165 CV + pulverizador hidráulico	Aplicación de glifosato en las líneas de los árboles	Glifosato 36%	L/ha	4	18
22	Tratamiento fungicida	Mediados de octubre	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento contra la armillaria	Metam sodio	L/ha	1.5	6.75
23	Poda de invierno	Principios de febrero	Tijeras de poda	Se escogen las tres ramas principales del segundo piso, se eliminan ramas laterales	-	-	-	-

Tabla 34. Definición de las necesidades del año 3.

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las cantidades			Resumen de necesidades
Actividades		Época	Maquinaria	Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (4.5 ha)
N.º	Actividad				Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
1	Siega	Principios de marzo	Segadora	Siega de la cubierta vegetal	-	-	-	-
2	Tratamiento insecticida	Principios de marzo	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra ácaros	Aceite de parafina 83%	%	0.75	3.38
3	Herbicida	Mediados de marzo	Tractor 165 CV + pulverizador hidráulico	Aplicación de glifosato en las líneas de los árboles	Glifosato 36%	L/ha	4	18
4	Tratamiento fungicida	Mediados de marzo	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento contra la botriosfera, alternaria	Metil-tiofanato 50%	L/ha	1	4.5
5	Tratamiento insecticida	Mediados de abril	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra ácaros	Aceite de parafina 83%	%	0.75	3.38
6	Tratamiento insecticida	Mediados de abril	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra chinches, clitra	Lambda cihalotrin 5%	L/ha	1.10	4.95

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las cantidades			Resumen de necesidades
Actividades		Época	Maquinaria	Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (4.5 ha)
N.º	Actividad				Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
7	Tratamiento insecticida	Mediados de abril	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra escarabajo de raíz	Metiocarb	L/ha	2.5	11.25
8	Poda en verde	Mediados de mayo	Tijeras de poda	Se despuntan ramas mayores a 40-60 cm	-	-	-	-
9	Riego de mayo	Mayo	Sistema de riego por goteo	Riego diario de 32.78 L/día*árbol	Agua	m³/ha	32.78	147.51
10	Herbicida	Mediados de mayo	Tractor 165 CV + pulverizador hidráulico	Aplicación de glifosato en las líneas de los árboles	Glifosato 36%	L/ha	4	18
11	Tratamiento insecticida	Finales de mayo	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra cochinillas	Piriproxifen	L/ha	0.65	2.93
12	Siega	Principios de junio	Segadora	Siega de la cubierta vegetal	-	-	-	-
13	Riego de junio	Junio	Sistema de riego por goteo	Riego diario de 61.14 L/día*árbol	Agua	m³/ha	61.14	275.13

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las cantidades			Resumen de necesidades
Actividades		Época	Maquinaria	Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (4.5 ha)
N.º	Actividad				Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
14	Herbicida	Mediados de junio	Tractor 165 CV + pulverizador hidráulico	Aplicación de glifosato en las líneas de los árboles	Glifosato 36%	L/ha	4	18
15	Riego julio	Julio	Sistema de riego por goteo	Riego diario de 73.11 L/día*árbol	Agua	m³/ha	73.11	329
16	Tratamiento insecticida	Mediados de julio	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra polillas	Deltametrin	L/ha	0.9	4.05
17	Tratamiento fungicida	Mediados de julio	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento contra la septoria	Azoxistrobin	L/ha	0.75	3.75
18	Riego de agosto	Agosto	Sistema de riego por goteo	Riego diario de 61.77 L/día*árbol	Agua	m³/ha	61.77	277.97
19	Riego se septiembre	Septiembre	Sistema de riego por goteo	Riego diario de 41.60 L/día*árbol	Agua	m³/ha	41.60	187.20

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las cantidades			Resumen de necesidades
Actividades		Época	Maquinaria	Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (4.5 ha)
N.º	Actividad				Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
20	Siega	Mediados de septiembre	Segadora	Siega de la cubierta vegetal	-	-	-	-
21	Herbicida	Finales de septiembre	Tractor 165 CV + pulverizador hidráulico	Aplicación de glifosato en las líneas de los árboles	Glifosato 36%	L/ha	4	18
22	Tratamiento fungicida	Mediados de octubre	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento contra la armillaria	Metam sodio	L/ha	1.5	6.75
23	Poda de invierno	Principios de febrero	Tijeras de poda	Se elige una de las ramas laterales de cada rama principal para formar el siguiente piso	-	-	-	-

Tabla 35. Definición de las necesidades del año 4.

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las cantidades			Resumen de necesidades
Actividades		Época	Maquinaria	Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (4.5 ha)
N.º	Actividad				Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
1	Siega	Principios de marzo	Segadora	Siega de la cubierta vegetal	-	-	-	-
2	Tratamiento insecticida	Principios de marzo	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra ácaros	Aceite de parafina 83%	%	0.75	3.38
3	Herbicida	Mediados de marzo	Tractor 165 CV + pulverizador hidráulico	Aplicación de glifosato en las líneas de los árboles	Glifosato 36%	L/ha	4	18
4	Tratamiento fungicida	Mediados de marzo	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento contra la botriosfera, alternaria	Metil-tiofanato 50%	L/ha	1	4.50
5	Fertilización orgánica	Principios abril	Sistema de riego	Abonado mineral mediante fertirrigación	Ácido húmico 81%	Kg/ha	45	202.50
6	Tratamiento insecticida	Mediados de abril	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra ácaros	Aceite de parafina 83%	%	0.75	3.38

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las cantidades			Resumen de necesidades
Actividades		Época	Maquinaria	Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (4.5 ha)
N.º	Actividad				Nombre	Unidad	Coficiente técnico	
7	Tratamiento insecticida	Mediados de abril	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra chinches, clitra	Lambda cihalotrin 5%	L/ha	1.10	4.95
8	Tratamiento insecticida	Mediados de abril	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra escarabajo de raíz	Metiocarb	L/ha	2.5	11.25
9	Poda en verde	Mediados de mayo	Tijeras de poda	Se despuntan ramas mayores a 40-60 cm	-	-	-	-
10	Riego de mayo	Mayo	Sistema de riego por goteo	Riego diario de 39.33 L/día*árbol	Agua	m ³ /ha	39.33	176.99
11	Fertilización mineral	Principios mayo	Sistema de riego	Abonado mineral mediante fertiirrigación	N-32	Kg/ha	53.7	241.18
					P-52		2	8.98
					K-32		33.1	148.66
12	Herbicida	Mediados de mayo	Tractor 165 CV + pulverizador hidráulico	Aplicación de glifosato en las líneas de los árboles	Glifosato 36%	L/ha	4	18

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las cantidades			Resumen de necesidades
Actividades		Época	Maquinaria	Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (4.5 ha)
N.º	Actividad				Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
13	Tratamiento insecticida	Finales de mayo	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra cochinillas	Piriproxifen	L/ha	0.65	2.93
14	Siega	Principios de junio	Segadora	Siega de la cubierta vegetal	-	-	-	-
15	Riego de junio	Junio	Sistema de riego por goteo	Riego diario de 73.36 L/día*árbol	Agua	m³/ha	73.36	330.12
16	Fertilización mineral	Principios junio	Sistema de riego	Abonado mineral mediante fertirrigación	N-32	Kg/ha	53.7	241.18
					P-52		2	8.98
					K-32		33.1	148.66
17	Herbicida	Mediados de junio	Tractor 165 CV + pulverizador hidráulico	Aplicación de glifosato en las líneas de los árboles	Glifosato 36%	L/ha	4	18
18	Riego julio	Julio	Sistema de riego por goteo	Riego diario de 87.73 L/día*árbol	Agua	m³/ha	87.73	394.79
19	Fertilización mineral	Principios julio	Sistema de riego	Abonado mineral mediante fertirrigación	N-32	Kg/ha	24.1	108.45
					P-52		6.3	28.35
					K-32		13.7	61.65

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las cantidades			Resumen de necesidades
Actividades		Época	Maquinaria	Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (4.5 ha)
N.º	Actividad				Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
20	Tratamiento insecticida	Mediados de julio	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra polillas	Deltametrin	L/ha	0.9	4.05
21	Tratamiento fungicida	Mediados de julio	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento contra la septoria	Azoxistrobin	L/ha	0.75	3.75
22	Riego de agosto	Agosto	Sistema de riego por goteo	Riego diario de 74.12 L/día*árbol	Agua	m³/ha	74.12	333.54
23	Fertilización mineral	Principios agosto	Sistema de riego	Abonado mineral mediante fertirrigación	N-32	Kg/ha	24.1	108.45
					P-52		6.3	28.35
					K-32		13.7	61.65
24	Riego se septiembre	Septiembre	Sistema de riego por goteo	Riego diario de 49.91 L/día*árbol	Agua	m3/ha	49.91	224.60
25	Fertilización mineral	Principios septiembre	Sistema de riego	Abonado mineral mediante fertirrigación	N-32	Kg/ha	24.1	108.45
					P-52		6.3	28.35
					K-32		13.7	61.65

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las cantidades			Resumen de necesidades
Actividades		Época	Maquinaria	Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (4.5 ha)
N.º	Actividad				Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
26	Siega	Mediados de septiembre	Segadora	Siega de la cubierta vegetal	-	-	-	-
27	Herbicida	Finales de septiembre	Tractor 165 CV + pulverizador hidráulico	Aplicación de glifosato en las líneas de los árboles	Glifosato 36%	L/ha	4	18
28	Tratamiento fungicida	Mediados de octubre	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento contra la armillaria	Metam sodio	L/ha	1.5	6.75
29	Poda de invierno	Principios de febrero	Tijeras de poda	Pinzamiento de la segunda prolongación de ramas principales	-	-	-	-

Tabla 36. Definición de las necesidades del año 5.

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las cantidades			Resumen de necesidades
Actividades		Época	Maquinaria	Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (4.5 ha)
N.º	Actividad				Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
1	Siega	Principios de marzo	Segadora	Siega de la cubierta vegetal	-	-	-	-
2	Tratamiento insecticida	Principios de marzo	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra ácaros	Aceite de parafina 83%	%	0.75	3.38
3	Herbicida	Mediados de marzo	Tractor 165 CV + pulverizador hidráulico	Aplicación de glifosato en las líneas de los árboles	Glifosato 36%	L/ha	4	18
4	Tratamiento fungicida	Mediados de marzo	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento contra la botriosfera. alternaria	Metil-tiofanato 50%	L/ha	1	4.50
5	Fertilización orgánica	Principios abril	Sistema de riego	Abonado mineral mediante fertirrigación	Ácido húmico 81%	Kg/ha	45	202.50
6	Tratamiento insecticida	Mediados de abril	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra ácaros	Aceite de parafina 83%	%	0.75	3.38

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las cantidades			Resumen de necesidades
Actividades		Época	Maquinaria	Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (4.5 ha)
N.º	Actividad				Nombre	Unidad	Coficiente técnico	
7	Tratamiento insecticida	Mediados de abril	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra chinches, clitra	Lambda cihalotrin 5%	L/ha	1.10	4.95
8	Tratamiento insecticida	Mediados de abril	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra escarabajo de raíz	Metiocarb	L/ha	2.5	11.25
9	Poda en verde	Mediados de mayo	Tijeras de poda	Se despuntan ramas mayores a 40-60 cm	-	-	-	-
10	Riego de mayo	Mayo	Sistema de riego por goteo	Riego diario de 45.89 L/día*árbol	Agua	m ³ /ha	45.89	206.51
11	Fertilización mineral	Principios mayo	Sistema de riego	Abonado mineral mediante fertirrigación	N-32	Kg/ha	92.2	414.90
					P-52		2.1	9.45
					K-32		48.1	216.45
12	Herbicida	Mediados de mayo	Tractor 165 CV + pulverizador hidráulico	Aplicación de glifosato en las líneas de los árboles	Glifosato 36%	L/ha	4	18

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las cantidades			Resumen de necesidades
Actividades		Época	Maquinaria	Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (4.5 ha)
N.º	Actividad				Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
13	Tratamiento insecticida	Finales de mayo	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra cochinillas	Piriproxifen	L/ha	0.65	2.93
14	Siega	Principios de junio	Segadora	Siega de la cubierta vegetal	-	-	-	-
15	Riego de junio	Junio	Sistema de riego por goteo	Riego diario de 85.59 L/día*árbol	Agua	m³/ha	85.59	385.16
16	Fertilización mineral	Principios junio	Sistema de riego	Abonado mineral mediante fertiirrigación	N-32	Kg/ha	92.2	414.90
					P-52		2.1	9.45
					K-32		48.1	216.45
17	Herbicida	Mediados de junio	Tractor 165 CV + pulverizador hidráulico	Aplicación de glifosato en las líneas de los árboles	Glifosato 36%	L/ha	4	18
18	Riego julio	Julio	Sistema de riego por goteo	Riego diario de 102.35 L/día*árbol	Agua	m³/ha	102.35	460.58
19	Fertilización mineral	Principios julio	Sistema de riego	Abonado mineral mediante fertiirrigación	N-32	Kg/ha	36.9	166.05
					P-52		7.5	33.75
					K-32		20	90.00

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las cantidades			Resumen de necesidades
Actividades		Época	Maquinaria	Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (4.5 ha)
N.º	Actividad				Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
20	Tratamiento insecticida	Mediados de julio	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra polillas	Deltametrin	L/ha	0.9	4.05
21	Tratamiento fungicida	Mediados de julio	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento contra la septoria	Azoxistrobin	L/ha	0.75	3.75
22	Riego de agosto	Agosto	Sistema de riego por goteo	Riego diario de 86.47 L/día*árbol	Agua	m3/ha	86.47	389.12
23	Fertilización mineral	Principios agosto	Sistema de riego	Abonado mineral mediante fertirrigación	N-32	Kg/ha	36.9	166.05
					P-52		7.5	33.75
					K-32		20	90.00
24	Riego se septiembre	Septiembre	Sistema de riego por goteo	Riego diario de 58.23 L/día*árbol	Agua	m3/ha	58.23	262.04
25	Fertilización mineral	Principios septiembre	Sistema de riego	Abonado mineral mediante fertirrigación	N-32	Kg/ha	36.9	166.05
					P-52		7.5	33.75
					K-32		20	90.00

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las cantidades			Resumen de necesidades
Actividades		Época	Maquinaria	Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (4.5 ha)
N.º	Actividad				Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
26	Siega	Mediados de septiembre	Segadora	Siega de la cubierta vegetal	-	-	-	-
27	Herbicida	Finales de septiembre	Tractor 165 CV + pulverizador hidráulico	Aplicación de glifosato en las líneas de los árboles	Glifosato 36%	L/ha	4	18
28	Tratamiento fungicida	Mediados de octubre	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento contra la armillaria	Metam sodio	L/ha	1.5	6.75
29	Poda de invierno	Principios de febrero	Tijeras de poda	Pinzamiento de la segunda prolongación de ramas principales	-	-	-	-

Tabla 37. Definición de las necesidades del año 6.

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las cantidades			Resumen de necesidades
Actividades		Época	Maquinaria	Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (4.5 ha)
N.º	Actividad				Nombre	Unidad	Coficiente técnico	
1	Siega	Principios de marzo	Segadora	Siega de la cubierta vegetal	-	-	-	-
2	Tratamiento insecticida	Principios de marzo	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra ácaros	Aceite de parafina 83%	%	0.75	3.38
3	Herbicida	Mediados de marzo	Tractor 165 CV + pulverizador hidráulico	Aplicación de glifosato en las líneas de los árboles	Glifosato 36%	L/ha	4	18
4	Tratamiento fungicida	Mediados de marzo	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento contra la botriosfera, alternaria	Metil-tiofanato 50%	L/ha	1	4.50
5	Fertilización orgánica	Principios abril	Sistema de riego	Abonado mineral mediante fertirrigación	Ácido húmico 81%	Kg/ha	45	202.50
6	Tratamiento insecticida	Mediados de abril	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra ácaros	Aceite de parafina 83%	%	0.75	3.38

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las cantidades			Resumen de necesidades
Actividades		Época	Maquinaria	Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (4.5 ha)
N.º	Actividad				Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
7	Tratamiento insecticida	Mediados de abril	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra chinches, clitra	Lambda cihalotrin 5%	L/ha	1.10	4.95
8	Tratamiento insecticida	Mediados de abril	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra escarabajo de raíz	Metiocarb	L/ha	2.5	11.25
9	Poda en verde	Mediados de mayo	Tijeras de poda	Se despuntan ramas mayores a 40-60 cm	-	-	-	-
10	Riego de mayo	Mayo	Sistema de riego por goteo	Riego diario de 52.44 L/día*árbol	Agua	m³/ha	52.44	235.98
11	Fertilización mineral	Principios mayo	Sistema de riego	Abonado mineral mediante fertirrigación	N-32	Kg/ha	125	562.50
					P-52		2.5	11.25
					K-32		62.5	281.25
12	Herbicida	Mediados de mayo	Tractor 165 CV + pulverizador hidráulico	Aplicación de glifosato en las líneas de los árboles	Glifosato 36%	L/ha	4	18
13	Tratamiento insecticida	Finales de mayo	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra cochinillas	Piriproxifen	L/ha	0.65	2.93

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las cantidades			Resumen de necesidades
Actividades		Época	Maquinaria	Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (4.5 ha)
N.º	Actividad				Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
14	Siega	Principios de junio	Segadora	Siega de la cubierta vegetal	-	-	-	-
15	Riego de junio	Junio	Sistema de riego por goteo	Riego diario de 97.82 L/día*árbol	Agua	m3/ha	97.82	440.19
16	Fertilización mineral	Principios junio	Sistema de riego	Abonado mineral mediante fertirrigación	N-32	Kg/ha	125	562.50
					P-52		2.5	11.25
					K-32		62.5	281.25
17	Herbicida	Mediados de junio	Tractor 165 CV + pulverizador hidráulico	Aplicación de glifosato en las líneas de los árboles	Glifosato 36%	L/ha	4	18
18	Riego julio	Julio	Sistema de riego por goteo	Riego diario de 116.98 L/día*árbol	Agua	m3/ha	116.98	526.41
19	Fertilización mineral	Principios julio	Sistema de riego	Abonado mineral mediante fertirrigación	N-32	Kg/ha	50	225.00
					P-52		8.4	37.80
					K-32		25.9	116.55
20	Tratamiento insecticida	Mediados de julio	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra polillas	Deltametrin	L/ha	0.9	4.05
21	Tratamiento fungicida	Mediados de julio	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento contra la septoria	Azoxistrobin	L/ha	0.75	3.75
22	Riego de agosto	Agosto	Sistema de riego por goteo	Riego diario de 98.82 L/día*árbol	Agua	m3/ha	98.82	444.69

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las cantidades			Resumen de necesidades
Actividades		Época	Maquinaria	Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (4.5 ha)
N.º	Actividad				Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
23	Fertilización mineral	Principios agosto	Sistema de riego	Abonado mineral mediante fertirrigación	N-32	Kg/ha	50	225.00
					P-52		8.4	37.80
					K-32		25.9	116.55
24	Riego se septiembre	Septiembre	Sistema de riego por goteo	Riego diario de 66.55 L/día*árbol	Agua	m3/ha	66.55	299.48
25	Fertilización mineral	Principios septiembre	Sistema de riego	Abonado mineral mediante fertirrigación	N-32	Kg/ha	50	225.00
					P-52		8.4	37.80
					K-32		25.9	116.55
26	Siega	Mediados de septiembre	Segadora	Siega de la cubierta vegetal	-	-	-	-
27	Herbicida	Finales de septiembre	Tractor 165 CV + pulverizador hidráulico	Aplicación de glifosato en las líneas de los árboles	Glifosato 36%	L/ha	4	18
28	Tratamiento fungicida	Mediados de octubre	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento contra la armillaria	Metam sodio	L/ha	1.5	6.75
29	Poda de invierno	Principios de febrero	Tijeras de poda	Se cortan las últimas prolongaciones y se eligen las ramas que formaran los terceros.	-	-	-	-

Tabla 38. Definición de las necesidades del año 7.

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las cantidades			Resumen de necesidades
Actividades		Época	Maquinaria	Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (4.5 ha)
N.º	Actividad				Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
1	Siega	Principios de marzo	Segadora	Siega de la cubierta vegetal	-	-	-	-
2	Tratamiento insecticida	Principios de marzo	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra ácaros	Aceite de parafina 83%	%	0.75	3.38
3	Herbicida	Mediados de marzo	Tractor 165 CV + pulverizador hidráulico	Aplicación de glifosato en las líneas de los árboles	Glifosato 36%	L/ha	4	18
4	Tratamiento fungicida	Mediados de marzo	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento contra la botriosfera, alternaria	Metil-tiofanato 50%	L/ha	1	4.50
5	Fertilización orgánica	Principios abril	Sistema de riego	Abonado mineral mediante fertirrigación	Ácido húmico 81%	Kg/ha	45	202.50
6	Tratamiento insecticida	Mediados de abril	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra ácaros	Aceite de parafina 83%	%	0.75	3.38

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las cantidades			Resumen de necesidades
Actividades		Época	Maquinaria	Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (4.5 ha)
N.º	Actividad				Nombre	Unidad	Coficiente técnico	
7	Tratamiento insecticida	Mediados de abril	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra chinches, clitra	Lambda cihalotrin 5%	L/ha	1.10	4.95
8	Tratamiento insecticida	Mediados de abril	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra escarabajo de raíz	Metiocarb	L/ha	2.5	11.25
9	Poda en verde	Mediados de mayo	Tijeras de poda	Se despuntan ramas mayores a 40-60 cm	-	-	-	-
10	Riego de mayo	Mayo	Sistema de riego por goteo	Riego diario de 58.99 L/día*árbol	Agua	m ³ /ha	58.99	265.46
11	Fertilización mineral	Principios mayo	Sistema de riego	Abonado mineral mediante fertirrigación	N-32	Kg/ha	156.8	705.60
					P-52		2.9	13.05
					K-32		76.9	346.05
12	Herbicida	Mediados de mayo	Tractor 165 CV + pulverizador hidráulico	Aplicación de glifosato en las líneas de los árboles	Glifosato 36%	L/ha	4	18
13	Tratamiento insecticida	Finales de mayo	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra cochinillas	Piriproxifen	L/ha	0.65	2.93

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las cantidades			Resumen de necesidades
Actividades		Época	Maquinaria	Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (4.5 ha)
N.º	Actividad				Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
14	Siega	Principios de junio	Segadora	Siega de la cubierta vegetal	-	-	-	-
15	Riego de junio	Junio	Sistema de riego por goteo	Riego diario de 110.04 L/día*árbol	Agua	m³/ha	110.04	495.18
16	Fertilización mineral	Principios junio	Sistema de riego	Abonado mineral mediante fertirrigación	N-32	Kg/ha	156.8	705.60
					P-52		2.9	13.05
					K-32		76.9	346.05
17	Herbicida	Mediados de junio	Tractor 165 CV + pulverizador hidráulico	Aplicación de glifosato en las líneas de los árboles	Glifosato 36%	L/ha	4	18
18	Riego julio	Julio	Sistema de riego por goteo	Riego diario de 131.60 L/día*árbol	Agua	m³/ha	131.60	592.20
19	Fertilización mineral	Principios julio	Sistema de riego	Abonado mineral mediante fertirrigación	N-32	Kg/ha	62.8	282.60
					P-52		9.8	44.10
					K-32		32.2	144.90
20	Tratamiento insecticida	Mediados de julio	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra polillas	Deltametrin	L/ha	0.9	4.05
21	Tratamiento fungicida	Mediados de julio	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento contra la septoria	Azoxistrobin	L/ha	0.75	3.75
22	Riego de agosto	Agosto	Sistema de riego por goteo	Riego diario de 111.18 L/día*árbol	Agua	m³/ha	111.18	500.31

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las cantidades			Resumen de necesidades
Actividades		Época	Maquinaria	Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (4.5 ha)
N.º	Actividad				Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
23	Fertilización mineral	Principios agosto	Sistema de riego	Abonado mineral mediante fertirrigación	N-32	Kg/ha	62.8	282.60
					P-52		9.8	44.10
					K-32		32.2	144.90
24	Riego se septiembre	Septiembre	Sistema de riego por goteo	Riego diario de 74.87 L/día*árbol	Agua	m³/ha	74.87	336.92
25	Fertilización mineral	Principios septiembre	Sistema de riego	Abonado mineral mediante fertirrigación	N-32	Kg/ha	62.8	282.60
					P-52		9.8	44.10
					K-32		32.2	144.90
26	Siega	Mediados de septiembre	Segadora	Siega de la cubierta vegetal	-	-	-	-
27	Herbicida	Finales de septiembre	Tractor 165 CV + pulverizador hidráulico	Aplicación de glifosato en las líneas de los árboles	Glifosato 36%	L/ha	4	18
28	Tratamiento fungicida	Mediados de octubre	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento contra la armillaria	Metam sodio	L/ha	1.5	6.75
29	Poda de invierno	Principios de febrero	Tijeras de poda	El árbol está totalmente formado. Eliminar ramas mal posicionadas.	-	-	-	-

Tabla 39. Definición de las necesidades del año 8 y siguientes.

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las cantidades			Resumen de necesidades
Actividades		Época	Maquinaria	Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (4.5 ha)
N.º	Actividad				Nombre	Unidad	Coficiente técnico	
1	Siega	Principios de marzo	Segadora	Siega de la cubierta vegetal	-	-	-	-
2	Tratamiento insecticida	Principios de marzo	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra ácaros	Aceite de parafina 83%	%	0.75	3.38
3	Herbicida	Mediados de marzo	Tractor 165 CV + pulverizador hidráulico	Aplicación de glifosato en las líneas de los árboles	Glifosato 36%	L/ha	4	18
4	Tratamiento fungicida	Mediados de marzo	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento contra la botriosfera, alternaria	Metil-tiofanato 50%	L/ha	1	4.50
5	Fertilización orgánica	Principios abril	Sistema de riego	Abonado mineral mediante fertirrigación	Ácido húmico 81%	Kg/ha	45	202.50
6	Tratamiento insecticida	Mediados de abril	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra ácaros	Aceite de parafina 83%	%	0.75	3.38

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las cantidades			Resumen de necesidades
Actividades		Época	Maquinaria	Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (4.5 ha)
N.º	Actividad				Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
7	Tratamiento insecticida	Mediados de abril	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra chinches, clitra	Lambda cihalotrin 5%	L/ha	1.10	4.95
8	Tratamiento insecticida	Mediados de abril	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra escarabajo de raíz	Metiocarb	L/ha	2.5	11.25
9	Poda en verde	Mediados de mayo	Tijeras de poda	Se despuntan ramas mayores a 40-60 cm	-	-	-	-
10	Riego de mayo	Mayo	Sistema de riego por goteo	Riego diario de 65.55 L/día*árbol	Agua	m³/ha	65.55	294.98
11	Fertilización mineral	Principios mayo	Sistema de riego	Abonado mineral mediante fertirrigación	N-32	Kg/ha	177.5	798.75
					P-52		3.1	13.95
					K-32		86.2	387.90
12	Herbicida	Mediados de mayo	Tractor 165 CV + pulverizador hidráulico	Aplicación de glifosato en las líneas de los árboles	Glifosato 36%	L/ha	4	18
13	Tratamiento insecticida	Finales de mayo	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra cochinillas	Piriproxifen	L/ha	0.65	2.93

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las cantidades			Resumen de necesidades
Actividades		Época	Maquinaria	Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (4.5 ha)
N.º	Actividad				Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
14	Siega	Principios de junio	Segadora	Siega de la cubierta vegetal	-	-	-	-
15	Riego de junio	Junio	Sistema de riego por goteo	Riego diario de 122.27 L/día*árbol	Agua	m3/ha	122.27	550.22
16	Fertilización mineral	Principios junio	Sistema de riego	Abonado mineral mediante fertirrigación	N-32	Kg/ha	177.5	798.75
					P-52		3.1	13.95
					K-32		86.2	387.90
17	Herbicida	Mediados de junio	Tractor 165 CV + pulverizador hidráulico	Aplicación de glifosato en las líneas de los árboles	Glifosato 36%	L/ha	4	18
18	Riego julio	Julio	Sistema de riego por goteo	Riego diario de 146.22 L/día*árbol	Agua	m3/ha	146.22	657.99
19	Fertilización mineral	Principios julio	Sistema de riego	Abonado mineral mediante fertirrigación	N-32	Kg/ha	70.9	319.05
					P-52		10.6	47.70
					K-32		35.9	161.55
20	Tratamiento insecticida	Mediados de julio	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento insecticida contra polillas	Deltametrin	L/ha	0.9	4.05
21	Tratamiento fungicida	Mediados de julio	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento contra la septoria	Azoxistrobin	L/ha	0.75	3.75
22	Riego de agosto	Agosto	Sistema de riego por goteo	Riego diario de 123.53 L/día*árbol	Agua	m3/ha	123.53	555.89

Especificaciones técnicas					Cuantificación de las cantidades			Resumen de necesidades
Actividades		Época	Maquinaria	Aclaraciones	Identificación			Cantidad total (4.5 ha)
N.º	Actividad				Nombre	Unidad	Coefficiente técnico	
23	Fertilización mineral	Principios agosto	Sistema de riego	Abonado mineral mediante fertirrigación	N-32	Kg/ha	70.9	319.05
					P-52		10.6	47.70
					K-32		35.9	161.55
24	Riego se septiembre	Septiembre	Sistema de riego por goteo	Riego diario de 83.19 L/día*árbol	Agua	m³/ha	83.19	374.36
25	Fertilización mineral	Principios septiembre	Sistema de riego	Abonado mineral mediante fertirrigación	N-32	Kg/ha	70.9	319.05
					P-52		10.6	47.70
					K-32		35.9	161.55
26	Siega	Mediados de septiembre	Segadora	Siega de la cubierta vegetal	-	-	-	-
27	Herbicida	Finales de septiembre	Tractor 165 CV + pulverizador hidráulico	Aplicación de glifosato en las líneas de los árboles	Glifosato 36%	L/ha	4	18
28	Tratamiento fungicida	Mediados de octubre	Tractor 165 CV + pulverizador neumático	Tratamiento contra la armillaria	Metam sodio	L/ha	1.5	6.75
29	Poda de invierno	Principios de febrero	Tijeras de poda	El árbol está totalmente formado. Eliminar ramas mal posicionadas.	-	-	-	-

ANEJO V: Ficha urbanística

TÍTULO DEL PROYECTO: Proyecto de plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid)

MUNICIPIO: Villasexmir (Valladolid)

EMPLAZAMIENTO: Polígono 3, Parcela 657

PROMOTOR: Jesús Ángel Fernández Paniagua

AUTOR/A DEL PROYECTO: Virginia Fernández Negro

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 Territoriales de Ámbito Provincial de Valladolid.

Las Normas Urbanísticas Territoriales de Ámbito Provincial de Valladolid establecen las normativas y criterios específicos para la gestión y ordenación del territorio en la provincia, incluyendo la clasificación y regulación de los diferentes tipos de suelos según su uso y potencialidad.

La clasificación de suelos incluye categorías como suelos urbanizables, suelos urbanos, suelos rústicos y suelos protegidos.

1. Suelos Urbanizables

Son aquellos terrenos que, sin contar con la calificación de suelo urbano, se encuentran en condiciones de ser urbanizados en un futuro próximo, generalmente debido a la existencia de planes urbanísticos que prevén su desarrollo. Pueden estar sujetos a procesos de urbanización y desarrollo de infraestructuras para su futura ocupación residencial, comercial o industrial.

2. Suelos Urbanos

El suelo urbano es el conjunto de terrenos ya urbanizados o incorporados al proceso de urbanización. A tal efecto deben clasificarse como suelo urbano los terrenos integrados de forma legal y efectiva en la red de dotaciones y servicios de un núcleo de población, y que por tanto cuenten con acceso público integrado en la malla urbana, y servicios de abastecimiento de agua, saneamiento y suministro de energía eléctrica.

3. Suelos Rústicos

El suelo rústico es el conjunto de terrenos que deben ser protegidos del proceso de urbanización. A tal efecto deben clasificarse como suelo rústico los terrenos que cumplan alguno de los siguientes criterios:

- Criterio de protección singular: que los terrenos estén sometidos a algún régimen especial de protección incompatible con su urbanización, establecido de acuerdo a la normativa urbanística o a la legislación sobre medio ambiente.

- Criterio de valor intrínseco: que los terrenos presenten manifiestos valores naturales, culturales o productivos que justifiquen la necesidad de protegerlos o de establecer limitaciones a su aprovechamiento.
- Criterio de recuperación de valores: que los terrenos, habiendo presentado en el pasado alguno de los valores citados en la letra anterior, deban protegerse para facilitar o promover su recuperación, o para evitar una mayor degradación.
- Criterio de prevención de riesgos: que los terrenos estén amenazados por riesgos naturales o tecnológicos incompatibles con su urbanización, tales como inundación, erosión, hundimiento, deslizamiento, etc.
- Criterio de calidad de la urbanización: que los terrenos no reúnan condiciones que aseguren que la urbanización alcance un nivel mínimo de calidad.

4. Suelos Protegidos

Son áreas especialmente protegidas debido a su valor natural, paisajístico, histórico o cultural. Pueden incluir parques naturales, reservas naturales, zonas de especial protección para aves, áreas de interés arqueológico, entre otros. Estos suelos suelen tener restricciones significativas sobre los usos y actividades permitidas para preservar su valor y características únicas.

A su vez, las diferentes clases de suelos se pueden diferenciar en base a los tipos de uso del suelo que según las Normas Urbanísticas Territoriales de Ámbito Provincial de Valladolid pueden variar dependiendo de la planificación urbanística específica de cada municipio y las características del territorio. Sin embargo, en general, los tipos de uso del suelo pueden incluir:

1. Residencial

Está destinado principalmente a la construcción de viviendas unifamiliares, multifamiliares o de densidad mixta. Puede incluir áreas residenciales de baja, media o alta densidad, así como zonas para equipamientos comunitarios, parques y espacios verdes.

2. Comercial y de Servicios

Es aquel destinado a actividades comerciales, de servicios y de ocio, como centros comerciales, oficinas, restaurantes, hoteles, centros de salud, etc. Incluye áreas destinadas a la actividad económica y comercial, así como a la prestación de servicios a la comunidad.

3. Industrial

Es aquel destinado a actividades industriales, de producción y almacenamiento, como polígonos industriales, áreas logísticas, naves industriales, etc. Puede incluir zonas industriales de diferente intensidad, desde industria pesada hasta industria ligera o áreas de servicios relacionados con la industria.

4. Agrícola y Forestal

Es aquel que está Destinado a la producción agrícola, ganadera y forestal, incluyendo cultivos, pastizales, bosques y áreas de protección ambiental. Puede incluir áreas de cultivo, explotaciones ganaderas, zonas forestales y de conservación del medio ambiente.

Dentro del uso agrícola del suelo, se pueden encontrar varias subcategorías y actividades:

- Cultivos Agrícolas: estas áreas están destinadas al cultivo de una variedad de productos agrícolas, que pueden incluir cereales como el trigo, la cebada y el maíz; legumbres como las lentejas y los garbanzos; hortalizas; frutas y cultivos especiales como el pistacho y la remolacha azucarera, entre otros.
- Explotaciones Ganaderas: en estas áreas se lleva a cabo la cría y la producción de ganado, que puede incluir vacas, ovejas, cerdos, aves de corral y otros animales de granja. Las explotaciones ganaderas pueden estar dedicadas a la producción de carne, leche, huevos y otros productos derivados.
- Silvicultura: este tipo de uso del suelo se refiere a las áreas destinadas a la plantación, el manejo y la explotación sostenible de bosques y terrenos forestales. Se pueden realizar actividades como la tala controlada, la reforestación, la producción de madera y la conservación de la biodiversidad.
- Sistemas Agroforestales: en algunos casos, se pueden implementar sistemas agroforestales que integran árboles con cultivos agrícolas y/o ganaderos en el mismo terreno. Estos sistemas pueden proporcionar beneficios adicionales, como la conservación del suelo, la mejora del microclima y la diversificación de los ingresos para los agricultores.

5. Equipamientos y Servicios Públicos

Está destinado a la ubicación de equipamientos públicos y servicios esenciales para la comunidad, como escuelas, centros deportivos, hospitales, estaciones de policía y bomberos, etc. Incluye áreas dedicadas a infraestructuras y equipamientos que prestan servicios a la población.

6. Recreativo y Turístico

Está destinado a actividades recreativas, de esparcimiento y turismo, como parques temáticos, áreas de recreo, zonas de camping, rutas turísticas, etc. Puede incluir áreas naturales protegidas, espacios de recreo al aire libre y zonas de interés turístico.

CALIFICACIÓN DEL SUELO QUE SE VA A OCUPAR:

Clase: Rústico

Uso: Agrícola

Tabla 1. Cumplimiento de la normativa en proyecto.

Descripción	En normativa	En proyecto	Cumplimiento
Uso del suelo	Rústico	Rústico	Sí
Uso compatible	Rústico	Rústico	Sí
Coefficiente de ocupación (%)	20	0.015%	Sí
N.º plantas sobre rasante	2	1	Sí
Altura máxima cumbre	7 m	3.5 m	Sí
Pendiente máxima de la cubierta	30º	20º	Sí
Vuelo máximo	50 cm	20 cm	Sí
Retranqueo	7 m	7 m	Sí

La ingeniera autora del proyecto que suscribe, declara bajo su responsabilidad que las circunstancias que concurren y las normativas urbanísticas de la aplicación en el proyecto, son la de arriba indicadas.

Declaración que fórmula, en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 47.1 del reglamento de la disciplina urbanística de 23 de junio de 1978.

En Palencia, junio de 2024

Fdo. Virginia Fernández Negro

Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

ANEJO VI: Estudio geotécnico

ÍNDICE ANEJO VI

1. Introducción	4
2. Antecedentes.....	4
3. Marco geológico	4
3.1. Sismicidad	4
4. Reconocimiento del terreno	5
5. Prospección.....	7
5.1. Calicatas de reconocimiento.....	7
5.2. Sondeo mecánico.....	7
5.3. Ensayo de penetración estándar	7
5.4. Ensayos de laboratorio	9
5.4.1. Propiedades físicas	9
5.4.2. Propiedades químicas	9
6. Carga admisible.....	9
7. Parámetros de cimentación	9
8. Propuesta de cimentación	10
9. Conclusiones	10
10. Comprobaciones a realizar sobre el terreno	10

ÍNDICE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Mapa sísmico de la normativa sismorresistente NCSE-02.....	5
---	---

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Tipo de construcción.....	5
Tabla 2. Tipo de terreno.....	6
Tabla 3. Distancias máximas entre puntos de reconocimiento.....	6
Tabla 4. Resultados de la calicata C-01.....	7
Tabla 5. Interpretación de la compacidad de las arenas.....	8
Tabla 6. Resultados del ensayo de penetración estándar.....	8
Tabla 7. Parámetros geotécnicos.....	10

1. Introducción

El objetivo del estudio geotécnico es conocer las características del estado y comportamiento del terreno y de su entorno, para determinar la solución correcta sobre el tipo de cimentación y su dimensionado.

El edificio previsto que se va a instaurar en la parcela es una caseta de riego, donde se van a ubicar las bombas, el cabezal de riego y los depósitos para fertirrigación. El edificio será de una sola planta sobre rasante.

El edificio se va a situar en el término municipal de Villasexmir (Valladolid), en el polígono 3 y parcela 657.

2. Antecedentes

Se ha obtenido información histórica sobre la parcela y sus alrededores, con el fin de conocer los usos previos y posibles problemas de inestabilidad del suelo. No se han encontrado circunstancias problemáticas, como huertos, vertederos, rellenos antrópicos, hundimientos, etc.

También se ha llevado a cabo una inspección ocular del entorno, el cual se encuentra rodeado de fincas rústicas, edificaciones y terrenos agrícolas.

3. Marco geológico

La parcela en la que se localiza el proyecto se encuentra ubicada en la hoja 371 del mapa geográfico de España. En la zona de la Cuenca del Duero, donde se sitúa la parcela, se entienden como formaciones superficiales aquellos materiales no coherentes que han sufrido o no una consolidación posterior. Nunca han sido recubiertas por gruesas acumulaciones de sedimentos.

Aunque en el subsuelo de la zona se pueden encontrar rocas paleozoicas y mesozoicas, los materiales que aparecen en la superficie pertenecen a la era Cenozoica, y dentro de esta, la mayor parte corresponden al Neógeno y al cuaternario.

3.1. Sismicidad

Las prescripciones para el diseño sísmico dadas en la Norma Sismorresistente NCSR-02 son de obligado cumplimiento en todas las obras del territorio nacional que ofrezcan valores de aceleración sísmica de cálculo superiores a 0.04 g.

La peligrosidad sísmica del territorio español se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica, que se puede observar en la Ilustración 1. Este mapa suministra la aceleración sísmica básica (a_b) y el coeficiente de contribución (K) que tienen en cuenta la influencia de los distintos tipos de terrenos esperados en las peligrosidad sísmica de cada punto.

La ubicación del proyecto en la provincia de Valladolid se corresponde a una zona del territorio nacional en la que la aceleración sísmica es inferior a 0.04 g, por lo que no es de obligado cumplimiento la citada norma sismo resistente.

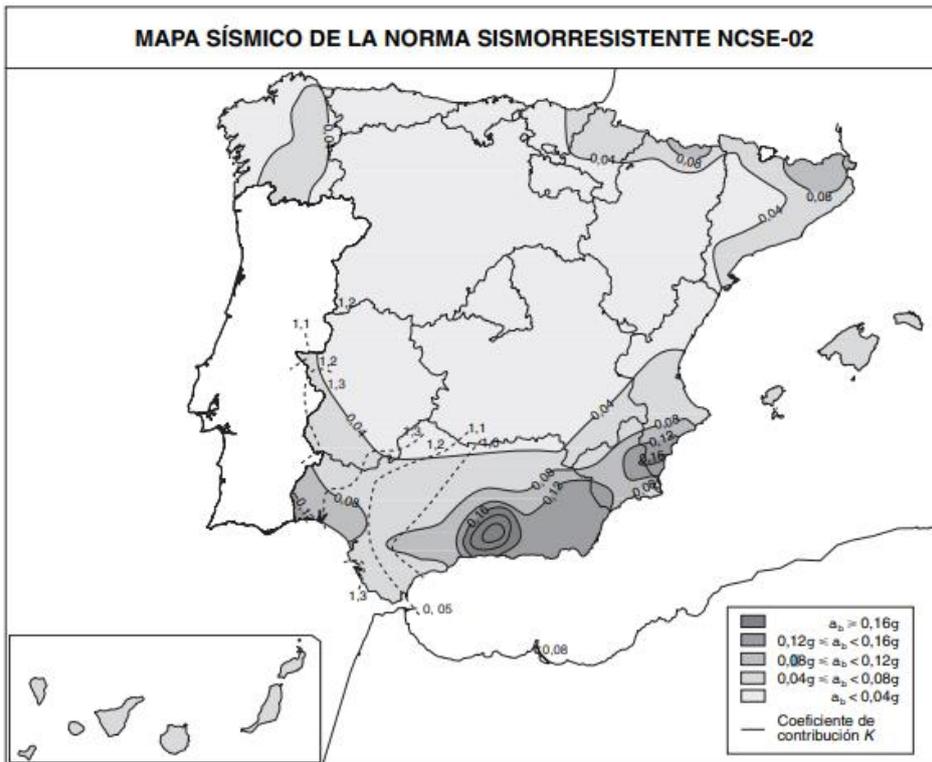


Ilustración 1. Mapa sísmico de la normativa sismorresistente NCSE-02.

4. Reconocimiento del terreno

Para realizar la programación del reconocimiento del terreno se deben seguir las indicaciones del CTE, Documento Básico SE-C Seguridad Estructural Cimientos, aplicando el tipo de construcción y de terreno de las siguientes tablas.

En la tabla 1. aparece la clasificación según el tipo de construcción.

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 a 20 plantas.
C-4	Conjuntos monumentales o singulares, o de más de 20 plantas.

El tipo de edificación corresponde con C-0, "Construcciones de menos de 4 plantas y superficie construida inferior a 300 m²".

En cuanto al tipo de terreno, se utiliza la tabla 2. Que indica los diferentes tipos de terrenos según la variabilidad y dificultad para el establecimiento de cimentaciones sencillas.

Tabla 2. Tipo de terreno.

Grupo	Descripción
T-1	Terrenos favorables: aquellos con poca variabilidad, y en los que la práctica habitual en la zona es de cimentación directa mediante elementos aislados.
T-2	Terrenos intermedios: los que presentan variabilidad, o que en la zona no siempre se recurre a la misma solución de cimentación, o en los que se puede suponer que tienen rellenos antrópicos de cierta relevancia, aunque probablemente no superen los 3,0 m. Documento Básico SE-C Cimientos SE-C-12
T-3	Terrenos desfavorables: los que no pueden clasificarse en ninguno de los tipos anteriores. Como son los suelos expansivos, blandos, residuales, desniveles, marismas...

El terreno corresponde con T-1, "Terrenos favorables, son los que presentan poca variabilidad, y en los que la práctica habitual en la zona es de cimentación directa mediante elementos aislados".

Con carácter general se investigan como mínimo tres puntos de reconocimiento, manteniendo las distancias mínimas y la profundidad recomendada, según lo establecido en la tabla 3.

Tabla 3. Distancias máximas entre puntos de reconocimiento.

Tipo de construcción	Grupo de terreno			
	T-1		T-2	
	dmáx (m)	P (m)	dmáx (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 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 se puede realizar 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.

Se debe realizar un sondeo en algunos de los tres puntos de reconocimiento, para la prospección del terreno. La prospección se va a realizar mediante una calicata para obtener datos que puedan relacionarse con las características de resistencia, deformabilidad y permeabilidad de esa unidad geotécnica.

5.1. Calicatas de reconocimiento

Se ha realizado una calicata de reconocimiento del terreno, para ello se ha utilizado una máquina retroexcavadora provista de un brazo articulado y un cazo de excavación.

Tabla 4. Resultados de la calicata C-01.

Cota inicial (m)	Cota final (m)	Descripción	Porcentaje de gruesos (%)	Porcentaje de finos (%)	Tipo de suelo
0.00	0.35	Suelo vegetal de color oscuro	7.8	92.2	Suelo vegetal
0.35	0.90	Mezcla de arenas y arcillas de color marrón	19.6	80.4	Arenas con arcillas
0.90	2.00	Gravas, arenas y arcillas de coloraciones marrones y grises	23.7	76.3	Arenas con gravas

5.2. 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 máxima alcanzada en el sondeo ha sido de 8 m.

A distintas profundidades se han extraído testigos de muestra del suelo y de agua. Se ha detectado que el nivel freático se sitúa entre los 3 y 4 metros de profundidad.

5.3. Ensayo de penetración estándar

Para determinar la resistencia del terreno se realizan ensayos 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 de una altura de 76 cm.

Con este ensayo se puede determinar 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 de diámetro, una maza de 63.5 kg, altura de caída de 76 cm y sección de varillaje de 3.2 cm. Los datos obtenidos en el ensayo se interpretan según la tabla 5.

Tabla 5. Interpretación de la compacidad de las arenas.

Número de golpes N_{spt}	Densidad relativa
0-4	Muy suelta
4-10	Suelta
10-30	Mediana
30-50	Densa
>50	Muy densa

En la tabla 6, se presentan los resultados del ensayo de penetración estándar con su correspondiente clasificación.

Tabla 6. Resultados del ensayo de penetración estándar.

Profundidad	Número de golpes N_{spt}	Clasificación
0.5	43	Densa
1.0	45	Densa
1.5	47	Densa
2.0	49	Densa
2.5	51	Muy densa
3.0	69	Muy densa
3.5	71	Muy densa
4.0	74	Muy densa
4.5	80	Muy densa
5.0	84	Muy densa
5.5	Rechazo	Muy densa
6.0	Rechazo	Muy densa
6.5	Rechazo	Muy densa
7.0	Rechazo	Muy densa
7.5	Rechazo	Muy densa
8.0	Rechazo	Muy densa

El ensayo de penetración estándar ha determinado un elevado grado de compacidad del terreno. Entre la superficie y los 2 m de profundidad se ha determinado como arena densa, incrementando la profundidad se han determinado arenas muy densas.

5.4. Ensayos de laboratorio

Para realizar los ensayos de laboratorio se toman muestras de suelo, rocas y agua en calicatas y sondeos, y se hace una descripción detallada indicando los aspectos que no son objeto de ensayos, como el color, olor, litología, presencia de materiales artificiales o escombros, etc. 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), según si mantienen o no inalteradas sus propiedades físicas:

- Categoría A: mantienen las propiedades de estructura, densidad, humedad, granulometría, plasticidad y componentes químicos estables.
- Categoría B: mantienen inalteradas la humedad, granulometría, plasticidad y componentes químicos estables.
- Categoría C: aquellas muestras que no cumplen con las especificaciones de A ni de B.

El número de determinaciones que se deben realizar para la correcta investigación de una unidad geotécnica debe ser suficiente para conseguir la fiabilidad en los resultados.

Sobre las muestras obtenidas en la calicata y el sondeo se han efectuado los correspondientes ensayos de laboratorio para conocer las propiedades físicas y químicas del suelo.

5.4.1. Propiedades físicas

La densidad aparente aumenta a medida que descendemos metros de suelo, pero se sitúa en torno a valores de 1.7 g/cm^3 .

5.4.2. Propiedades químicas

Los análisis de laboratorio tienen como finalidad la determinación de las condiciones de agresividad del suelo. Se considera que el suelo no es agresivo.

6. Carga admisible

Teniendo en cuenta las limitaciones de carga por hundimiento y por asientos se obtiene la carga admisible final. Con carácter general, puede adoptarse para zapatas de dimensiones habituales (con lado menor de 1.00 m y 3.00 m) una carga admisible de 1.96 kg/cm^2 .

7. Parámetros de cimentación

Para el diseño de los elementos de cimentación y de contención se deben considerar los parámetros que se expresan en la tabla 7.

Tabla 7. Parámetros geotécnicos.

Parámetro	Valor
Profundidad	0-2 m
Densidad aparente	1.70 t/m ³
Densidad sumergida	1.10 – 1.12 t/m ³
Ángulo de rozamiento interno	33 – 38°
Cohesión	NC
Presión admisible	1.96 – 2.00 kg/cm ²
Asiento máximo admisible	2.5 mm
Asiento diferencial máximo	1.5 mm
Coeficiente de balasto	104 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 N/mm².

Si la cimentación se apoya a una cota inferior a 1.50 m, la tensión de cálculo puede elevarse a 2.20 N/mm².

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

Ante 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 previstas del proyecto.

Se deben realizar las siguientes comprobaciones:

- 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, marzo de 2024

Fdo.: Virginia Fernández Negro

Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

ANEJO VII: Ingeniería de las obras

ÍNDICE ANEJO VII

1. Caseta de riego	5
1.1. Necesidades	5
1.2. Diseño	5
1.3. Cálculo de la estructura	5
1.3.1. Acciones adoptadas en el cálculo.....	5
1.3.1.1. Acciones del viento.....	6
1.3.1.2. Acciones de nieve	6
1.4. Cálculos.....	6
1.4.1. Datos generales	6
1.4.2. Hipótesis de carga.....	8
1.4.3. Nudos.....	10
1.4.4. Barras	11
12	
1.4.5. Combinación de hipótesis	14
1.4.6. Placas de anclaje	15
2. Instalación de riego.....	53
2.1. Red de distribución de tuberías	53
2.2. Materiales	53
2.3. Emisor	53
2.4. Dimensionamiento de la instalación de riego	54
2.4.1. Diseño de las subunidades de riego.....	54
2.4.2. Ramales portagoteros	54
2.4.3. Tuberías terciarias.....	59
2.4.4. Tubería principal.....	62
2.5. Diseño del cabezal de riego.....	63
2.5.1. Datos iniciales	64
2.5.2. Filtro de arena	64
2.5.3. Filtro de malla.....	65
2.5.4. Equipo de fertirrigación.....	66
2.5.5. Automatización del sistema de riego	66
2.6. Dimensionamiento de la instalación de bombeo	67
2.6.1. Tubería de aspiración.....	67
2.6.2. Cálculo de las necesidades de la bomba.....	67
2.6.2.1. Altura manométrica	67
2.6.3. Descripción de la bomba	68

2.7. Valvulería y accesorios	68
3. Instalación eléctrica	69
3.1. Legislación aplicable.....	69
3.2. Descripción general de la instalación.....	69
3.3. Componentes de la instalación eléctrica	70
3.3.1. Acometida	70
3.3.2. Instalación de enlace.....	70
3.3.3. Instalación interior	70
3.4. Necesidades de potencia.....	71
3.4.1. Alumbrado.....	71
3.4.2. Fuerza.....	72
3.4.3. Potencia total	72
3.5. Criterios de cálculo	72
3.6. Cálculo de la instalación	73
3.6.1. Cálculo del circuito de la bomba	74
3.6.2. Cálculo del circuito de alumbrado.....	74
3.6.3. Cálculo del circuito de fuerza.....	75
3.6.4. Cálculo de la derivación individual.....	76
3.6.5. Cálculo de la línea general de alimentación	77
3.6.6. Toma de tierra.....	78
3.6.7. Transformador.....	79
3.7. Intensidades de cortocircuito en media tensión.....	79
3.8. Intensidad de cortocircuito en baja tensión	80
3.8.1. Intensidad del cortocircuito de la línea general de alimentación	80
3.8.2. Intensidad de cortocircuito de la derivación individual	81
3.9. Caja de protección y medida (CPM)	81
3.10. Cuadro general de mando y protección (CGMP)	81
3.11. Tarificación eléctrica.....	82

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Datos del viento.	6
Tabla 2. Datos de nieve.	6
Tabla 3. Características de los emisores.	54
Tabla 4. Cálculo de los ramales de cada subunidad de riego.	57
Tabla 5. Cálculo de las tuberías terciarias.	61
Tabla 6. Periodos de discriminación horaria.	82
Tabla 7. Precios de la energía.	82

1. Caseta de riego

1.1. Necesidades

Se va a realizar la construcción de una caseta de riego, con el objetivo de guardar en su interior el equipo de bombeo, el cabezal de riego y los diferentes depósitos de fertilizantes para la fertirrigación, así como para protegerlos de los factores atmosféricos.

La cimentación de la caseta de riego va a consistir en una losa de hormigón armado HA-25/P/20/I, de 25 N/mm² y acero corrugado B -500-S, con unas dimensiones de 7.00*4.00*0.20 cm.

La cimentación de la caseta de riego va a consistir en una losa de hormigón armado HA-25/P/20/I, de 25 N/mm² y acero corrugado B -500-S, con unas dimensiones de 7.00 x 4.00 x 0.20 m. Se van a usar cerramientos de bloques huecos de hormigón blanco de dimensiones 40 x 20 x 15 cm.

La cubierta va a estar formada por panel de chapa de acero con dos láminas prelacadas de 0.5 mm., con núcleo de poliestireno expandido de 20 kg/m³, con un espesor total de 40 mm. La pendiente de la cubierta va a ser del 15%.

La puerta de acceso va a ser corredera sin dintel, accionada manualmente, formada por una hoja construida con zócalo de chapa plegada de acero galvanizado de 0.8 mm, con unas dimensiones de 5.00 x 2.50 m. Las rejillas de ventilación serán dos con unas dimensiones de 1.80 x 0.33 m.

Se van a instalar dos ventanas correderas de 2 hojas de aluminio anodizado en color natural, de 200 x 100 cm, y doble acristalamiento estándar de 4 mm de espesor, para su correcta iluminación y ventilación .

El espacio que se necesita en la caseta de riego para dar cabida al equipo de bombeo, el cabezal de riego y la maquinaria de riego, es de aproximadamente 10 m². Se van a instalar cuatro depósitos, con una capacidad de 1000 L cada uno, referido a superficie, ocupan 1 m² cada uno. Además, para facilitar las tareas de trabajo y maniobras, se destinarán 10 m² a mayores. Por lo tanto, la caseta de riego tendrá una superficie mínima de 25 m².

1.2. Diseño

Las dimensiones de la caseta de riego van a ser las siguientes:

- Dimensiones exteriores: 7 m x 4 m
- Cubierta a un agua de inclinación del 15 %.
- Altura lateral superior: 3.50 m
- Altura lateral inferior: 2.30 m

1.3. Cálculo de la estructura

1.3.1. Acciones adoptadas en el cálculo

Para el cálculo de la estructura de la caseta de riego se van a tener en cuenta las acciones del viento y la nieve.

1.3.1.1. Acciones del viento

Los datos respecto al viento a tener en cuenta a la hora de realizar el cálculo de estructuras, según la normativa CTE DB SE-AE, se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Datos del viento.

Parámetro	Valor
Zona eólica	B
Grado de aspereza	III. Zona rural accidentada o llana con obstáculos
Periodo de servicio	50 años
Profundidad nave industrial	8 metros
Huecos	Sin huecos
Hipótesis aplicadas	V (H1): cubiertas aisladas V (H2): cubiertas aisladas

1.3.1.2. Acciones de nieve

Los datos respecto a la nieve a tener en cuenta a la hora de realizar el cálculo de estructuras, según la normativa CTE DB SE-AE, se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Datos de nieve.

Parámetro	Valor
Zona de clima invernal	1
Altitud topográfica	724
Tipo de cubierta	Cubierta sin resaltos
Exposición al viento	Normal
Hipótesis aplicadas	N (EI): Nieve (estado inicial) N (R): redistribución

1.4. Cálculos

1.4.1. Datos generales

Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término		
Estructura : Caseta de riego		
Datos Generales		
Número de nudos	4	
Número de barras	3	
Número de hipótesis de carga	9	
Número de combinación de hipótesis	21	
Material	Acero S-275	
Se incluye el peso propio de la estructura	Sí	
Método de cálculo	Segundo Orden	
Notas		
Acciones climáticas		

	Definición	Valor
Geometría	Longitud total	4,00 m
	Luz del vano	5,00 m
	Luz	7,00 m
	Pendiente del faldón	0,15 %
	Altura de paredes	3,50 m
		I - 1

1.4.2. Hipótesis de carga

Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término			
Estructura : Caseta de riego			
Hipótesis de carga			
Nú	Descripción	Categoría	
1	Permanente	Permanente	
2	Mantenimiento	Categoría G: Cubiertas accesibles para mantenimiento	
3	Nieve	Nieve : Altitud < 1.000 m sobre el nivel del mar	
4	Viento transversal A Izda.	Viento: Cargas en edificación	
5	Viento transversal B Izda.	Viento: Cargas en edificación	
6	Viento transversal A Dcha.	Viento: Cargas en edificación	
7	Viento transversal B Dcha.	Viento: Cargas en edificación	
8	Viento longitudinal	Viento: Cargas en edificación	
9	Viento	Viento: Cargas en edificación	
			I - 2

1.4.3. Nudos

Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid)					
Estructura : Caseta de riego					
NUDOS. Coordenadas en metros.					
Número	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Coacción	
1	0,00	0,00	0,00	Empotramiento	
2	7,00	0,00	0,00	Empotramiento	
3	0,00	3,20	0,00	Nudo libre	
4	7,00	3,50	0,00	Nudo libre	
					II - 3

1.4.4. Barras

Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid)									
Estructura : Caseta de riego									
BARRAS.					(kN m / radián)				
Barr	Nudo	Nudo	Clase	Lep	Lept	Grup	Beta	Articulación	
1	1	3	Pilar	4,12	3,20	1	0,00	Sin enlaces articulados	
2	3	4	Viga	7,87	8,91	2	0,00	Sin enlaces articulados	
3	2	4	Pilar	4,15	3,50	1	0,00	Sin enlaces articulados	

Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid)				
Estructura : Caseta de riego				
BARRAS.				
Barra	Tabla	Tamaño	Material	
1	I HEA	120	Material menú	
2	IPE	160	Material menú	
3	I HEA	120	Material menú	
				III - 2

Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid)									
Estructura : Caseta de riego									
CARGAS EN BARRAS.			(kN y mkN)			Angulo : grados			
Hip.	Barra	Tipo	Ejes	Intensidad	Angulo	Dist.(m)	L.Aplic.(
1	1	Uniforme p.p.	Generales	0,205	90	0,00	0,00		
1	2	Uniforme p.p.	Generales	0,163	90	0,00	0,00		
1	2	Uniforme	Generales	0,838	90	0,00	0,00		
1	3	Uniforme p.p.	Generales	0,205	90	0,00	0,00		
2	2	Uniforme	Generales	2,232	90	0,00	0,00		
3	2	Uniforme	Generales	2,366	90	0,00	0,00		
4	1	Uniforme	Generales	3,088	0	0,00	0,00		
4	3	Uniforme	Generales	1,590	360	0,00	0,00		
5	1	Uniforme	Generales	3,088	0	0,00	0,00		
5	3	Uniforme	Generales	1,590	360	0,00	0,00		
6	1	Uniforme	Generales	1,544	540	0,00	0,00		
6	3	Uniforme	Generales	3,180	180	0,00	0,00		
7	1	Uniforme	Generales	1,544	540	0,00	0,00		
7	3	Uniforme	Generales	3,180	180	0,00	0,00		
8	1	Uniforme	Generales	3,368	180	0,00	0,00		
8	3	Uniforme	Generales	3,469	360	0,00	0,00		
p.p. : Son las cargas debidas al peso propio generadas internamente por el programa.									
								V - 1	

1.4.5. Combinación de hipótesis

Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid)									
Estructura : Caseta de riego									
COMBINACION DE HIPOTESIS.									
VALOR	HIPOTESIS								
COMBINACI	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1,3								
2	1,3	1,5							
3	1,3		1,5						
4	1,3			1,5					
5	1,3				1,5				
6	1,3					1,5			
7	1,3						1,5		
8	1,3							1,5	
9	1,3								1,5
10	1,3		1,5	0,9					
11	1,3		1,5		0,9				
12	1,3		1,5			0,9			
13	1,3		1,5				0,9		
14	1,3		1,5					0,9	
15	1,3		1,5						0,9
16	1,3		0,7	1,5					
17	1,3		0,7		1,5				
18	1,3		0,7			1,5			
19	1,3		0,7				1,5		
20	1,3		0,7					1,5	
21	1,3		0,7						1,5
									VI - 1

Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid)								
Estructura : Caseta de riego								
DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.					(mm , 100 x rad.)			
Nudo : 1								
Clas	Combinaci	Desp. X	Desp. Y	Desp. Z	Giro X	Giro Y	Giro Z	
Cálculo	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Integrada		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Confort		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Apariencia		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Cálculo	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Integrada		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Confort		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Apariencia		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Cálculo	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Integrada		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Confort		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Apariencia		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Cálculo	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Integrada		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Confort		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Apariencia		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Cálculo	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Integrada		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Confort		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Apariencia		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Cálculo	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Integrada		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Confort		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Apariencia		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Cálculo	7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Integrada		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Confort		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Apariencia		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Cálculo	8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Integrada		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Confort		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Apariencia		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Cálculo	9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

IX - 1

Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid)								
Estructura : Caseta de riego								
DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.					(mm , 100 x rad.)			
Integrada		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Confort		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Apariencia		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Cálculo	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Integrada		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Confort		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Apariencia		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Cálculo	11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Integrada		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Confort		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Apariencia		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Cálculo	12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Integrada		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Confort		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Apariencia		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Cálculo	13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Integrada		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Confort		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Apariencia		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Cálculo	14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Integrada		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Confort		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Apariencia		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Cálculo	15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Integrada		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Confort		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Apariencia		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Cálculo	16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Integrada		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Confort		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Apariencia		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Cálculo	17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Integrada		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Confort		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Apariencia		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Cálculo	18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
							IX - 2	

Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid)							
Estructura : Caseta de riego							
DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.					(mm . 100 x rad.)		
<i>Integridad</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Confort</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Apariencia</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Cálculo</i>	19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Integridad</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Confort</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Apariencia</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Cálculo</i>	20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Integridad</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Confort</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Apariencia</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Cálculo</i>	21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Integridad</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Confort</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Apariencia</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nudo : 2							
Clas	Combinaci	Desp. X	Desp. Y	Desp. Z	Giro X	Giro Y	Giro Z
<i>Cálculo</i>	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Integridad</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Confort</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Apariencia</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Cálculo</i>	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Integridad</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Confort</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Apariencia</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Cálculo</i>	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Integridad</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Confort</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Apariencia</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Cálculo</i>	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Integridad</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Confort</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Apariencia</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Cálculo</i>	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
							IX - 3

Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid)								
Estructura : Caseta de riego								
DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.				(mm . 100 x rad.)				
Integrada			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Confort			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Apariencia			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cálculo		6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Integrada			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Confort			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Apariencia			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cálculo		7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Integrada			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Confort			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Apariencia			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cálculo		8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Integrada			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Confort			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Apariencia			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cálculo		9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Integrada			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Confort			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Apariencia			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cálculo		10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Integrada			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Confort			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Apariencia			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cálculo		11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Integrada			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Confort			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Apariencia			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cálculo		12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Integrada			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Confort			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Apariencia			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cálculo		13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Integrada			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Confort			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Apariencia			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cálculo		14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
							IX - 4	

Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid)							
Estructura : Caseta de riego							
DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.				(mm . 100 x rad.)			
<i>Integrida</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Confort</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Apariencia</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Cálculo</i>	15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Integrida</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Confort</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Apariencia</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Cálculo</i>	16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Integrida</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Confort</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Apariencia</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Cálculo</i>	17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Integrida</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Confort</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Apariencia</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Cálculo</i>	18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Integrida</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Confort</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Apariencia</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Cálculo</i>	19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Integrida</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Confort</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Apariencia</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Cálculo</i>	20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Integrida</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Confort</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Apariencia</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Cálculo</i>	21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Integrida</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Confort</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Apariencia</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nudo : 3							
Clase	Combinaci	Desp. X	Desp. Y	Desp. Z	Giro X	Giro Y	Giro Z
<i>Cálculo</i>	1	0.50	-0.03	0.00	0.00	0.00	-0.28
							IX - 5

Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid)							
Estructura : Caseta de riego							
DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.				(mm . 100 x rad.)			
<i>Intearida</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Confort</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Apariencia</i>		0.37	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.20
<i>Cálculo</i>	2	1.76	-0.10	0.00	0.00	0.00	-0.96
<i>Intearida</i>		0.82	-0.05	0.00	0.00	0.00	-0.46
<i>Confort</i>		0.82	-0.05	0.00	0.00	0.00	-0.46
<i>Apariencia</i>		0.37	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.20
<i>Cálculo</i>	3	1.84	-0.11	0.00	0.00	0.00	-1.00
<i>Intearida</i>		0.87	-0.05	0.00	0.00	0.00	-0.48
<i>Confort</i>		0.87	-0.05	0.00	0.00	0.00	-0.48
<i>Apariencia</i>		0.37	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.20
<i>Cálculo</i>	4	20.25	-0.15	0.00	0.00	0.00	-0.62
<i>Intearida</i>		13.09	0.01	0.00	0.00	0.00	-0.23
<i>Confort</i>		13.09	0.01	0.00	0.00	0.00	-0.23
<i>Apariencia</i>		0.37	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.20
<i>Cálculo</i>	5	20.25	-0.15	0.00	0.00	0.00	-0.62
<i>Intearida</i>		13.09	0.01	0.00	0.00	0.00	-0.23
<i>Confort</i>		13.09	0.01	0.00	0.00	0.00	-0.23
<i>Apariencia</i>		0.37	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.20
<i>Cálculo</i>	6	-20.14	-0.17	0.00	0.00	0.00	0.19
<i>Intearida</i>		-13.68	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.31
<i>Confort</i>		-13.68	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.31
<i>Apariencia</i>		0.37	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.20
<i>Cálculo</i>	7	-20.14	-0.17	0.00	0.00	0.00	0.19
<i>Intearida</i>		-13.68	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.31
<i>Confort</i>		-13.68	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.31
<i>Apariencia</i>		0.37	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.20
<i>Cálculo</i>	8	2.43	-0.03	0.00	0.00	0.00	-0.54
<i>Intearida</i>		1.28	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.17
<i>Confort</i>		1.28	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.17
<i>Apariencia</i>		0.37	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.20
<i>Cálculo</i>	9	0.50	-0.03	0.00	0.00	0.00	-0.28
<i>Intearida</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Confort</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Apariencia</i>		0.37	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.20
<i>Cálculo</i>	10	13.86	-0.16	0.00	0.00	0.00	-1.22

IX - 6

Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid)							
Estructura : Caseta de riego							
DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.				(mm . 100 x rad.)			
<i>Integrida</i>		8.72	-0.05	0.00	0.00	0.00	-0.62
<i>Confort</i>		8.72	-0.05	0.00	0.00	0.00	-0.62
<i>Apariencia</i>		0.37	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.20
Cálculo	11	13.86	-0.16	0.00	0.00	0.00	-1.22
<i>Integrida</i>		8.72	-0.05	0.00	0.00	0.00	-0.62
<i>Confort</i>		8.72	-0.05	0.00	0.00	0.00	-0.62
<i>Apariencia</i>		0.37	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.20
Cálculo	12	-10.73	-0.15	0.00	0.00	0.00	-0.72
<i>Integrida</i>		-7.34	-0.05	0.00	0.00	0.00	-0.30
<i>Confort</i>		-7.34	-0.05	0.00	0.00	0.00	-0.30
<i>Apariencia</i>		0.37	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.20
Cálculo	13	-10.73	-0.15	0.00	0.00	0.00	-0.72
<i>Integrida</i>		-7.34	-0.05	0.00	0.00	0.00	-0.30
<i>Confort</i>		-7.34	-0.05	0.00	0.00	0.00	-0.30
<i>Apariencia</i>		0.37	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.20
Cálculo	14	3.01	-0.11	0.00	0.00	0.00	-1.16
<i>Integrida</i>		1.64	-0.05	0.00	0.00	0.00	-0.59
<i>Confort</i>		1.64	-0.05	0.00	0.00	0.00	-0.59
<i>Apariencia</i>		0.37	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.20
Cálculo	15	1.84	-0.11	0.00	0.00	0.00	-1.00
<i>Integrida</i>		0.87	-0.05	0.00	0.00	0.00	-0.48
<i>Confort</i>		0.87	-0.05	0.00	0.00	0.00	-0.48
<i>Apariencia</i>		0.37	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.20
Cálculo	16	21.06	-0.20	0.00	0.00	0.00	-0.99
<i>Integrida</i>		13.53	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.47
<i>Confort</i>		13.53	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.47
<i>Apariencia</i>		0.37	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.20
Cálculo	17	21.06	-0.20	0.00	0.00	0.00	-0.99
<i>Integrida</i>		13.53	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.47
<i>Confort</i>		13.53	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.47
<i>Apariencia</i>		0.37	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.20
Cálculo	18	-19.63	-0.20	0.00	0.00	0.00	-0.17
<i>Integrida</i>		-13.24	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.07
<i>Confort</i>		-13.24	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.07
<i>Apariencia</i>		0.37	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.20
Cálculo	19	-19.63	-0.20	0.00	0.00	0.00	-0.17
							IX - 7

Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid)							
Estructura : Caseta de riego							
DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.				(mm . 100 x rad.)			
<i>Integrada</i>		-13,24	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,07
<i>Confort</i>		-13,24	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,07
<i>Apariencia</i>		0,37	-0,02	0,00	0,00	0,00	-0,20
<i>Cálculo</i>	20	3,11	-0,07	0,00	0,00	0,00	-0,90
<i>Integrada</i>		1,72	-0,02	0,00	0,00	0,00	-0,42
<i>Confort</i>		1,72	-0,02	0,00	0,00	0,00	-0,42
<i>Apariencia</i>		0,37	-0,02	0,00	0,00	0,00	-0,20
<i>Cálculo</i>	21	1,16	-0,07	0,00	0,00	0,00	-0,64
<i>Integrada</i>		0,43	-0,03	0,00	0,00	0,00	-0,24
<i>Confort</i>		0,43	-0,03	0,00	0,00	0,00	-0,24
<i>Apariencia</i>		0,37	-0,02	0,00	0,00	0,00	-0,20
Nudo : 4							
Clas	Combinaci	Desp. X	Desp. Y	Desp. Z	Giro X	Giro Y	Giro Z
<i>Cálculo</i>	1	0,47	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,27
<i>Integrada</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Confort</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Apariencia</i>		0,34	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,20
<i>Cálculo</i>	2	1,65	-0,11	0,00	0,00	0,00	0,93
<i>Integrada</i>		0,77	-0,05	0,00	0,00	0,00	0,44
<i>Confort</i>		0,77	-0,05	0,00	0,00	0,00	0,44
<i>Apariencia</i>		0,34	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,20
<i>Cálculo</i>	3	1,73	-0,12	0,00	0,00	0,00	0,97
<i>Integrada</i>		0,82	-0,05	0,00	0,00	0,00	0,47
<i>Confort</i>		0,82	-0,05	0,00	0,00	0,00	0,47
<i>Apariencia</i>		0,34	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,20
<i>Cálculo</i>	4	20,21	-0,16	0,00	0,00	0,00	-0,06
<i>Integrada</i>		13,08	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,21
<i>Confort</i>		13,08	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,21
<i>Apariencia</i>		0,34	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,20
<i>Cálculo</i>	5	20,21	-0,16	0,00	0,00	0,00	-0,06
<i>Integrada</i>		13,08	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,21
<i>Confort</i>		13,08	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,21
<i>Apariencia</i>		0,34	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,20
<i>Cálculo</i>	6	-20,22	-0,14	0,00	0,00	0,00	0,49
							IX - 8

Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid)							
Estructura : Caseta de riego							
DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.				(mm , 100 x rad.)			
<i>Intearida</i>		-13.71	0.01	0.00	0.00	0.00	0.15
<i>Confort</i>		-13.71	0.01	0.00	0.00	0.00	0.15
<i>Apariencia</i>		0.34	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.20
<i>Cálculo</i>	7	-20.22	-0.14	0.00	0.00	0.00	0.49
<i>Intearida</i>		-13.71	0.01	0.00	0.00	0.00	0.15
<i>Confort</i>		-13.71	0.01	0.00	0.00	0.00	0.15
<i>Apariencia</i>		0.34	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.20
<i>Cálculo</i>	8	2.52	-0.04	0.00	0.00	0.00	0.48
<i>Intearida</i>		1.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14
<i>Confort</i>		1.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14
<i>Apariencia</i>		0.34	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.20
<i>Cálculo</i>	9	0.47	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.27
<i>Intearida</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Confort</i>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Apariencia</i>		0.34	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.20
<i>Cálculo</i>	10	13.74	-0.17	0.00	0.00	0.00	0.77
<i>Intearida</i>		8.67	-0.06	0.00	0.00	0.00	0.34
<i>Confort</i>		8.67	-0.06	0.00	0.00	0.00	0.34
<i>Apariencia</i>		0.34	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.20
<i>Cálculo</i>	11	13.74	-0.17	0.00	0.00	0.00	0.77
<i>Intearida</i>		8.67	-0.06	0.00	0.00	0.00	0.34
<i>Confort</i>		8.67	-0.06	0.00	0.00	0.00	0.34
<i>Apariencia</i>		0.34	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.20
<i>Cálculo</i>	12	-10.87	-0.14	0.00	0.00	0.00	1.11
<i>Intearida</i>		-7.41	-0.05	0.00	0.00	0.00	0.56
<i>Confort</i>		-7.41	-0.05	0.00	0.00	0.00	0.56
<i>Apariencia</i>		0.34	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.20
<i>Cálculo</i>	13	-10.87	-0.14	0.00	0.00	0.00	1.11
<i>Intearida</i>		-7.41	-0.05	0.00	0.00	0.00	0.56
<i>Confort</i>		-7.41	-0.05	0.00	0.00	0.00	0.56
<i>Apariencia</i>		0.34	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.20
<i>Cálculo</i>	14	2.97	-0.12	0.00	0.00	0.00	1.10
<i>Intearida</i>		1.63	-0.05	0.00	0.00	0.00	0.55
<i>Confort</i>		1.63	-0.05	0.00	0.00	0.00	0.55
<i>Apariencia</i>		0.34	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.20
<i>Cálculo</i>	15	1.73	-0.12	0.00	0.00	0.00	0.97

IX - 9

Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid)							
Estructura : Caseta de riego							
DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.				(mm , 100 x rad.)			
<i>Integrida</i>		0,82	-0,05	0,00	0,00	0,00	0,47
<i>Confort</i>		0,82	-0,05	0,00	0,00	0,00	0,47
<i>Apariencia</i>		0,34	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,20
<i>Cálculo</i>	16	20,97	-0,21	0,00	0,00	0,00	0,29
<i>Integrida</i>		13,49	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,02
<i>Confort</i>		13,49	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,02
<i>Apariencia</i>		0,34	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,20
<i>Cálculo</i>	17	20,97	-0,21	0,00	0,00	0,00	0,29
<i>Integrida</i>		13,49	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,02
<i>Confort</i>		13,49	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,02
<i>Apariencia</i>		0,34	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,20
<i>Cálculo</i>	18	-19,74	-0,18	0,00	0,00	0,00	0,85
<i>Integrida</i>		-13,30	-0,02	0,00	0,00	0,00	0,38
<i>Confort</i>		-13,30	-0,02	0,00	0,00	0,00	0,38
<i>Apariencia</i>		0,34	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,20
<i>Cálculo</i>	19	-19,74	-0,18	0,00	0,00	0,00	0,85
<i>Integrida</i>		-13,30	-0,02	0,00	0,00	0,00	0,38
<i>Confort</i>		-13,30	-0,02	0,00	0,00	0,00	0,38
<i>Apariencia</i>		0,34	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,20
<i>Cálculo</i>	20	3,16	-0,08	0,00	0,00	0,00	0,83
<i>Integrida</i>		1,77	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,38
<i>Confort</i>		1,77	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,38
<i>Apariencia</i>		0,34	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,20
<i>Cálculo</i>	21	1,09	-0,07	0,00	0,00	0,00	0,62
<i>Integrida</i>		0,41	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,23
<i>Confort</i>		0,41	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,23
<i>Apariencia</i>		0,34	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,20
							IX - 10

Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid)	
Estructura : Caseta de riego	
<p>Cálculo : Incluye los desplazamientos asociados a las combinaciones de cálculo aplicando los coeficientes de ponderación que figuran en el cuadro de combinaciones (coeficientes : 1.35; 1.50; 1.05 ...). Estos resultados corresponden al análisis realizado : Primer ó segundo orden.</p> <p>Integridad : (Según CTE), corresponde a los desplazamientos que afectan a los daños de los elementos constructivos. Se realiza el cálculo siempre en primer orden con los coeficientes de simultaneidad de la norma en la combinación característica (coeficientes : 1; 0.7; 0.6 ...). Considerando sólo las deformaciones que se producen después de la puesta en obra del elemento.</p> <p>Apariencia: (Según CTE), afecta a la apariencia de la obra. Se realiza el cálculo siempre en primer orden en la combinación casi permanente. (coeficientes : 1; 0.3 ...).</p> <p>Confort: (Según CTE), ligada a reducir el efecto de las vibraciones. Para su cálculo se tiene en cuenta las componentes instantáneas de las cargas variables en la combinación característica.</p>	
	IX - 11

Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmír (Valladolid)							
Estructura : Caseta de riego							
ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS (kN y mkN)							
Barra : 1							
Combin	Nudo	Axil	Cortante	Cortante	Torsor	Momento	Momento
1	1	-5.673	1.831	0.000	0.000	0.000	-1.829
	3	-4.789	1.831	0.000	0.000	0.000	-4.030
2	1	-17.545	6.362	0.000	0.000	0.000	-6.349
	3	-16.661	6.362	0.000	0.000	0.000	-14.009
3	1	-18.257	6.634	0.000	0.000	0.000	-6.619
	3	-17.374	6.634	0.000	0.000	0.000	-14.608
4	1	-4.138	-12.213	0.000	0.000	0.000	14.107
	3	-3.348	2.615	0.000	0.000	0.000	1.251
5	1	-4.138	-12.213	0.000	0.000	0.000	14.107
	3	-3.348	2.615	0.000	0.000	0.000	1.251
6	1	-7.240	11.689	0.000	0.000	0.000	-15.498
	3	-6.403	4.272	0.000	0.000	0.000	-10.041
7	1	-7.240	11.689	0.000	0.000	0.000	-15.498
	3	-6.403	4.272	0.000	0.000	0.000	-10.041
8	1	-5.279	10.962	0.000	0.000	0.000	-6.777
	3	-4.383	-5.204	0.000	0.000	0.000	-2.435
9	1	-5.673	1.831	0.000	0.000	0.000	-1.829
	3	-4.789	1.831	0.000	0.000	0.000	-4.030
10	1	-17.354	-1.843	0.000	0.000	0.000	3.038
	3	-16.509	7.054	0.000	0.000	0.000	-11.377
11	1	-17.354	-1.843	0.000	0.000	0.000	3.038
	3	-16.509	7.054	0.000	0.000	0.000	-11.377
12	1	-19.214	12.600	0.000	0.000	0.000	-14.921
	3	-18.345	8.151	0.000	0.000	0.000	-18.280
13	1	-19.214	12.600	0.000	0.000	0.000	-14.921
	3	-18.345	8.151	0.000	0.000	0.000	-18.280
14	1	-18.022	12.107	0.000	0.000	0.000	-9.579
	3	-17.129	2.408	0.000	0.000	0.000	-13.645
15	1	-18.257	6.634	0.000	0.000	0.000	-6.619
	3	-17.374	6.634	0.000	0.000	0.000	-14.608
16	1	-10.427	-9.851	0.000	0.000	0.000	11.788
	3	-9.641	4.977	0.000	0.000	0.000	-3.988
17	1	-10.427	-9.851	0.000	0.000	0.000	11.788
	3	-9.641	4.977	0.000	0.000	0.000	-3.988
							X - 1

Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid)								
Estructura : Caseta de riego								
ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS								(kN y mKn)
18	1	-13.533	14.135	0.000	0.000	0.000	-17.979	
	3	-12.695	6.718	0.000	0.000	0.000	-15.386	
19	1	-13.533	14.135	0.000	0.000	0.000	-17.979	
	3	-12.695	6.718	0.000	0.000	0.000	-15.386	
20	1	-11.574	13.360	0.000	0.000	0.000	-9.167	
	3	-10.674	-2.805	0.000	0.000	0.000	-7.721	
21	1	-11.965	4.233	0.000	0.000	0.000	-4.227	
	3	-11.081	4.234	0.000	0.000	0.000	-9.321	
Barra : 2								
Combin	Nud	Axil	Cortante	Cortante	Torsor	Momento	Momento	
1	3	-2.035	-4.706	0.000	0.000	0.000	4.030	
	4	-1.630	4.749	0.000	0.000	0.000	-4.178	
2	3	-7.079	-16.369	0.000	0.000	0.000	14.009	
	4	-5.669	16.521	0.000	0.000	0.000	-14.541	
3	3	-7.382	-17.069	0.000	0.000	0.000	14.608	
	4	-5.912	17.228	0.000	0.000	0.000	-15.164	
4	3	-2.776	-3.215	0.000	0.000	0.000	-1.251	
	4	-2.371	6.240	0.000	0.000	0.000	-9.344	
5	3	-2.776	-3.215	0.000	0.000	0.000	-1.251	
	4	-2.371	6.240	0.000	0.000	0.000	-9.344	
6	3	-4.503	-6.243	0.000	0.000	0.000	10.041	
	4	-4.098	3.212	0.000	0.000	0.000	0.579	
7	3	-4.503	-6.243	0.000	0.000	0.000	10.041	
	4	-4.098	3.212	0.000	0.000	0.000	0.579	
8	3	5.008	-4.606	0.000	0.000	0.000	2.435	
	4	5.413	4.849	0.000	0.000	0.000	-3.286	
9	3	-2.035	-4.706	0.000	0.000	0.000	4.030	
	4	-1.630	4.749	0.000	0.000	0.000	-4.178	
10	3	-7.825	-16.157	0.000	0.000	0.000	11.377	
	4	-6.355	18.140	0.000	0.000	0.000	-18.322	
11	3	-7.825	-16.157	0.000	0.000	0.000	11.377	
	4	-6.355	18.140	0.000	0.000	0.000	-18.322	
12	3	-8.868	-18.009	0.000	0.000	0.000	18.280	
	4	-7.398	16.288	0.000	0.000	0.000	-12.249	
13	3	-8.868	-18.009	0.000	0.000	0.000	18.280	
	4	-7.398	16.288	0.000	0.000	0.000	-12.249	
							X - 2	

Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmí (Valladolid)								
Estructura : Caseta de riego								
ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS							(kN v mkN)	
14	3	-3.156	-17.008	0.000	0.000	0.000	13.645	
	4	-1.686	17.290	0.000	0.000	0.000	-14.635	
15	3	-7.382	-17.069	0.000	0.000	0.000	14.608	
	4	-5.912	17.228	0.000	0.000	0.000	-15.164	
16	3	-5.447	-9.383	0.000	0.000	0.000	3.988	
	4	-4.509	12.493	0.000	0.000	0.000	-14.883	
17	3	-5.447	-9.383	0.000	0.000	0.000	3.988	
	4	-4.509	12.493	0.000	0.000	0.000	-14.883	
18	3	-7.179	-12.440	0.000	0.000	0.000	15.386	
	4	-6.242	9.436	0.000	0.000	0.000	-4.862	
19	3	-7.179	-12.440	0.000	0.000	0.000	15.386	
	4	-6.242	9.436	0.000	0.000	0.000	-4.862	
20	3	2.335	-10.787	0.000	0.000	0.000	7.721	
	4	3.272	11.090	0.000	0.000	0.000	-8.783	
21	3	-4.708	-10.888	0.000	0.000	0.000	9.321	
	4	-3.771	10.988	0.000	0.000	0.000	-9.669	
Barra : 3								
Combin	Nudo	Axil	Cortante	Cortante	Torsor	Momento	Momento	
1	2	-5.641	-1.832	0.000	0.000	0.000	2.235	
	4	-4.674	-1.832	0.000	0.000	0.000	4.178	
2	2	-17.227	-6.380	0.000	0.000	0.000	7.786	
	4	-16.260	-6.379	0.000	0.000	0.000	14.541	
3	2	-17.922	-6.653	0.000	0.000	0.000	8.120	
	4	-16.956	-6.653	0.000	0.000	0.000	15.164	
4	2	-7.035	-11.024	0.000	0.000	0.000	14.624	
	4	-6.117	-2.671	0.000	0.000	0.000	9.344	
5	2	-7.035	-11.024	0.000	0.000	0.000	14.624	
	4	-6.117	-2.671	0.000	0.000	0.000	9.344	
6	2	-3.928	12.486	0.000	0.000	0.000	-13.897	
	4	-3.058	-4.214	0.000	0.000	0.000	-0.579	
7	2	-3.928	12.486	0.000	0.000	0.000	-13.897	
	4	-3.058	-4.214	0.000	0.000	0.000	-0.579	
8	2	-6.034	-13.016	0.000	0.000	0.000	10.396	
	4	-5.080	5.197	0.000	0.000	0.000	3.286	
9	2	-5.641	-1.832	0.000	0.000	0.000	2.235	
	4	-4.674	-1.832	0.000	0.000	0.000	4.178	
							X - 3	

Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmír (Valladolid)								
Estructura : Caseta de riego								
ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA.							(kN y mkN)	
10	2	-18,770	-12,209	0,000	0,000	0,000	15,637	
	4	-17,823	-7,197	0,000	0,000	0,000	18,322	
11	2	-18,770	-12,209	0,000	0,000	0,000	15,637	
	4	-17,823	-7,197	0,000	0,000	0,000	18,322	
12	2	-16,916	1,980	0,000	0,000	0,000	-1,646	
	4	-15,981	-8,039	0,000	0,000	0,000	12,249	
13	2	-16,916	1,980	0,000	0,000	0,000	-1,646	
	4	-15,981	-8,039	0,000	0,000	0,000	12,249	
14	2	-18,157	-13,367	0,000	0,000	0,000	13,025	
	4	-17,200	-2,439	0,000	0,000	0,000	14,635	
15	2	-17,922	-6,653	0,000	0,000	0,000	8,120	
	4	-16,956	-6,653	0,000	0,000	0,000	15,164	
16	2	-13,174	-13,467	0,000	0,000	0,000	17,633	
	4	-12,258	-5,114	0,000	0,000	0,000	14,883	
17	2	-13,174	-13,467	0,000	0,000	0,000	17,633	
	4	-12,258	-5,114	0,000	0,000	0,000	14,883	
18	2	-10,070	10,112	0,000	0,000	0,000	-11,029	
	4	-9,197	-6,588	0,000	0,000	0,000	4,862	
19	2	-10,070	10,112	0,000	0,000	0,000	-11,029	
	4	-9,197	-6,588	0,000	0,000	0,000	4,862	
20	2	-12,172	-15,428	0,000	0,000	0,000	13,343	
	4	-11,222	2,785	0,000	0,000	0,000	8,783	
21	2	-11,782	-4,242	0,000	0,000	0,000	5,175	
	4	-10,815	-4,241	0,000	0,000	0,000	9,669	
							X - 4	

Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid)							
Estructura : Caseta de riego							
REACCIONES EN LOS APOYOS.				(kN y mkN)			
Nudo : 1							
Combinaci	Reacc. X	Reacc. Y	Reacc.	Mom. X	Mom. Y	Mom. Z	
1	1.832	5.673	0.000	0.000	0.000	-1.829	
2	6.372	17.541	0.000	0.000	0.000	-6.349	
3	6.644	18.253	0.000	0.000	0.000	-6.619	
4	-12.187	4.215	0.000	0.000	0.000	14.107	
5	-12.187	4.215	0.000	0.000	0.000	14.107	
6	11.643	7.314	0.000	0.000	0.000	-15.498	
7	11.643	7.314	0.000	0.000	0.000	-15.498	
8	10.966	5.271	0.000	0.000	0.000	-6.777	
9	1.832	5.673	0.000	0.000	0.000	-1.829	
10	-1.767	17.361	0.000	0.000	0.000	3.038	
11	-1.767	17.361	0.000	0.000	0.000	3.038	
12	12.536	19.256	0.000	0.000	0.000	-14.921	
13	12.536	19.256	0.000	0.000	0.000	-14.921	
14	12.124	18.011	0.000	0.000	0.000	-9.579	
15	6.644	18.253	0.000	0.000	0.000	-6.619	
16	-9.782	10.491	0.000	0.000	0.000	11.788	
17	-9.782	10.491	0.000	0.000	0.000	11.788	
18	14.051	13.620	0.000	0.000	0.000	-17.979	
19	14.051	13.620	0.000	0.000	0.000	-17.979	
20	13.371	11.561	0.000	0.000	0.000	-9.167	
21	4.238	11.964	0.000	0.000	0.000	-4.227	
Nudo : 2							
Combinaci	Reacc. X	Reacc. Y	Reacc.	Mom. X	Mom. Y	Mom. Z	
1	-1.832	5.641	0.000	0.000	0.000	2.235	
2	-6.372	17.230	0.000	0.000	0.000	7.786	
3	-6.644	17.926	0.000	0.000	0.000	8.120	
4	-10.984	7.099	0.000	0.000	0.000	14.624	
5	-10.984	7.099	0.000	0.000	0.000	14.624	
6	12.463	4.000	0.000	0.000	0.000	-13.897	
7	12.463	4.000	0.000	0.000	0.000	-13.897	
8	-13.011	6.043	0.000	0.000	0.000	10.396	
9	-1.832	5.641	0.000	0.000	0.000	2.235	
10	-12.135	18.818	0.000	0.000	0.000	15.637	
11	-12.135	18.818	0.000	0.000	0.000	15.637	
12	1.928	16.923	0.000	0.000	0.000	-1.646	
13	1.928	16.923	0.000	0.000	0.000	-1.646	
14	-13.352	18.169	0.000	0.000	0.000	13.025	
15	-6.644	17.926	0.000	0.000	0.000	8.120	
16	-13.388	13.255	0.000	0.000	0.000	17.633	
17	-13.388	13.255	0.000	0.000	0.000	17.633	
18	10.055	10.127	0.000	0.000	0.000	-11.029	
19	10.055	10.127	0.000	0.000	0.000	-11.029	
20	-15.417	12.186	0.000	0.000	0.000	13.343	
							XI - 1

Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid)							
Estructura : Caseta de riego							
REACCIONES EN LOS APOYOS.					(kN v mkN)		
	21	-4.238	11.783	0.000	0.000	0.000	5.175
							XI - 2

Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmír (Valladolid)	
Estructura : Caseta de riego	
<h2 style="color: blue;">NOTACIONES DE BARRAS DE ACERO-I</h2> <p><u>Límite elástico</u> f_y varía con la calidad y espesor del acero.</p> <p><u>Coefficiente parcial para la resistencia del acero:</u> γ_M Coeficiente parcial de seguridad para la resistencia del acero según artículo 6.1(1) del Código Estructural (C.E.).</p> <p>Esfuerzos de cálculo: N_{Ed} esfuerzo axial de cálculo. $M_{z,Ed}$ momento flector de cálculo respecto al eje z-z (en secciones en I el eje z-z es el paralelo a las alas, denominado también eje fuerte en este programa). $M_{y,Ed}$ momento flector de cálculo respecto al eje y-y (en secciones en I el eje y-y es el paralelo al alma, denominado también eje débil en este programa).</p> <p><u>Términos de sección:</u> A^*; W_y; W_z dependen de la clasificación de la sección: Secciones de clase 1 y 2: $A^*=A$; $W_y=W_{pl,y}$; $W_z=W_{pl,z}$ Secciones de clase 3: $A^*=A$; $W_y=W_{el,y}$; $W_z=W_{el,z}$ Secciones de clase 4: $A^*=A_{eff}$; $W_y=W_{eff,y}$; $W_z=W_{eff,z}$</p> A área total de la sección. A_{eff} área eficaz de la sección en secciones de clase 4. I_z momento de inercia de la sección respecto al eje principal fuerte de la sección: z-z I_y momento de inercia de la sección respecto al eje principal débil: y-y. $W_{el,z}$ módulo resistente elástico de la sección respecto al eje z-z en secciones de clase 3. $W_{el,y}$ módulo resistente elástico de la sección respecto al eje y-y en secciones de clase 3. $W_{pl,z}$ módulo plástico, en secciones de clases 1 y 2, respecto al eje z-z. $W_{pl,y}$ módulo plástico, en secciones de clases 1 y 2, respecto al eje y-y. <p><u>Esfuerzos de agotamiento de la sección:</u> N_{pl} esfuerzo axial plástico. $N_{pl} = A \cdot f_y$ $M_{el,y}$ momento elástico respecto al eje y-y. $M_{el,y} = W_{el,y} \cdot f_y$ $M_{el,z}$ momento elástico respecto al eje z-z. $M_{el,z} = W_{el,z} \cdot f_y$ $M_{pl,y}$ momento plástico respecto al eje y-y. $M_{pl,y} = W_{pl,y} \cdot f_y$ $M_{pl,z}$ momento plástico respecto al eje z-z. $M_{pl,z} = W_{pl,z} \cdot f_y$. En perfiles en doble te doblemente simétricos $W_{pl,z} = t_f \times b_f^2/2$ (b_f ancho del ala y t_f espesor del ala).</p> <p><u>Desplazamientos de los ejes principales de la sección de clase 4</u> e_{N_y} y e_{N_z} en secciones de clase 4, representan los desplazamientos del centro de gravedad de la sección reducida según los ejes principales y-y y z-z con respecto al centro de gravedad de la sección bruta, cuando dicha sección transversal se ve sometida solamente a compresión uniforme. En secciones de clase 1,2 y 3 los valores de e_{N_y} y e_{N_z} son nulos.</p> <p><u>Coefficientes de interacción</u> $k_{y,y}$, $k_{y,z}$, $k_{z,y}$, $k_{z,z}$ coeficientes de interacción correspondientes a elementos sometidos a compresión y flexión, artículo 6.3.3 del C.E., obtenidos según el apéndice B, Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{t,y}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4).</p>	
	XI - 1

ECUACIONES EMPLEADAS EN LOS LISTADOS

Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

$$Ec.1 - i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$$

Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

$$Ec.2 - i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M_z^* / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M_y^* / (W_y \times f_y / \gamma_M)$$

Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$$Ec.3 - i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M_z^* / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M_y^* / (W_y \times f_y / \gamma_M)$$

$$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed} \quad M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed} \quad A^* = A_{eff} \quad \text{En secciones de clase 1,2 ó 3 } e_{N,y} = 0; e_{N,z} = 0$$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes X_y y X_z valen 1.

Si no hay vuelco X_{LT} vale 1.

$$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed} \quad M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed} \quad A^* = A_{eff}$$

Los coeficientes k_{yy} , k_{yz} , k_{zy} , k_{zz} según el Apéndice B Método 2: Coeficientes recomendados de interacción k_{ij} para la fórmula de interacción 6.3.3(4) del C.E.

$$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}; \quad \kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$$

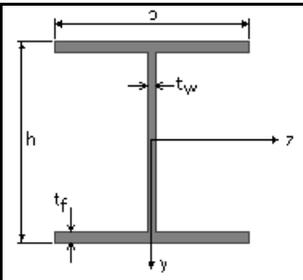
Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid)									
Estructura : Caseta de riego									
COMPROBACION DE BARRAS.									
Barra : 1									
I HEA. Tamaño : 120									
Material : Acero S-275									
Características		(cm ² .							
W _{el,z}		W _{el,y}		W _{pl,z}		W _{pl,y}			
		38		119,4		57,6			
I _z		I _y		I _{tor}					
Módulos de elasticidad v					N/mm ²				
E					G				
210000					80769,2				
f _y					f _u				
275					410				
					Dimensiones en mm				
b = 120					h = 114				
t _w = 5					t _r = 8				
Pandeo									
Eje	l _k (m) = β x l	λ	λ _E	λ _{dimensional}	Φ				
z-z	4,12 = 1,29 x 3,20	84,19	86,81	0,97	1,10				
y-y	3,20 = 1,00 x 3,20	105,9	86,81	1,22	1,49				
Fórmulas (Se considera como eje fuerte el z-z)									
Ec.1 - i = N _{Ed} / (A* x f _y / γ _M) + M _z * / {X _{LT} x (W _z x f _y / γ _M)} + M _y * / (W _y x f _y / γ _M) Agotamiento por									
Ec.2 - i = N _{Ed} / {X _y x (A* x f _y / γ _M)} + k _{yz} x M _z * / {X _{LT} x (W _z x f _y / γ _M)} + k _{yy} x M _y * / (W _y x f _y / γ _M) Pandeo									
Ec.3 - i = N _{Ed} / {X _z x (A* x f _y / γ _M)} + k _{zz} x M _z * / {X _{LT} x (W _z x f _y / γ _M)} + k _{zy} x M _y * / (W _y x f _y / γ _M) Pandeo									
M _y * = M _{y,Ed} + e _{N,y} * N _{Ed} M _z * = M _{z,Ed} + e _{N,z} * N _{Ed} A* = A _{eff} En secciones de									
Si N _d > 0 (barra traccionada), los coeficientes X _y y X _z valen 1. Si no hay vuelco X _{LT} vale 1.									
M _y * = M _{y,Ed} + e _{N,y} * N _{Ed} M _z * = M _{z,Ed} + e _{N,z} * N _{Ed} A* = A _{eff}									
Los coeficientes k _{yy} , k _{yz} , k _{zy} , k _{zz} según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción k _{ij,para}									
M _{cr} = c ₁ x (π / L _v) x (G x I _t x E x I _y) ^{1/2} { (1 + π ² / K ²) ^{1/2} } ; K = L _v x { I _t / (2,6 x I _A) ^{1/2}									
M _{cr} = c ₁ x (π / L _v) x (G x I _t x E x I _y) ^{1/2} { (1 + π ² / K ²) ^{1/2} } ; K = L _v x { I _t / (Aclaración de									
ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAIXIAL (N, mm², mm³,									
Ec.1 - Agotamiento por plastificación									
i(Comb.:12) = 18,35 x 10 ³ / (2530 x 275 / 1,05) + 18,28 x 10 ⁶ / {1 x 119400 x 275 / 1,05}									
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1									
Ec.2 - Pandeo eje y-y (con y sin vuelco) λ_{dim,y}(12) = 1,22; λ_y(12) = 106; β_y(12) = 1,00									
N _{Rk} = 2530 x 275 / 1,05 = 66262 N; N _{Ed} = -18345 N									
C _{my} = 0,60; C _{mz} = 0,90; k _{yz} = 0,413; k _{yy} = 0,730									
i(Comb.:12) = 19214,07 / (0,424 x 2530 x 275 / 1,05) + 0,413 x 18280002 / {1 x 119400 x 275 / 1,05} = 0,310 (81 N/mm ²)									
									XII - 3

Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid)	
Estructura : Caseta de riego	
COMPROBACION DE BARRAS.	
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1	
Ec.3 - Pandeo eje z-z (con y sin vuelco) $\lambda_{\text{adimensional,z}}(12) = 0,95$; $\lambda_z(12) = 83$; $\beta_z(12) = 1,26$; $\alpha_{\text{Crít}}(12) =$	
$N_{Rk} = 2530 \times 275 / 1,05 = 66262 \text{ N}$; $N_{Ed} = -18345 \text{ N}$	
$C_{my} = 0,60$; $C_{mz} = 0,90$; $k_{zy} = 0,438$; $k_{zz} = 0,689$	
$i(\text{Comb.}:12) = 19214,07 / (0,63 \times 2530 \times 275 / 1,05) + 0,69 \times 18280002 / \{1 \times 119400 \times 275 / 1,05\} = 0,449$	
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1	
CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)	
Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra	
Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed} = 14134,79 \text{ N}$ Combinación :18	
Area eficaz a corte : $A_{y,v} = 842 \text{ mm}^2$	
Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd} = 842 \times 275 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 127319 \text{ N}$ Ec.8	
$i(18) = 14135 / 127319 = 0,11$ Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural	
Sección : 0 / 20	
INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION	
Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 62 %	
	XII - 4

Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid)																							
Estructura : Caseta de riego																							
COMPROBACION DE BARRAS.																							
Barra : 2																							
IPE. Tamaño : 160																							
Material : Acero S-275																							
<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Características</th> <th colspan="2">(cm²,</th> <th colspan="2"></th> </tr> <tr> <td>W_{el,z}</td> <td>W_{el,y}</td> <td>W_{pl,z}</td> <td>W_{pl,y}</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>16,7</td> <td>123,8</td> <td>24,8</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>										Características		(cm ² ,				W _{el,z}	W _{el,y}	W _{pl,z}	W _{pl,y}				16,7
Características		(cm ² ,																					
W _{el,z}	W _{el,y}	W _{pl,z}	W _{pl,y}																				
	16,7	123,8	24,8																				
I _z		I _y		I _{tor}																			
						Dimensiones en mm																	
Módulos de elasticidad v						N/mm ²																	
E		G		f _y		f _u		b = 82	h = 160														
210000		80769,2		275		410		t _w = 5	t _f = 7,4														
Pandeo																							
Eje	l _k (m) = β x l		λ	λ _E	λ _{adimensional}	Φ																	
z-z	7,87 = 1,12 x 7,01		119,63	86,81	1,38	1,57																	
y-y	8,91 = 1,27 x 7,01		483,09	86,81	5,56	16,89																	
Fórmulas (Se considera como eje fuerte el z-z)																							
Ec.1 - i = N _{Ed} / (A* x f _y / γ _M) + M* _z / {X _{LT} x (W _z x f _y / γ _M)} + M* _y / (W _y x f _y / γ _M) Agotamiento por plastificación																							
Ec.2 - i = N _{Ed} / {X _y x (A* x f _y / γ _M)} + k _{yz} x M* _z / {X _{LT} x (W _z x f _y / γ _M)} + k _{yy} x M* _y / (W _y x f _y / γ _M) Pandeo eje																							
Ec.3 - i = N _{Ed} / {X _z x (A* x f _y / γ _M)} + k _{zz} x M* _z / {X _{LT} x (W _z x f _y / γ _M)} + k _{zy} x M* _y / (W _y x f _y / γ _M) Pandeo eje																							
M* _y =M _{y,Ed} + e _{N,y} * N _{Ed} M* _z =M _{z,Ed} + e _{N,z} * N _{Ed} A* = A _{eff} En secciones de clase 1.2																							
Si N _d > 0 (barra traccionada), los coeficientes X _y y X _z valen 1. Si no hay vuelco X _{LT} vale 1.																							
M* _y =M _{y,Ed} + e _{N,y} * N _{Ed} M* _z =M _{z,Ed} + e _{N,z} * N _{Ed} A* = A _{eff}																							
Los coeficientes k _{yy} , k _{yz} , k _{zy} , k _{zz} según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción k _{ij} para la fórmula																							
M _{cr} = c ₁ x (π / L _v) x (G x I _t x E x I _y) ^{1/2} { (1 + π ² / K ²) ^{1/2} } ; K = L _v x { I _t / (2,6 x I _A) } ^{1/2}																							
M _{cr} = c ₁ x (π / L _v) x (G x I _t x E x I _y) ^{1/2} { (1 + π ² / K ²) ^{1/2} } ; K = L _v x { I _t / (2,6 x I _A) } ^{1/2} Aclaración de																							
ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAIXIAL (N, mm², mm³, N/mm²,																							
Ec.1 - Agotamiento por plastificación																							
i(Comb.:12) = 8,87 x 10 ³ / (2010 x 275 / 1,05) + 18,28 x 10 ⁶ / {1 x 123800 x 275 / 1,05} = 0,581																							
Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1																							
Ec.2 - Pandeo eje y-y (con y sin vuelco) λ_{adim,y}(12) =5,56; λ_y(12) =483; β_y(12) =1,27																							
N _{Rk} = 2010 x 275 / 1,05 = 52643 N; N _{Ed} = -8868 N																							
C _{my} = 0,90; C _{mz} = 0,90; k _{yz} = 0,410; k _{yy} = 1,182																							
i(Comb.:12) = 8868,34 / (0,0304 x 2010 x 275 / 1,05) + 0,410 x 18280002 / {1 x 123800 x 275 / 1,05} = 0,785 (206 N/mm ²)																							
									XII - 5														

Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid)	
Estructura : Caseta de riego	
COMPROBACION DE BARRAS.	
Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1	
Ec.3 - Pandeo eje z-z (con y sin vuelco) $\lambda_{dimensional,z}(12) = 1,25$; $\lambda_z(12) = 108$; $\beta_z(12) = 1,01$; $\alpha_{crit}(12) =$	
$N_{RK} = 2010 \times 275 / 1,05 = 52643 \text{ N}$; $N_{Ed} = -7398 \text{ N}$	
$C_{my} = 0,90$; $C_{mz} = 0,90$; $k_{zy} = 0,709$; $k_{zz} = 0,684$	
$i(\text{Comb.:}12) = 8868,34 / (0,5 \times 2010 \times 275 / 1,05) + 0,68 \times 18280002 / \{1 \times 123800 \times 275 / 1,05\} = 0,419$	
Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1	
CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)	
Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra	
Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed} = 18139,86 \text{ N}$ Combinación :10	
Area eficaz a corte : $A_{y,v} = 966,6 \text{ mm}^2$	
Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd} = 966,6 \times 275 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 146160 \text{ N}$ Ec.8	
$i(10) = 18140 / 146160 = 0,124$ Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural	
Sección : 20 / 20	
DEFORMACIONES	
Flecha vano	
Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (14): 18,2 mm adm.= $l/300 = 23,3$	
Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 7 mm adm.= $l/300 = 23,3$	
INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION	
Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 79 %	
Aprovechamiento por flecha de la barra : 78 %	
XII - 6	

Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmí (Valladolid)			
Estructura : Caseta de riego			
COMPROBACION DE BARRAS.			
Barra : 3			
I HEA. Tamaño : 120			
Material : Acero S-275			
Características	(cm ² ,		
W _{el,z}	W _{el,y}	W _{pl,z}	W _{pl,y}
	38	119,4	57,6
I _z	I _y	I _{tor}	
Módulos de elasticidad v		N/mm ²	
E	G	f _y	f _u
210000	80769,2	275	410
Pandeo		Dimensiones en mm	
Eje	l _k (m) = β x l	λ	λ _E
z-z	4,15 = 1,19 x 3,50	84,84	86,81
y-y	3,50 = 1,00 x 3,50	115,83	86,81
Fórmulas		(Se considera como eje fuerte el z-z)	
Ec.1 - i = N _{Ed} / (A* x f _y / γ _M) + M* _z / {X _{LT} x (W _z x f _y / γ _M)} + M* _y / (W _y x f _y / γ _M) Agotamiento por plastificación			
Ec.2 - i = N _{Ed} / {X _y x (A* x f _y / γ _M)} + k _{yz} x M* _z / {X _{LT} x (W _z x f _y / γ _M)} + k _{yy} x M* _y / (W _y x f _y / γ _M) Pandeo eje			
Ec.3 - i = N _{Ed} / {X _z x (A* x f _y / γ _M)} + k _{zz} x M* _z / {X _{LT} x (W _z x f _y / γ _M)} + k _{zy} x M* _y / (W _y x f _y / γ _M) Pandeo eje			
M* _y =M _{y,Ed} + e _{N,y} * N _{Ed} M* _z =M _{z,Ed} + e _{N,z} * N _{Ed} A* = A _{eff} En secciones de clase 1,2			
Si N _d > 0 (barra traccionada), los coeficientes X _y y X _z valen 1. Si no hay vuelco X _{LT} vale 1.			
M* _y =M _{y,Ed} + e _{N,y} * N _{Ed} M* _z =M _{z,Ed} + e _{N,z} * N _{Ed} A* = A _{eff}			
Los coeficientes k _{yy} , k _{yz} , k _{zy} , k _{zz} según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción k _{ij} para la fórmula			
M _{cr} = c ₁ x (π / L _v) x (G x I _t x E x I _y) ^{1/2} { (1 + π ² / K ²) ^{1/2} } ; K = L _v x { I _t / (2,6 x I _A) ^{1/2}			
M _{cr} = c ₁ x (π / L _v) x (G x I _t x E x I _y) ^{1/2} { (1 + π ² / K ²) ^{1/2} } ; K = L _v x { I _t / (2,6 x I _A) ^{1/2} Aclaración de			
ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAIXIAL (N, mm², mm³, N/mm²,			
Ec.1 - Agotamiento por plastificación			
i(Comb.:10) = 17,82 x 10 ³ / (2530 x 275 / 1,05) + 18,32 x 10 ⁶ / {1 x 119400 x 275 / 1,05} =			
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1			
Ec.2 - Pandeo eje y-y (con y sin vuelco) λ_{adim,y}(10) = 1,33; λ_y(10) = 116; β_y(10) = 1,00			
N _{Rk} = 2530 x 275 / 1,05 = 66262 N; N _{Ed} = -17823 N			
C _{my} = 0,60; C _{mz} = 0,90; k _{yz} = 0,413; k _{yy} = 0,736			
i(Comb.:10) = 18769,6 / (0,375 x 2530 x 275 / 1,05) + 0,413 x 18321706 / {1 x 119400 x 275 / 1,05} = 0,318 (83 N/mm ²)			
			XII - 7



Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid)	
Estructura : Caseta de riego	
COMPROBACION DE BARRAS.	
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1	
Ec.3 - Pandeo eje z-z (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(10) = 0,96$; $\lambda_z(10) = 83$; $\beta_z(10) = 1,16$; $\alpha_{Crít}(10) =$	
$N_{Rk} = 2530 \times 275 / 1,05 = 66262 \text{ N}$; $N_{Ed} = -17823 \text{ N}$	
$C_{my} = 0,60$; $C_{mz} = 0,90$; $k_{zy} = 0,442$; $k_{zz} = 0,689$	
$i(\text{Comb.:}10) = 18769,6 / (0,63 \times 2530 \times 275 / 1,05) + 0,69 \times 18321706 / \{1 \times 119400 \times 275 / 1,05\} = 0,449$	
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1	
CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)	
Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra	
Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed} = 15428,2 \text{ N}$ Combinación :20	
Area eficaz a corte : $A_{y,v} = 842 \text{ mm}^2$	
Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd} = 842 \times 275 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 127319 \text{ N}$ Ec.8	
$i(20) = 15428 / 127319 = 0,12$ Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural	
Sección : 0 / 20	
INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION	
Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 62 %	
XII - 8	

Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid)	
Estructura : Caseta de riego	
RELACION DE BARRAS FUERA DE	
Todas las barras cumplen	
	XII - 9

Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid)	
Estructura : Caseta de riego	
TODOS LOS DESPLAZAMIENTOS SOLICITADOS DE LOS NUDOS CUMPLEN.	
	XII - 10

Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid)		
Estructura : Caseta de riego		
PLACAS DE ANCLAJE		
Nudo :	1	
DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE ANCLAJES- COMPROBACION- :		
PLACA BASE	330 x 350 x 18 mm.	
CARTELAS	100 x 350 x 8 mm.	
ANCLAJES PRINCIPALES	2 Ø 20 de 121 mm. en cada paramento.	
COMPROBACIONES :		
HORMIGON		
$\sigma_{\text{hormigón}}(18) = 10 \times (4 \times 100 \times (10 \times 1 + 13 \times (.5 \times 0,35 - 0,05))) / (35 \times 0,33 (0.875 \times 35 - 5)) = 2,7$		N/mm ²
		(Res. Portante = 30
ESPESOR PLACA BASE		
$\sigma_{\text{acero placa}}(18) = 10 \times (6 \times 0.001 \times 13566 / 1,8^2)$		=251,2
		(límite = 275
ANCLAJE		
Tracción máxima en anclajes (18) = 31,59 kN		
Indice tracción rosca del anclaje (18) = 0,29		
Long. anclaje EC-3 = 121 mm.		(Tens. Adherencia EC-3 = 1
ESPESOR DE LA CARTELA		
$\sigma_{\text{flexión}}(18) = 53,5 \text{ N/mm}^2$		(límite = 275
(n) : n - Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada		
Nudo :	2	
DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE ANCLAJES- COMPROBACION- :		
PLACA BASE	330 x 350 x 18 mm.	
CARTELAS	100 x 350 x 8 mm.	
ANCLAJES PRINCIPALES	2 Ø 20 de 119 mm. en cada paramento.	
COMPROBACIONES :		
HORMIGON		
$\sigma_{\text{hormigón}}(16) = 10 \times (4 \times 100 \times (10 \times 1 + 13 \times (.5 \times 0,35 - 0,05))) / (35 \times 0,33 (0.875 \times 35 - 5)) = 2,6$		
		(Res. Portante = 30
ESPESOR PLACA BASE		
$\sigma_{\text{acero placa}}(10) = 10 \times (6 \times 0.001 \times 12400 / 1,7^2)$		=257,4
		(límite = 275
ANCLAJE		
Tracción máxima en anclajes (16) = 31,01 kN		
		XIII - 1

Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid)	
Estructura : Caseta de riego	
PLACAS DE ANCLAJE	
Indice tracción rosca del anclaje (16) = 0,28	
Long. anclaje EC-3 = 119 mm.	(Tens. Adherencia EC-3 = 1
ESPESOR DE LA CARTELA	
$\sigma_{flexión}(16) = 52,5 \text{ N/mm}^2$	(límite = 275
(n) : n - Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada	
$\sigma_{acero\ placa} = 6 \times M_{m\acute{a}x} / (\text{Espesor placa})^2$	
XIII - 2	

Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmí (Valladolid)						
Estructura : Caseta de riego						
ZAPATAS.						
Nudo : 1						
DIMENSIONES Y TENSIONES DE CALCULO DEL HORMIGON (AUTODIMENSIONADO)						
Zapata rígida de hormigón en masa						
LY (m.)	LZ (m.)	HX (m.)	Lepy (m.)	Lepz (m.)	DepY (m.)	
1,40	1,30	0,80	0,23	0,23	0,00	
fctd (N/mm ²)		fcv (N/mm ²)				
1,20		0,14				
COMBINACION :12						
Combinación más desfavorable para : vuelco + deslizamiento						
Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata						
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m						
RXz (kN.)	RYz (kN.)	RZz (kN.)	MZz (kNm.)	MYz (kNm.)		
48,62	11,11	0,00	22,52	0,00		
Tensiones del terreno en vértices de zapata						
σa	σb	σc	σd			
0,00	0,10	0,10	0,00			
Seguridad a vuelco y deslizamiento						
CSV	CSD					
1,51	2,19					
Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.						Armaduras y
MFy-	MFy+	σ (máx)	Qy-	Qy+	τ	Ai,y (cm ²) As,y (cm ²)
-19,02	6,42	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00 0,00
MFz-	MFz+	σ (máx)	Qz-	Qz+	τ	Ai,z (cm ²) As,z (cm ²)
-2,28	-2,28	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00 0,00
COMBINACION :19						
Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + Arm. superior + tension media terreno + tension max. terreno						
Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata						
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m						
RXz (kN.)	RYz (kN.)	RZz (kN.)	MZz (kNm.)	MYz (kNm.)		
48,62	11,11	0,00	22,52	0,00		
Tensiones del terreno en vértices de zapata						
σa	σb	σc	σd			
0,00	0,10	0,10	0,00			

Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid)							
Estructura : Caseta de riego							
ZAPATAS.							
Seguridad a vuelco y deslizamiento							
CSV	CSD						
1,51	2,19						
Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y							
MFy-	MFy+	σ (máx)	Qy-	Qy+	τ	Ai,y(cm ²)	As,y(cm ²)
-19,02	6,42	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MFz-	MFz+	σ (máx)	Qz-	Qz+	τ	Ai,z(cm ²)	As,z(cm ²)
-2,28	-2,28	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COMBINACION :21							
Combinación más desfavorable para : cortante maximo							
Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata							
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m							
RXz(kN.)	RYz(kN.)	RZz(kN.)	MZz(kNm.)	MYz(kNm.)			
47,54	4,57	0,00	8,21	0,00			
Tensiones del terreno en vértices de zapata							
σ a	σ b	σ c	σ d				
0,01	0,05	0,05	0,01				
Seguridad a vuelco y deslizamiento							
CSV	CSD						
4,05	5,21						
Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y							
MFy-	MFy+	σ (máx)	Qy-	Qy+	τ	Ai,y(cm ²)	As,y(cm ²)
-6,97	2,35	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MFz-	MFz+	σ (máx)	Qz-	Qz+	τ	Ai,z(cm ²)	As,z(cm ²)
-2,10	-2,10	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nudo : 2							
DIMENSIONES Y TENSIONES DE CALCULO DEL HORMIGON (AUTODIMENSIONADO)							
Zapata rígida de hormigón en masa							
LY (m.)	LZ (m.)	HX (m.)	Lepy(m.)	Lepz(m.)	DepY(m.)		
1,40	1,30	0,80	0,23	0,23	0,00		
fctd(N/mm ²)	fcv(N/mm ²)						

Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid)							
Estructura : Caseta de riego							
ZAPATAS.							
1,20	0,14						
COMBINACION :10							
Combinación más desfavorable para : vuelco							
Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata							
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m							
RXz (kN.)	RYz (kN.)	RZz (kN.)	MZz (kNm.)	MYz (kNm.)			
48,27	-10,67	0,00	-22,33	0,00			
Tensiones del terreno en vértices de zapata							
σa	σb	σc	σd				
0,10	0,00	0,00	0,10				
Seguridad a vuelco y deslizamiento							
CSV	CSD						
1,51	2,26						
Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y							
MFy-	MFy+	σ (máx)	Qy-	Qy+	τ	Ai, y (cm ²) As, y (cm ²)	
6,42	-18,84	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00 0,00	
MFz-	MFz+	σ (máx)	Qz-	Qz+	τ	Ai, z (cm ²) As, z (cm ²)	
-2,22	-2,22	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00 0,00	
COMBINACION :14							
Combinación más desfavorable para : deslizamiento							
Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata							
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m							
RXz (kN.)	RYz (kN.)	RZz (kN.)	MZz (kNm.)	MYz (kNm.)			
47,58	-12,02	0,00	-20,62	0,00			
Tensiones del terreno en vértices de zapata							
σa	σb	σc	σd				
0,09	0,00	0,00	0,09				
Seguridad a vuelco y deslizamiento							
CSV	CSD						
1,62	1,98						
Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y							
MFy-	MFy+	σ (máx)	Qy-	Qy+	τ	Ai, y (cm ²) As, y (cm ²)	
6,42	-16,75	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00 0,00	
MFz-	MFz+	σ (máx)	Qz-	Qz+	τ	Ai, z (cm ²) As, z (cm ²)	

Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término							
Estructura : Caseta de riego							
ZAPATAS.							
-2,12	-2,12	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COMBINACION :17							
Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + tension media terreno + tension max. terreno							
Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata							
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m							
RXz (kN.)	RYz (kN.)	RZz (kN.)	MZz (kNm.)	MYz (kNm.)			
48,27	-10,67	0,00	-22,33	0,00			
Tensiones del terreno en vértices de zapata							
σ a	σ b	σ c	σ d				
0,10	0,00	0,00	0,10				
Seguridad a vuelco y deslizamiento							
CSV	CSD						
1,51	2,26						
Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y							
MFy-	MFy+	σ (máx)	Qy-	Qy+	τ	Ai, y (cm ²)	As, y (cm ²)
6,42	-18,84	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MFz-	MFz+	σ (máx)	Qz-	Qz+	τ	Ai, z (cm ²)	As, z (cm ²)
-2,22	-2,22	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COMBINACION :20							
Combinación más desfavorable para : Arm. superior							
Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata							
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m							
RXz (kN.)	RYz (kN.)	RZz (kN.)	MZz (kNm.)	MYz (kNm.)			
47,58	-12,02	0,00	-20,62	0,00			
Tensiones del terreno en vértices de zapata							
σ a	σ b	σ c	σ d				
0,09	0,00	0,00	0,09				
Seguridad a vuelco y deslizamiento							
CSV	CSD						
1,62	1,98						
Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y							
MFy-	MFy+	σ (máx)	Qy-	Qy+	τ	Ai, y (cm ²)	As, y (cm ²)
6,42	-16,75	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
							XIII - 6

Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid)								
Estructura : Caseta de riego								
ZAPATAS.								
MFz-	MFz+	σ (máx)	Oz-	Oz+	τ	Ai,z (cm ²)	As,z (cm ²)	
-2.12	-2.12	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
COMBINACION :21								
Combinación más desfavorable para : cortante maximo								
Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata								
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m								
RXz (kN.)	RYz (kN.)	RZz (kN.)	MZz (kNm.)	MYz (kNm.)				
47.31	-4.57	0.00	-9.22	0.00				
Tensiones del terreno en vértices de zapata								
σ a	σ b	σ c	σ d					
0.05	0.00	0.00	0.05					
Seguridad a vuelco y deslizamiento								
CSV	CSD							
3.59	5.18							
Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.							Armaduras v	
MFv-	MFv+	σ (máx)	Ov-	Ov+	τ	Ai,v (cm ²)	As,v (cm ²)	
2.96	-7.50	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
MFz-	MFz+	σ (máx)	Oz-	Oz+	τ	Ai,z (cm ²)	As,z (cm ²)	
-2.06	-2.06	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
							XIII - 7	

Proyecto : Plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmí (Valladolid)			
Estructura : Caseta de riego			
MEDICIONES.			
BARRAS			
TIPO	DIMENSION	LONG. (m)	Peso (kg.)
IPE	160	7,01	110,6
I HEA	120	6,7	133,1
Subtotal			243,7
PLACAS DE ANCLAJE			
CHAPA			PESO (Kg.)
# 8			8,8
# 17			30,9
Subtotal			39,7
ANCLAJES v BULONES			
REDONDO		LONG. (m)	PESO (Kg.)
Ø 20		3,46	8,6
Subtotal			8,6
ZAPATA :1			
	MEDICION		PRECIO
EXCAVACION	1,5		36,4
HORMIGON	1,5		174,8
ACERO	17,1		600,1
Subtotal			811,3
ZAPATA :2			
	MEDICION		PRECIO
EXCAVACION	1,5		36,4
HORMIGON	1,5		174,8
ACERO	17,1		600,1
Subtotal			811,3
			XVI - 1

2. Instalación de riego

El método de riego seleccionado para la plantación es el riego localizado por goteo, como se indica en el Anexo III. Alternativas. Este sistema implica la aplicación de agua a baja presión, distribuida de manera continua y en pequeñas cantidades a través de goteros.

El agua de riego provendrá del pozo existente en la finca, que tiene un caudal de 35 l/s a una profundidad de 70 metros, y está completamente autorizado por la Confederación Hidrográfica del Duero (CHD). Tanto la gestión como el mantenimiento de la instalación serán completamente automatizados para lograr una mayor eficiencia.

La parcela tiene una topografía mayormente plana y regular. Debido a las dimensiones y geometría de la parcela, se dividirá en dos sectores de riego. La tubería principal seguirá la dirección del lado más largo de la parcela.

Se instalarán los dispositivos de fertilización necesarios para llevar a cabo la fertiirrigación y cubrir las necesidades de la plantación.

2.1. Red de distribución de tuberías

La red de distribución de tuberías de la plantación en proyecto está formada por tuberías principales, terciarias y laterales o portagoteros.

1. **Tubería principal:** es la tubería que conduce el agua de riego desde el cabezal de riego hasta las tuberías terciarias, abastece toda la plantación frutal.
2. **Tuberías terciarias:** es la tubería que alimenta de agua de riego a las tuberías laterales o portagoteros dentro de una subunidad.
3. **Tuberías laterales o portagoteros:** es la tubería que lleva conectada los emisores de riego.

Una unidad de riego se define como la porción de tierra que recibe agua de la tubería terciaria desde un único punto de control o regulación de presión, a través de un regulador de presión o una válvula.

2.2. Materiales

Las tuberías van a ser de PVC, ya que en diámetros superiores a 63 mm resulta más económico. Las tuberías laterales portaemisores serán de polietileno, mientras que la tubería de impulsión será de acero galvanizado.

Las tuberías principales, como las secundarias y terciarias se enterrarán a 1 m de profundidad para proteger la red de distribución su posible degradación, y así evitar su deterioro por el paso de la maquinaria en la explotación. Además, se añadirá arena de fondo (10 cm) en las zanjas donde se van a enterrar las tuberías, luego se recubrirán con la tierra propia de la excavación, hasta 15 cm por encima de la generatriz del tubo.

2.3. Emisor

Los goteros o emisores son los dispositivos encargados de verter el agua al suelo en forma de gotas continuadas.

En el Anejo IV. Ingeniería del proceso se determinó que se colocarán dos ramales portagoteros por cada fila de árboles, separados 1 m entre sí. Los goteros de cada ramal irán situados 0.50 m antes de cada árbol y otro 0.50 m después.

Se van a emplear goteros autocompensantes pinchados de 2.20 L/h. Las características de los emisores se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Características de los emisores.

Característica	Abreviatura	Valor
Caudal nominal	q	2.20 L/h
Rango de presiones de trabajo	p	10.00 - 50.00 m.c.a.
Curva caudal-presión	q	$q = 2.1228 \cdot h^{0.0275}$
Coeficiente de variación de fabricación	CV	0.035

Los emisores se van a instalar sobre la tubería en un orificio practicado previamente en la misma. Son autolimpiantes y distribuyen el agua por una sola salida (orificio de salida de mm, riesgo bajo de obstrucción).

2.4. Dimensionamiento de la instalación de riego

2.4.1. Diseño de las subunidades de riego

Se denomina subunidad de riego a la superficie dominada por un regulador de presión, constituida por una tubería terciaria y un conjunto de ramales portagoteros. Diseñar el riego con diferentes subunidades, permite reducir los caudales necesarios, por lo que se reducirá el coste de la instalación y se da más tiempo de recuperación al acuífero que abastece el pozo.

La parcela objeto del proyecto se va a dividir en 2 subunidades de riego, como se puede ver en el Plano 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.

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.

2.4.2. Ramales portagoteros

El principal objetivo 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 los emisores aporten la misma cantidad de agua. Para conseguir este objetivo son necesarias dos condiciones de diseño.

- Que los emisores sean de buena calidad, para que no haya diferencias en sus caudales por errores de fabricación.
- Que la presión del agua se los más parecida en todos los emisores.

Los goteros autocompensantes no tienen una presión de trabajo definida, sino un rango de presiones donde el caudal es constante. Por ello, se debe limitar la caída de presiones para mantener un rango que garantice la uniformidad del caudal. Para

proceder con el cálculo de la red de riego, se va a estimar una presión de trabajo de 15 m.c.a. y una variación máxima de 6 m.c.a., es decir, que podrá oscilar entre 9 y 21 m.c.a.

Otro criterio para el cálculo de la variación máxima de presiones es económico. Se conoce que el coste mínimo de la instalación se produce cuando el 55 % de las pérdidas de carga admisibles en la subunidad se producen en los ramales portagoteros, mientras que el 45 % restante se produce en la tubería terciaria. En base a esta condición, las pérdidas de carga admisibles en un ramal portagoteros horizontal se determinan mediante la siguiente fórmula:

$$hr \text{ admisible} = 0.55 * dH = 0.55 * 6 \text{ m.c.a.} = 3.30 \text{ m.c.a.}$$

Las pérdidas de carga que se producen en el ramal portagoteros deben ser, como máximo, iguales al valor calculado antes. Las pérdidas de carga se determinan del siguiente modo:

$$hr = J * F * Lf$$

Siendo:

hr: pérdidas de carga en el ramal portagoteros (m.c.a.).

J: pérdidas de carga unitarias (m.c.a./m).

F: factor de Christiansen.

Lf: longitud ficticia del ramal (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 279.35 m.

El factor de Christiansen se halla tabulado: para $l_0 = l$, $\beta = 1.75$ y $n = 94$, F toma el valor de 0.369.

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 279.35 m, la longitud ficticia es de 307.29 m.

Para los ramales portagoteros se emplearán tuberías de polietileno de baja densidad de 20 mm de diámetro exterior y 17.20 mm de diámetro interior, que trabajarán a una presión de 40.8 m.c.a. Para el ramal más largo, de 279.35 m y 94 emisores, el caudal total es de 206.8 L/h o, o que es lo mismo, $5.74 * 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$.

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:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{4 * Q}{\pi * D^2} = \frac{4 * 5.74 * 10^{-5}}{\pi * 0.0172^2} = 0.25 \text{ m/s}$$

Siendo:

Q: caudal que circula por la tubería (m^3/s).

v: velocidad del agua en el interior de la tubería (m/s).

A: área de la sección interna de la tubería (m^2).

d: diámetro interior de la tubería (m).

La velocidad del agua dentro de la tubería es de 0.25 m/s. Una vez calculada, se ha de determinar el número de Reynolds, mediante la siguiente fórmula:

$$Re = \frac{v * D}{\vartheta} = \frac{0.25 * 0.0172}{1.007 * 10^{-6}} = 4222.80$$

Siendo:

Re: número de Reynolds, adimensional

ϑ : coeficiente de viscosidad cinemática del agua a 20 °C ($1.007 * 10^{-6}$ m²/s).

Para números de Reynolds superiores a 3000 pero inferiores a 100000 se puede emplear la fórmula de Blasius para determinar las pérdidas de carga unitarias, como se puede observar a continuación:

$$J = 0.473 * \frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}} = 0.473 * \frac{206.8^{1.75}}{17.2^{4.75}} = 0.00722 \text{ m.c.a./m}$$

Siendo:

J: pérdidas de carga unitarias (m.c.a./m).

Q: caudal que circula por la tubería (L/h).

D: diámetro interior de la tubería (mm).

Una vez obtenidos los parámetros anteriores se hallan las pérdidas de carga totales:

$$hr = J * F * Lf = 0.00722 * 0.369 * 307.29 = 0.82 \text{ m.c.a.}$$

Se debe cumplir que $h_r \leq h_{r \text{ admisible}}$. Dado que 0.82 m.c.a. es menor que 3.30 m.c.a se verifica la condición de economía de la instalación.

El procedimiento anterior se aplica a cada uno de los ramales portagoteros de las subunidades de riego, como se puede ver en la tabla 4. Además, se observa que todos los ramales cumplen la condición de uniformidad.

Tabla 4. Cálculo de los ramales de cada subunidad de riego.

Sub-unidad	Ramal	N.º Iguales	Características de la tubería				Características del tramo				Pérdidas de carga		
			Material	Øext (mm)	Øint (mm)	P nom (m.c.a)	Caudal (l/h)	Longitud (m)	N.º emisores	F	V(m/s)	J(m.c.a/m)	Hr(m.c.a)
1	1	39	PEBD	20.0	17.2	40.8	171.6	231.03	78	0.369	0.21	0.005206	0.48820
	2	39	PEBD	20.0	17.2	40.8	171.6	231.50	78	0.369	0.21	0.005206	0.48919
	3	39	PEBD	20.0	17.2	40.8	171.6	231.50	78	0.369	0.21	0.005206	0.48919
	4	39	PEBD	20.0	17.2	40.8	171.6	231.50	78	0.369	0.21	0.005206	0.48919
	5	39	PEBD	20.0	17.2	40.8	171.6	231.50	78	0.369	0.21	0.005206	0.48919
	6	39	PEBD	20.0	17.2	40.8	171.6	231.50	78	0.369	0.21	0.005206	0.48919
	7	39	PEBD	20.0	17.2	40.8	171.6	231.50	78	0.369	0.21	0.005206	0.48919
	8	39	PEBD	20.0	17.2	40.8	171.6	231.50	78	0.369	0.21	0.005206	0.48919
	9	38	PEBD	20.0	17.2	40.8	167.2	229.09	76	0.369	0.20	0.004975	0.46258
	10	37	PEBD	20.0	17.2	40.8	162.8	221.78	74	0.369	0.19	0.004748	0.42740
	11	35	PEBD	20.0	17.2	40.8	154.0	211.78	70	0.369	0.18	0.004308	0.37031
	12	33	PEBD	20.0	17.2	40.8	145.2	198.94	66	0.369	0.17	0.003886	0.31382
	13	31	PEBD	20.0	17.2	40.8	136.4	185.66	62	0.369	0.16	0.003484	0.26252
	14	28	PEBD	20.0	17.2	40.8	123.2	165.67	56	0.369	0.15	0.002915	0.19603
	15	21	PEBD	20.0	17.2	40.8	92.4	125.31	42	0.369	0.11	0.001762	0.08963

Sub- unidad	Ramal	N.º Iguales	Características de la tubería				Características del tramo				Pérdidas de carga		
			Material	Øext (mm)	Øint (mm)	P nom (m.c.a)	Caudal (l/h)	Longitud (m)	N.º emisores	F	V(m/s)	J(m.c.a/m)	Hr(m.c.a)
2	1	39	PEBD	20.0	17.2	40.8	171.6	233.19	78	0.369	0.21	0.005206	0.49276
	2	39	PEBD	20.0	17.2	40.8	171.6	235.00	78	0.369	0.21	0.005206	0.49658
	3	40	PEBD	20.0	17.2	40.8	176	241.08	80	0.369	0.21	0.005442	0.53251
	4	42	PEBD	20.0	17.2	40.8	184.8	252.18	84	0.369	0.22	0.005927	0.60668
	5	42	PEBD	20.0	17.2	40.8	184.8	253.98	84	0.369	0.22	0.005927	0.61101
	6	44	PEBD	20.0	17.2	40.8	193.6	262.06	88	0.369	0.23	0.006430	0.68392
	7	47	PEBD	20.0	17.2	40.8	206.8	279.35	94	0.369	0.25	0.007216	0.81824
	8	35	PEBD	20.0	17.2	40.8	154.0	211.44	70	0.369	0.18	0.004308	0.36972
	9	27	PEBD	20.0	17.2	40.8	118.8	164.75	54	0.369	0.14	0.002735	0.18293
	10	22	PEBD	20.0	17.2	40.8	96.8	134.78	44	0.369	0.12	0.001912	0.10457
	11	18	PEBD	20.0	17.2	40.8	79.2	105.17	36	0.369	0.09	0.001345	0.05744
	12	13	PEBD	20.0	17.2	40.8	57.2	76.42	26	0.369	0.07	0.000761	0.02361
	13	8	PEBD	20.0	17.2	40.8	35.2	46.50	16	0.369	0.04	0.000325	0.00614
	14	2	PEBD	20.0	17.2	40.8	8.8	14.12	4	0.369	0.01	0.000029	0.00016

2.4.3. Tuberías terciarias

Las tuberías terciarias son las encargadas de transportar el agua desde la tubería principal hasta los ramales portagoteros. Se van a emplear tuberías de PVC y presión de trabajo máxima de 60 m.c.a., que irán enterradas a una profundidad de 1.10 m sobre lecho de grava.

Para cumplir con el criterio económico planteado en el cálculo de los ramales portagoteros, las pérdidas de carga máximas admisibles en las tuberías terciarias deben ser del 45% de la máxima variación de presión admisible dH . Por lo tanto, se tiene que:

$$hr \text{ admisible} = 0.45 * dH = 0.45 * 6 \text{ m.c.a.} = 2.7 \text{ m.c.a.}$$

A continuación, se muestra el cálculo aplicado a la tubería terciaria que porta mayor caudal, que es la que abastece a los ramales portagoteros de la subunidad 2. El caudal de dicha tubería es de 206.8 L/h y porta 94 emisores. La longitud de dicha terciaria es de 280 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 2.2 m/s, empleando para ello la siguiente fórmula:

$$D = \sqrt{0.236 * Q} = \sqrt{0.236 * 2116.4} = 22.35 \text{ mm}$$

Siendo:

D: diámetro óptimo de la tubería terciaria (mm).

Q: caudal que circula por la tubería (L/h)

El diámetro de la tubería debe ser, al menos, de 22.35 mm. Se debe escoger una tubería de diámetro superior, por lo que, se elige la tubería de 32 mm de diámetro exterior y 29 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:

$$Hr \text{ terciarias} = J * F * Lf$$

Siendo:

hr terciarias: pérdidas de carga en las terciarias (m.c.a.).

J: pérdidas de carga unitarias (m.c.a./m.)

F: factor de Christiansen.

Lf: longitud ficticia de la terciaria (m).

El factor de Christiansen se halla tabulado: para $lo = l$. $\beta = 1.80$ y $n > 300$. F toma el valor de 0.357.

La longitud ficticia (Lf) 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:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{4 * Q}{\pi * D^2} = \frac{4 * 0.000587}{\pi * 0.029^2} = 0.89 \text{ m/s}$$

Donde :

Q: caudal que circula por la tubería (m³/s).

v: velocidad del agua en el interior de la tubería (m/s).

A: área de la sección interna de la tubería (m²).

D: diámetro interior de la tubería (m).

La velocidad del agua dentro de la tubería es de 0.89 m/s. Una vez calculado, se procede a determinar el número de Reynolds, mediante la siguiente fórmula:

$$Re = \frac{v * D}{\vartheta} = \frac{0.89 * 0.029}{1.007 * 10^{-6}} = 25630.59$$

Siendo:

Re: número de Reynolds (adimensional).

v: velocidad del agua en el interior de la tubería (m/s).

D: diámetro interior de la tubería (m).

ϑ : coeficiente de viscosidad cinemática del agua a 20 °C (1.007·10⁻⁶ m²/s).

Para números de Reynolds comprendidos entre 4000 y 10⁷, en tuberías de PVC, la fórmula más adecuada para el cálculo de las pérdidas de carga es la de Veronesse-Datei, cómo se observa a continuación:

$$J = \frac{0.00092}{D^{4.8}} * Q^{1.8} = \frac{0.00092}{0.029^{4.8}} * 0.000587^{1.8} = 0.0033 \text{ m. c. a./m}$$

Siendo:

J: pérdidas de carga unitarias (m.c.a./m).

Q: caudal que circula por la tubería (m³/s).

D: diámetro interior de la tubería (m).

Una vez determinados los parámetros anteriores, se calculan las pérdidas de carga totales:

$$H_{terciarias} = J * F * L_f = 0.0033 * 0.357 * 308 = 0.36 \text{ m. c. a.}$$

Se debe cumplir que $h_r \leq h_r$ admisible. Dado que 0.36 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 5.

Tabla 5. Cálculo de las tuberías terciarias.

Subunidad	Características de la tubería				Características del tramo				Pérdidas de carga		
	Material	Øext (mm)	Øint (mm)	P nom (m.c.a)	Caudal (L/h)	Longitud (m)	N.º salidas	F	V (m/s)	J (m.c.a/m)	Hr (m.c.a)
1	PVC	110.0	107.0	40.8	2186.8	232	994	0.357	0.92	0.003585	0.3266
2	PVC	110.0	107.0	40.8	2116.4	280	836	0.357	0.89	0.003372	0.3708

2.4.4. Tubería principal

La tubería principal se encarga de transportar el agua desde el final del cabezal de riego hasta cada una de las tuberías terciarias. Al igual que en las tuberías terciarias, se van a emplear tuberías de PVC de 60 m.c.a. enterradas a una profundidad de 1 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 dos tramos, dicha tubería partirá del pozo situado en el extremo de la parcela.

Para el dimensionamiento de la tubería se va a seguir el criterio de que el agua que transporta no sobrepase la velocidad de 2.2 m/s. empleando para ello la siguiente fórmula:

$$D = \sqrt{0.236 * Q} = \sqrt{0.236 * 4303.2} = 31.87 \text{ mm}$$

Siendo:

D: diámetro óptimo de la tubería terciaria (mm).

Q: caudal que circula por la tubería (L/h).

El diámetro de la tubería debe ser, al menos, de 31.87 mm. Se debe escoger una tubería de diámetro superior, por lo que, se elige una tubería de 40 mm de diámetro exterior y 36 de diámetro interior.

Las pérdidas de carga que se producen en la tubería principal se determinan mediante la siguiente fórmula:

$$H_{\text{terciarias}} = J * F * a$$

Siendo:

hr principal: pérdidas de carga en la tubería principal (m.c.a.).

J: pérdidas de carga unitarias (m.c.a./m).

L: longitud de la tubería principal (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:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{4 * Q}{\pi * D^2} = \frac{4 * 0.001195}{\pi * 0.036^2} = 1.17 \text{ m/s}$$

Donde :

Q: caudal que circula por la tubería (m³/s).

v: velocidad del agua en el interior de la tubería (m/s).

A: área de la sección interna de la tubería (m²).

D: diámetro interior de la tubería (m).

La velocidad del agua dentro de la tubería es de 1.17 m/s. Una vez calculado, se procede a determinar el número de Reynolds, mediante la siguiente fórmula:

$$Re = \frac{v * D}{\vartheta} = \frac{1.17 * 0.036}{1.007 * 10^{-6}} = 41970.68$$

Siendo:

Re: número de Reynolds (adimensional).

v: velocidad del agua en el interior de la tubería (m/s).

D: diámetro interior de la tubería (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:

$$J = \frac{0.00092}{D^{4.8}} * Q^{1.8} = \frac{0.00092}{0.036^{4.8}} * 0.001195^{1.8} = 0.0043 \text{ m. c. a./m}$$

Siendo:

J: pérdidas de carga unitarias (m.c.a./m).

Q: caudal que circula por la tubería (m³/s).

D: diámetro interior de la tubería (m).

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.

$$Hr = J * L * a = 0.0043 * 245 * 1.15 = 1.21 \text{ m. c. a.}$$

2.5. Diseño del cabezal de riego

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

- Filtros de arena: su misión es retener las partículas minerales y orgánicas que puedan contener el agua y que puedan obstruir los goteros.
- Equipo de fertirrigación: el fertilizante se inyecta después de los filtros de arena para evitar crear en ellos un ambiente rico en nutrientes que pueda favorecer el desarrollo de algunos microorganismos.
- Filtros de malla: filtran la arena arrastrada por el agua y las impurezas, precipitados, etc., que puedan contener o provocar los fertilizantes.
- Contador de agua: es el último elemento del cabezal para que no se vea afectador por las impurezas del agua.
- Dispositivos de control.

2.5.1. Datos iniciales

Para realizar 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.

No se van a poner en funcionamiento todos los sectores de riego al mismo tiempo, sino que lo harán de forma individual. Por ello, se considera que el caudal que va a circular por el cabezal de riego coincide con el mayor caudal de la subunidad 2, que es 2116.4 L/h, es decir, 0.000587 m³/s. Dicho caudal se va a aumentar en un 15 % para prever posible fugas, obteniendo un caudal de 0.000676 m³/s.

La presión que ha de tener el agua deber ser tal que compense las pérdidas de carga máximas de la instalación, que se producen en el último ramal portagoteros de la subunidad, con 5.75 m.c.a. de pérdidas de carga. Por lo tanto, para que la presión del último gotero del último ramal de la subunidad sea de 21 m.c.a., la presión a la salida del cabezal de riego ha de ser, al menos, de 26.75 m.c.a.

2.5.2. Filtro de arena

El filtro de arena se encarga de realizar el primer filtrado del agua, eliminando los contaminantes orgánicos, como algas, bacterias y restos vegetales; e inorgánicos, como las arenas, limos y arcillas.

El dispositivo consta de un depósito metálico o plástico lleno de arena silíceo o granítica. El agua, que penetra por un orificio en la parte superior del depósito, atraviesa la arena y sale por un colector situado en la parte baja, El depósito dispone de una abertura en la parte superior para realizar el mantenimiento de la arena.

El espesor de la capa de arena debe ser, como mínimo, de 45 cm. El fabricante de los emisores recomienda emplear un filtro de arena de 120 mesh.

Para el dimensionamiento del filtro de arena se aplica el criterio de que la velocidad del agua no supere los 60 m/h y un caudal de 60 m³/h por m² de superficie filtrante, aplicando la siguiente fórmula:

$$S = \frac{Q}{v} = \frac{30.28}{60} = 0.505 \text{ m}^2$$

Siendo:

S: superficie filtrante (m²).

Q: caudal (m³/h).

v: velocidad máxima del agua (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:

$$S = \frac{0.34}{2} = 0.17 \text{ m}^2$$

El diámetro de los filtros se determina mediante la siguiente fórmula:

$$D = \sqrt{\frac{4 * S}{\pi}} = 0.56 \text{ m}$$

Siendo:

D: diámetro del filtro de arena (m).

S: superficie filtrante (m²).

Se instalarán dos filtros en paralelo de 0.50 m de diámetro, con un espesor de la capa de arena de, al menos, 56 cm.

Las pérdidas de carga que se producen en este tipo de filtros sí dependen del grado de limpieza que presente el material filtrante, en este caso, la capa de arena. En un filtro con la arena limpia su pérdida puede ser del orden de 1 a 2 m.c.a., mientras que cuando la arena se colma de sedimentos, el valor de la pérdida de carga que sufre el flujo de agua al paso por el filtro puede aumentar hasta los 4 o 6 m.c.a. Para determinar el momento en el que es necesaria la limpieza se instalarán dos tomas de manómetro, una a la entrada y otra a la salida de cada filtro, con el fin de determinar las presiones de las pérdidas de carga.

Ambos filtros estarán equipados con una válvula de tres vías que permita invertir el sentido del flujo de agua para limpiar cada filtro con el agua limpia procedente del otro. La limpieza de los mismos debe realizarse cuando se detecten pérdidas de carga superiores a 2 m.c.a. y, al final de la campaña, empleando cloro para evitar el desarrollo de microorganismos.

2.5.3. 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 que proviene 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 obstruyen 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 mínimo de orificio de la malla de 100 mesh.

La velocidad del agua recomendada en el interior del filtro es de 1440 m/h, es decir, 0.4 m/s y para este caso, el caudal por cada m² de área de filtro es de 446 m³/h (según Pizarro). La superficie de la malla se calcula en función del caudal a filtrar, que se va a incrementar un 20% en concepto de margen de seguridad, obteniendo así un caudal de 42 m³/h. De modo que, la superficie filtrante de los filtros de malla será la siguiente:

$$\text{Superficie filtrante} = \frac{42 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * 1.2}{446 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 0.113 \text{ m}^2$$

La superficie filtrante de los filtros de malla debe ser de al menos 0.11 m².

Se va a instalar un filtro de malla de cuerpo metálico arenado, con elementos filtrados de acero inoxidable, 4" de diámetro, 0.11 m² de superficie, una malla de 100 mesh y luz de malla de 120 – 160 micras con función protectora y anticorrosiva.

Las pérdidas de carga que sufre el flujo de agua al paso por un filtro de malla se encuentran entre 1 – 3 m.c.a. cuando están limpios. Cuando se saturan y no se limpian regularmente, las pérdidas de carga pueden aumentar hasta los 5 – 7 m.c.a., de ahí la importancia de realizar una limpieza periódica de la superficie de malla en dichos filtros.

2.5.4. Equipo de fertirrigación

La aplicación de fertilizantes se realizará mediante fertirrigación, que consiste en la aplicación de abonos disueltos en el agua de riego a los cultivos, bien sean abonos líquidos o solubles en agua.

El equipo de fertirrigación está compuesto por cuatro depósitos de 1000 L de capacidad de polietileno de alta densidad, un inyector de fertilizante, agitadores, válvulas de control y filtros.

El inyector se encargará de introducir y dosificar los fertilizantes en el agua de riego, estará 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 monofásico de 184 W (0.25 CV). El inyector irá colocado entre el filtro de arena y el filtro de malla, para evitar la introducción de precipitados en la red de riego.

Al finalizar cada etapa de fertirrigación, se dejará circular el agua limpia, sin ningún fertilizante, para limpiar el circuito.

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

2.5.5. Automatización del sistema de riego

Se va a instalar en el cabezal de riego un programador electrónico para automatizar y controlar el riego y la fertirrigación. El programa se va a encargar de abrir y cerrar las electroválvulas de las subunidades de riego cuando sea necesario.

El programador debe reunir una serie de características:

- Controlar el arranque y la parada del grupo impulsor.
- Control sobre las electroválvulas en función del caudal suministrado.
- Control volumétrico de fertilización. Accionará las válvulas del depósito y controlará el tiempo de abonado, que no debe ser superior al 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/CD de 24 V para alimentar las electroválvulas.

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

2.6. Dimensionamiento de la instalación de bombeo

2.6.1. Tubería de aspiración

El diseño de la tubería de aspiración se va a hacer teniendo en cuenta el caso más desfavorable. La longitud de la tubería de aspiración es de 15 m.

La tubería de aspiración va a ser de PVC, con un diámetro nominal de 110 mm y una presión nominal de 0.63 MPa.

Las pérdidas de carga desde donde se extrae el agua hasta el grupo de bombeo se calculan mediante la siguiente ecuación:

$$H = J * L * 1.05$$

Siendo:

H: pérdidas de carga en la tubería de aspiración.

J: gradiente de pérdidas de carga en la tubería de aspiración (0.05150359).

L: longitud de la tubería.

1.05: pérdida de carga singular en la tubería de aspiración.

Aplicando la ecuación anterior, se obtiene:

$$H = 0.05150359 * 15 * 1.05 = 0.81 \text{ m.c.a.}$$

Las pérdidas de carga en la tubería de aspiración serán de 0.81 m.c.a.

2.6.2. Cálculo de las necesidades de la bomba

2.6.2.1. Altura manométrica

La bomba es la encargada de mandar agua a presión por toda la red de riego para que esta empiece a gotear de manera proporcional por todo el equipo.

Según el aforo realizado en la finca, se obtiene un caudal de 35 l/s a 70 m de profundidad.

La presión a la salida del cabezal de riego debe ser de 26.75 m.c.a. A esta presión se deben sumar las pérdidas de carga producidas en el cabezal de riego. que se detallan a continuación:

- Altura tubería de aspiración: 0.81 m.c.a.
- Filtros de arena: 3 m.c.a.
- Filtro de malla: 3.5 m.c.a.
- Contador: 2 m.c.a.
- Valvulería: 5 m.c.a.

- Inyector de fertilizante: 6 m.c.a.
- Elementos singulares: (10 % de lo anterior) 2.03 m.c.a.

La altura manométrica se obtiene como la suma de las pérdidas de carga anteriores y la presión necesaria a la salida del cabezal, dando como resultado, 49.09 m.c.a.

Potencia necesaria

La potencia teórica de la bomba se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$P = \frac{Q * H}{75 * \eta * \eta_M}$$

Siendo:

Q: caudal que debe impulsar la bomba (L/s).

H: altura manométrica de impulsión (m.c.a.).

η : rendimiento característico de la bomba.

η_M : rendimiento característico de la bomba.

Aplicando los valores correspondientes, se obtiene:

$$P = \frac{14.56 * 48.09}{75 * 0.9 * 0.88} = 11.79 CV = 8.67 kW$$

2.6.3. Descripción de la bomba

Se va a seleccionar una bomba sumergida cuyo modelo es SP95-8 con una potencia de 37 kW. La conexión de la acequia con la columna de anillos de hormigón se realizará mediante tubería de PVC.

2.7. Valvulería y accesorios

Detrás de la bomba se situará una ventosa, que será trifuncional.

Se colocará una válvula de retención después de la bomba, siguiendo a la ventosa y a la toma rápida de manómetro, para impedir el retorno del agua.

Se colocarán válvulas de compuerta al principio y 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 tipo Woltman, con emisor de impulsos para la automatización por volúmenes de la instalación y cuantificación de caudales máximos, medios instantáneos, así como volúmenes parciales y totales por unidades y para toda la instalación.

La instalación irá dotada de codos de 90°, TE normales, TE reducidas, conos de reducción, manguitos de unión, portabridas, bridas, racores y collarines de toma necesarios.

3. Instalación eléctrica

3.1. Legislación aplicable

Para la realización del proyecto se ha cumplido la siguiente normativa:

- REBT 842/2002: Reglamento electrotécnico de baja tensión e Instrucciones técnicas complementarias.
- Instrucción Técnica Complementaria del Real Decreto 1053/2014.
- Modificación del REBT e ITC del 17 enero de 2020
- Normas NI de Iberdrola.
- EN-IEC 60 269-1(UNE): Fusibles de baja tensión.
- EN-IEC 60 947-2:1996(UNE - NP): Aparata de baja tensión. Interruptores automáticos.
- EN-IEC 60 947-2:1996 (UNE - NP) Anexo B: Interruptores automáticos con protección incorporada por intensidad diferencial residual.
- EN-IEC 60 947-3:1999: Aparata de baja tensión. Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles.
- EN 60 898 (UNE - NP): Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreintensidades.
- UNE 20-434-90: Sistema de designación de cables.
- UNE 20-435-90 Parte 2: Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones de 1 a 30kV.
- UNE 20-460-90 Parte 4-43: Instalaciones eléctricas en edificios. Protección contra las sobreintensidades.
- UNE 20-460-90 Parte 5-54: Instalaciones eléctricas en edificios. Puesta a tierra y conductores de protección.
- UNE 20-460-94 Parte 5-523: Intensidades admisibles en los cables y conductores aislados.

3.2. Descripción general de la instalación

El suministro eléctrico se hará mediante 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 encargada de la instalación de la acometida, que está compuesta por el transformador de alta en baja tensión, el cable de enlace de transformador con la instalación interior y la Caja de Protección y Medida, que alojará el contador, situados en el poste donde esté instalado el transformador.

De la Caja de Protección y Medida (CPM) parte la Derivación Individual (DI), que termina en el Cuadro General de Mando y Protección (CGMP), situado en el interior de la caseta de riego. El mismo contiene los dispositivos de control y seguridad de los distintos circuitos de la instalación eléctrica.

La instalación eléctrica constará de tres circuitos diferenciados. Uno estará dedicado a la bomba de riego, otro será de fuerza, al que irán conectados el resto de los dispositivos del sistema de riego y los enchufes de la caseta de riego, y el tercero se destina para el 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. Componentes de la instalación eléctrica

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

3.3.1. Acometida

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

3.3.2. Instalación de enlace

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

CGP+M: Cuadro General de Protección (CGP) + Contador (M)

La instalación de enlace es para un solo usuario, de modo que el Cuadro General de Protección (CGP) y el equipo de medida (M) se van a instalar en el mismo lugar, careciendo, por tanto, de línea general de alimentación.

El CGP y el M se ubicarán sobre la fachada exterior del edificio a 1 m del suelo. Los elementos de protección instalados en el CGP son fusibles cortacircuitos.

Derivación individual:

La derivación individual es la parte de la instalación eléctrica que parte del equipo de medida y suministra energía al usuario.

ICP+MP: Interruptor de Control de Potencia (ICP) y Dispositivos Generales de Mando y Protección (MP)

Los Dispositivos Generales de Mando y Protección (MP) se van a instalar en el punto de entrada de la derivación individual en una caja independiente junto con el Interruptor de Control de Potencia (ICP).

Los MP serán los siguientes:

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

3.3.3. Instalación interior

La instalación se va a subdividir en varios circuitos de forma que las perturbaciones originadas por averías que pueden producirse en un punto de ellas afecten solamente a ciertas partes de la instalación, para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les proceden.

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

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

3.4. Necesidades de potencia

3.4.1. Alumbrado

Iluminación natural

Para determinar la superficie necesaria en ventanas que se necesitan para cubrir las necesidades de iluminación natural de la caseta se utiliza la siguiente ecuación:

$$Sv = \frac{E}{Ee} * \frac{S}{r * R * f}$$

Siendo:

Sv: superficie en ventanas (m²)

E: intensidad lumínica necesaria en el local (lux)

Ee: intensidad lumínica exterior, 5000 lux

S: superficie de la estancia a iluminar (m²)

r: coeficiente de rendimiento de la estancia, 0.60

R: coeficiente de conservación de la ventana, 0.70

f: factor dependiente de la existencia o no de edificaciones próximas, 0.50

La intensidad lumínica mínima necesaria para la actividad que se va a desarrollar en la estancia a iluminar es de 120 lux (Norma DIN 5035). La superficie de la estancia a iluminar es de 7 x 4 m, es decir, 28 m².

Por lo que, la superficie de la ventana será la siguiente:

$$Sv = \frac{120}{5000} * \frac{28}{0.60 * 0.70 * 0.50} = 3.2 \text{ m}^2$$

La superficie en ventanas de la caseta de riego debe ser mínimo de 3.2 m². En este valor se incluye la superficie de lunas y la parte metálica de las ventanas (hojas, herrajes, ...).

Por ello, se decide instalar dos ventanas de 2 x 1 metros en la caseta de riego.

Iluminación artificial

Se instalarán dos puntos de iluminación tipo LED de 13 W. Este tipo de bombillas suponen un ahorro superior al 85 % en el consumo de luz. La duración de la bombilla es muy elevada y contribuye a reducir los gastos de mantenimiento de la instalación, ya

que no es necesario reemplazar las bombillas con tanta frecuencia. Emite una luz de alta calidad según pone de manifiesto su índice de reproducción cromática superior a 80.

La iluminación exterior de la caseta se hará mediante un proyector LED de 80 W de potencia y protección IP 66.

3.4.2. Fuerza

El sistema de automatización del riego tendrá un consumo de 50 W.

La bomba de riego tiene una potencia de 37 kW. La bomba de inyección de fertilizante tiene una potencia de 184 W. El factor de potencia de ambas bombas es de 0.85. Por otra parte, el sistema de automatización del riego tiene un consumo de 50 W.

Se van a instalar dos enchufes monofásicos para la conexión de máquinas y herramientas auxiliares de uso eventual. Cada uno de los enchufes proporcionará una potencia de 2500 W.

3.4.3. Potencia total

La potencia total requerida por los circuitos de fuerza se calcula mediante la siguiente fórmula. Se consideran un coeficiente de simultaneidad para los enchufes de 0.7.

$$P_{fuerza} = 37000 + 184 + 50 + 2 * 2500 * 0.7 = 40734 W$$

Se considera un rendimiento del conjunto de la instalación de fuerza del 80 %, por lo tanto, la potencia consumida será la siguiente:

$$P_{fuerza\ consumida} = \frac{40734 W}{0.8} = 50917.5 W$$

Las necesidades totales de potencia se calculan con la suma de la potencia de la instalación de fuerza consumida y la potencia necesaria para el alumbrado.

$$P_{total} = 50917.5 + (2 * 13) + 80 = 51023.5 W = 51.02 kW$$

La potencia total aparente se calcula dividiendo la potencia total entre el factor de potencia 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 de 0.85. A continuación, se muestra el cálculo de la potencia total aparente:

$$P_{aparente} = \frac{51.02}{0.85} = 60.02 kW$$

La potencia total aparente es de 60.02 kW.

3.5. Criterios de cálculo

Para la línea aérea de unión del transformador con la CPM se emplearán cables de tipo RZ de aluminio con fiador de acero.

Se considerará como origen de la instalación la salida del transformador, y se aplicarán como caídas de tensión máximas admisibles las de un 3 % para alumbrado y un 5 % para otros usos.

Los conductores empleados en la instalación interior tendrán una tensión asignada no inferior a 450/700 V y los tubos cumplirán lo establecido en la ITC-BT-21.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor estarán dimensionados para una intensidad no inferior al 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Si alimentan a varios motores estarán dimensionados para una intensidad que sea la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia más la intensidad a plena carga de todos los demás.

El cálculo de la sección mínima se realizará mediante los criterios de intensidad de corriente y caída máximas admisible de tensión. Para el primer criterio es necesario conocer la intensidad de cálculo que recorra la línea, empleando para ello la siguiente fórmula:

$$I = \frac{1.25 * P}{K * U * \cos \varphi}$$

Siendo:

P: potencia de cálculo (W).

K: coeficiente de corrección, 1 en monofásico y $\sqrt{3}$ en trifásico.

U: tensión nominal, 230 V en monofásico y 400 V en trifásico.

$\cos \varphi$: factor de potencia.

Conocida la intensidad de cálculo, se determina la intensidad de diseño, dividiendo la primera entre una serie de factores correctores, específicos de cada situación de línea.

Una vez calculada la intensidad de diseño, y en base a ésta, se determina la sección óptima del cable mediante las tablas correspondientes presentes en el REBT.

A continuación se calcula la caída de tensión de la línea mediante la siguiente fórmula:

$$e = \frac{l * 1,25 * P}{\gamma * U * S}$$

Siendo:

l: longitud de la línea (m).

P: potencia de cálculo (W).

γ : conductividad eléctrica ($m/(\Omega \cdot mm^2)$).

U: tensión nominal, 230 V en monofásico y 400 V en trifásico.

s: sección del conductor (mm^2).

3.6. Cálculo de la instalación

A continuación se van a calcular los diferentes circuitos eléctricos de la instalación.

3.6.1. Cálculo del circuito de la bomba

Es necesario calcular la intensidad que circula por la línea, para ello se emplea la fórmula mencionada anteriormente:

$$I = \frac{1.25 * P}{K * U * \cos \varphi} = \frac{1.25 * 37000}{\sqrt{3} * 400 * 0.85} = 78.54 A$$

La intensidad que circula por el circuito de la bomba es de 78.54 A.

Una vez que ha sido determinada la intensidad de cálculo se halla la intensidad de diseño, considerando una serie de coeficientes. Se va a emplear un coeficiente de corrección por temperatura de 0.96, hoy para temperaturas de 45 °C y un coeficiente de corrección por agrupamiento de 0.75, para cuatro conductores. La intensidad de diseño se observa a continuación:

$$I_{diseño} = \frac{78.54 A}{0.96 * 0.75} = 109.08 A$$

Se van a emplear conductores individuales de tipo H07V-K (AS), fabricados con cobre electrolítico como material conductor y XLPE de material aislante termoestable, que tolera temperaturas de 90 °C. Se considera que el método de instalación es de tipo B según el REBT (conductores aislados en montaje en tubo superficial).

El diámetro mínimo que se puede emplear en este caso, según la tabla del REBT correspondiente, es de 35 mm².

A continuación, se realiza la comprobación por caída de tensión, mediante la fórmula expresada anteriormente, considerando una longitud del conductor de 10 m, como se puede ver a continuación:

$$e = \frac{l * 1.25 * P}{\gamma * U * S} = \frac{10 * 1.25 * 37000}{44 * 400 * 35} = 0.75 V \rightarrow \frac{0.75 V}{400 V} * 100 = 0.18 \%$$

La caída de tensión producida en el conductor es del 0.18% que es menor de 5%, por lo que cumple la condición.

Por tanto el circuito de la bomba estará formado por cuatro conductores, 3 de fase en color marrón, negro y gris y uno de neutro en color azul, de conductores tipo de 35 mm² de sección.

3.6.2. Cálculo del circuito de alumbrado

En primer lugar es necesario calcular la intensidad que circula por la línea, como se observa a continuación:

$$I = \frac{P}{K * U * \cos \varphi} = \frac{106}{1 * 230 * 0.85} = 0.54 A$$

La intensidad que circula por el circuito de alumbrado es de 0.54 A.

Una vez determinada la intensidad de cálculo se halla la intensidad de diseño, considerando una serie de coeficientes. Se va a emplear un coeficiente de corrección

por temperatura de 0.96, para temperaturas de 45 °C y un coeficiente de corrección por agrupamiento de 0.80, para 2 conductores. La intensidad de diseño se observa a continuación:

$$I_{\text{diseño}} = \frac{0.54 A}{0.96 * 0.80} = 0.71 A$$

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 14 m, como se puede ver a continuación:

$$e = \frac{2 * L * P}{\gamma * U * S} = \frac{2 * 14 * 106}{44 * 230 * 1.5} = 0.20 V \rightarrow \frac{0.20 V}{230 V} * 100 = 0.09 \%$$

La caída de tensión producida en el conductor es del 0.09 %, que es menor de 3 %, por lo que cumple con la condición.

Por tanto, el circuito de alumbrado estará formado por dos conductores, uno de color marrón para la fase y uno de neutro en color azul, de conductores tipo H07V-K (AS) de 1.5 mm² de sección.

3.6.3. Cálculo del circuito de fuerza

En primer lugar es necesario calcular la intensidad que circula por la línea, como se observa a continuación:

$$I = \frac{1.25 * 184 + 50 + 2 * 2500 * 0.7}{1 * 230 * 0.85} = 19.34 A$$

La intensidad que circula por el circuito de fuerza es de 19.34 A.

Una vez determinada la intensidad de cálculo se halla la intensidad de diseño, considerando una serie de coeficientes. Se va a emplear un coeficiente de corrección por temperatura de 0.96, para temperaturas de 45 °C y un coeficiente de corrección por agrupamiento de 0.80, para 2 conductores. La intensidad de diseño se observa a continuación:

$$I_{\text{diseño}} = \frac{19.34 A}{0.96 * 0.80} = 25.18 A$$

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 15 m, como se puede ver a continuación:

$$e = \frac{l \cdot 1.25 \cdot P}{\gamma \cdot U \cdot S} = \frac{15 \cdot 1.25 \cdot 3700}{44 \cdot 230 \cdot 4} = 1.71 \text{ V} \rightarrow \frac{1.71 \text{ V}}{230 \text{ V}} * 100 = 0.75 \%$$

La caída de tensión producida en el conductor es del 0.75 %, que es menor de 5 %, por lo que cumple con la condición.

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

3.6.4. Cálculo de la derivación individual

La derivación individual conecta la Caja de Protección y Medida (CPM), situada en el poste donde está instalado el transformador, con el Cuadro General de Mando y Protección (CGMP), situado en el interior. Se trata, pues, de una línea trifásica de corto recorrido.

El cálculo se realiza de la misma forma que los circuitos interiores de la caseta de riego, pero considerando la potencia total de la instalación.

En primer lugar es necesario calcular la intensidad que circula por la línea, como se observa a continuación. Se considera un circuito trifásico a 400 V.

$$I = \frac{P \text{ TOTAL}}{K \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{1.25 \cdot (37000 + 184 + 50 + 2500 \cdot 2 \cdot 0.7) + 106}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.85} = \frac{51023.5 \text{ A}}{588.90} = 86.64 \text{ A}$$

La intensidad que circula por la derivación individual es de 86.64 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 de 1.00 para temperatura del terreno distinta de 25°C, un coeficiente de 1.00 para resistividad térmica del terreno de 1Km/W, un coeficiente de corrección de 1.00 por agrupamiento y un coeficiente de corrección de 1.00 por profundidad de 0.70 metros en zanja

$$I_{\text{diseño}} = \frac{86.64 \text{ A}}{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1} = 86.64 \text{ A}$$

Se va a emplear cable multiconductor de tipo RZ1-K (AS), de tensión asignada 0.6/1 kV, fabricados con cobre electrolítico como material conductor, XLPE de material aislante de los conductores y poliolefina termoplástica tipo DMZ-E.

Se obtiene una intensidad de 86.64 A por lo que se podría utilizar una sección de 25 mm.

A continuación se realiza la comprobación por caída de tensión, considerando una longitud del conductor de 4 m, como se puede ver a continuación:

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma \cdot U \cdot S} = \frac{2 \cdot 4 \cdot 51023.5}{44 \cdot 400 \cdot 25} = 0.93 \text{ V} \rightarrow \frac{0.93 \text{ V}}{400 \text{ V}} * 100 = 0.23 \%$$

La caída de tensión producida en el conductor es del 0.23 %, que es menor de 1.0 %, por lo que cumple con la condición.

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

3.6.5. 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.

$$I = \frac{P_{TOTAL}}{K \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{1.25 \cdot (37000 + 184 + 50 + 2500 \cdot 2 \cdot 0.7) + 106}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.85} = \frac{51023.5 \text{ A}}{588.90} = 86.64 \text{ A}$$

La intensidad que circula por la línea es de 86.64 A.

Una vez determinada la intensidad de cálculo se halla la intensidad de diseño, considerando una serie de coeficientes. Se va a emplear un coeficiente de corrección por temperatura de 0.96, para temperaturas de 45 °C y un coeficiente de corrección por agrupamiento de 0.80, para 4 conductores. La intensidad de diseño se observa a continuación:

$$I_{\text{diseño}} = \frac{86.64 \text{ A}}{0.96 \cdot 0.80} = 112.81 \text{ A}$$

Se va a emplear cable multiconductor de tipo RZ1-K (AS), de tensión asignada 0.6/1 kV, fabricados con cobre electrolítico como material conductor para los conductores de fase y fiador de almelec (aleación aluminio, silicio y magnesio) para el neutro, y XLPE de material aislante.

El diámetro mínimo que se puede emplear en este caso, según la tabla del REBT correspondiente, es de 35 mm². Se va a emplear un cable formado por 3 conductores de 35 mm² de aluminio para las fases, y fiador de almelec de 50 mm² de sección para el neutro.

A continuación se realiza la comprobación por caída de tensión, considerando una longitud del conductor de 4 m, como se puede ver a continuación:

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma \cdot U \cdot S} = \frac{2 \cdot 4 \cdot 51023.5}{27.3 \cdot 400 \cdot 35} = 1.06 \text{ V} \rightarrow \frac{1.06 \text{ V}}{400 \text{ V}} \cdot 100 = 0.27 \%$$

La caída de tensión producida en el conductor es del 0.27 %, que es menor de 0.5%, por lo que cumple con la condición.

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

3.6.6. Toma de tierra

Según la instrucción MI BT-03 toda nueva edificación que cuente con instalación eléctrica debe disponer de toma de tierra de protección. La toma de tierra debe disponer de lo siguiente:

- Línea de enlace con tierra, formada por un anillo de cobre trenzado desnudo de sección 35 mm², dispuesto en el fondo de la cimentación (en este caso en el perímetro de la losa de cimentación).
- 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:

$$R = 2 * \frac{\rho}{L}$$

Donde:

R: resistencia máxima del terreno (Ω).

ρ : resistencia real del terreno (Ω/m). Se estima en 500 Ω/m .

L: longitud de la pica (m).

Se estima una resistencia máxima del terreno de 37 Ω , ya que la instalación no va a contar con pararrayos, según la NTE. La longitud del anillo conductor de tierra enterrado horizontalmente es de 22 metros.

Por lo que, se calcula la resistencia del anillo de la toma de tierra:

$$R_{anillo} = 2 * \frac{500}{22} = 45.45 \Omega$$

Una vez conocido este valor, se procede al cálculo del número de picas que van a ser necesarias en la instalación:

$$\frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{R_{anillo}} + \frac{1}{R_{picas}} \rightarrow R_{picas} = \frac{1}{\frac{1}{37} - \frac{1}{45.45}} = 199.01 \Omega$$

$$\frac{1}{R_{picas}} = n * \frac{1}{R_{picas}} \rightarrow \frac{1}{199.01} = n * \frac{1}{\frac{\rho}{L}} \rightarrow \frac{500}{199.01 * 2} = 1.26 \sim 2 \text{ picas}$$

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

3.6.7. Transformador

A partir de la potencia aparente, y considerando un rendimiento del 80 %, se calcula la potencia del transformador a instalar:

$$P_{transformador} = \frac{60.02 \text{ kV}}{0.80} = 75.03 \text{ kV}$$

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

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

Se conectarán todos los herrajes y masas a tierra. La puesta a tierra estará constituida por un anillo difusor de cobre de 50 mm² de sección y dos picas de acero revestido de cobre. La conexión del centro de transformación a la red de tierra se realizará igualmente con cable de cobre desnudo de 50 mm². La profundidad mínima de enterrado del anillo será de 0.60 m y deberá separarse un mínimo de 1.50 m de las aristas del poste.

La cimentación se realizará con hormigón, considerando terreno normal con coeficiente de compresibilidad de 12 kg/cm² y esfuerzo útil del poste de 1000 daN. Las dimensiones de la cimentación serán de 1.20 x 1.20 x 1.50 m.

3.7. Intensidades de cortocircuito en media tensión

Para el cálculo de las intensidades de cortocircuito la empresa distribidora proporciona el valor de la potencia de cortocircuito en el punto de enganche, que es de 350 MVA.

La intensidad en el primario máxima de un cortocircuito en el lado de media tensión se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot u_p}$$

Donde:

I_{ccp}: intensidad de cortocircuito en el primario (A).

S_{cc}: potencia de cortocircuito de la red (MVA).

U_p: tensión en el primario (kV).

Aplicando la fórmula anterior, la intensidad de cortocircuito en el lado de media tensión es:

$$I_{ccp} = \frac{350 \text{ MVA}}{\sqrt{3} \cdot 20} = 10.10 \text{ MVA} \rightarrow 10103 \text{ A}$$

La intensidad de cortocircuito en el primario es de 10103 A.

3.8. 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:

$$R = \frac{\rho * L}{S}$$

Donde:

R: resistividad en fase (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 (m).

S: Sección del conductor de fase (mm^2).

Una vez conocida la resistencia de fase se calcula la intensidad de cortocircuito, empleando al siguiente fórmula:

$$I_{ccp} = \frac{0.8 * U}{R}$$

Donde:

I_{cc}: intensidad de cortocircuito (A).

U: tensión de alimentación de fase a neutro (V).

R: resistencia de fase entre el punto considerado y la alimentación (Ω).

A continuación se calculan las intensidades de cortocircuito para la línea general de alimentación y para la derivación individual.

3.8.1. Intensidad del cortocircuito de la línea general de alimentación

La línea general de alimentación está constituida por un cable de aluminio de 10 mm^2 de sección y longitud 4 m. Por tanto, la resistencia de fase será la siguiente:

$$R_{LGA} = \frac{\rho * L}{S} = \frac{0.029 * 4}{10} = 0.012 \Omega$$

La resistencia de fase es de 0.012 Ω . Una vez calculada la resistencia de fase se determina la intensidad de cortocircuito, como se puede ver a continuación:

$$I_{ccp LGA} = \frac{0.8 * U}{R} = \frac{0.8 * 230}{0.012} = 15862.07 A$$

La intensidad de cortocircuito de la línea general de alimentación es de 15862 A

3.8.2. Intensidad de cortocircuito de la derivación individual

La derivación individual está constituida por un cable de cobre de 10 mm² de sección y longitud 4 m. Por tanto, la resistencia de fase será la siguiente:

$$R_{DI} = \frac{\rho * L}{S} = \frac{0.018 * 4}{10} = 0.0072 \Omega$$

La resistencia de fase es de 0.0072 Ω . Una vez calculada la resistencia de fase se determina la intensidad de cortocircuito, como se puede ver a continuación:

$$I_{ccp DI} = \frac{0.8 * U}{R} = \frac{0.8 * 230}{0.0072} = 25555.5 A$$

La intensidad de cortocircuito de la derivación individual es de 25555.5 A.

3.9. 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 15862 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.

3.10. Cuadro general de mando y protección (CGMP)

El cuadro general de mando y protección estará situado en el interior de la caseta de riego, anclado a la pared. Los elementos de protección instalados en dicho cuadro serán de corte omipolar con una tensión asignada de 230 V y posibilidad de accionamiento manual.

El cuadro general de mando y protección dispondrá de los siguientes elementos:

- Interruptor de control de potencia de 75 kW.
- Un interruptor automático magnetotérmico trifásico de 200 A y 400 V, curva C y poder de corte de 120 kA, que permite su accionamiento manual y protege todas las distribuciones contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Un interruptor diferencial automático trifásico de 225 A de intensidad, 300 mA de sensibilidad y 400 V de tensión nominal.
- Circuito de la bomba: interruptor automático magnetotérmico trifásico de 100 A de intensidad nominal, 230/400 V de tensión nominal, capaz de soportar intensidades de cortocircuito de 120 kA.

- Circuito de fuerza: interruptor automático magnetotérmico monofásico de 50 A de intensidad nominal, 230/400 V de tensión nominal, capaz de soportar intensidades de cortocircuito de 120 kA.
- Circuito de alumbrado: interruptor automático magnetotérmico monofásico de 16 A de intensidad nominal, 230/400 V de tensión nominal, capaz de soportar intensidades de cortocircuito de 120 kA.
- Placa identificativa del instalador.

3.11. Tarificación eléctrica

A continuación, se va a calcular una estimación aproximada de la tarifa básica de energía eléctrica. Este dato será de utilidad a la hora de realizar la evaluación económica del proyecto.

A causa de las necesidades de energía de la instalación, se contratará una tarifa de tipo 3.1 A, ya que es una tarifa de media o alta tensión, para una potencia contratada entre 15 – 450 kW y una tensión entre 1 – 36 kV.

La tarifa incluye 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.

Dicha tarifa tendrá una discriminación horaria, dividiendo el día en tres periodos: punta, llano y valle. En la tabla 6, se observan las horas que corresponde a cada periodo.

Tabla 6. Periodos de discriminación horaria.

	Punta	Llano	Valle
Invierno	17:00 a 23:00 h	8:00 a 17:00 h 23:00 a 24:00 h	0:00 a 8:00 h
Verano	10:00 a 15:00 h	8:00 a 10:00 h 15:00 a 24:00 h	0:00 a 8:00 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	Llano	Valle
Término de potencia (€/kW*día)	0.0997	0.0228
Término de energía (€/kWh)	0.1117	0.0844

El pago por alquiler de los equipos de medida es de 0.4583 €/día, considerando un contador trifásico de triple tarifa.

ANEJO VIII: Programación para la ejecución del proyecto

ÍNDICE ANEJO VIII

1. Introducción	4
2. Condicionantes	4
3. Actividades	4
4. Diagrama de Gantt	5
5. Grafo PERT	6

ÍNDICE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Diagrama Gantt del proceso de ejecución del proyecto.	6
Ilustración 2. Diagrama Gantt del proceso de ejecución del proyecto. (Camino crítico).6	
Ilustración 3. Grafo PERT.	7

1. Introducción

El objetivo del anejo es programar la ejecución del proyecto con el propósito de determinar el tiempo mínimo necesario para las obras y las labores de la plantación.

La realización de este estudio permite conocer el camino crítico de ejecución de la obra, que viene definido por las actividades en las que no se pueden producir cambios en los tiempos de ejecución, ya que supondría retrasos en la realización de las siguientes actividades y pérdida de recursos materiales y económicos.

La obra comenzará una vez concedidos los permisos y seleccionados los contratistas. Por ello, estas tareas previas deben demorarse lo menos posible en el tiempo, con el fin de no retrasar en exceso 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. Condicionantes

Se establecen una serie de condicionantes a la hora de llevar a cabo la ejecución de las obras.

- La jornada laboral será de 16 horas dividida en dos turnos.
- No se realizarán trabajos los fines de semana.
- Se tiene en cuenta un periodo de concesión de licencias y solicitud de permisos de 20 días.

3. Actividades

La organización de las actividades se debe hacer en un orden lógico y adecuado, con el fin de llevar a cabo cada una de ellas sin que se interpongan entre sí. La solicitud de los diferentes permisos y licencias necesarios para la realización del proyecto se harán antes del comienzo de las obras.

En la tabla 1, se muestran las actividades del proceso productivos, las fechas de inicio y fin, la duración de cada una.

Las actividades se encuentran descritas en los Anejos IV. Ingeniería del proceso y Anejo VII. Ingeniería de las obras.

Tabla 1. Actividades del proceso productivo y su duración.

N.º	Actividad	Inicio	Fin	Duración (días)
1	Solicitud de permisos	01/06/2023	28/06/2023	20
2	Replanteo general	29/06/2023	07/07/2023	7
3	Explicación edificaciones	10/07/2023	18/07/2023	7
4	Construcción caseta de riego	19/07/2023	17/08/2023	22

5	Instalación cabezal de riego	19/07/2023	05/09/2023	35
6	Instalación eléctrica	06/09/2023	04/10/2023	21
7	Instalación red de riego enterrada	05/10/2023	22/11/2023	35
8	Desfonde	23/11/2023	27/11/2023	3
9	Labores complementarias	28/11/2023	06/12/2023	7
11	Replanteo plantación	07/12/2023	14/12/2023	6
11	Recepción y preparación de la planta	01/04/2024	08/04/2024	6
12	Plantación	09/04/2024	17/04/2024	7
13	Instalación red de riego superficial	18/04/2024	08/05/2024	15
14	Riego de plantación	09/05/2024	09/05/2024	1
15	Revisión general	10/05/2024	15/05/2024	4
16	Colocación de protectores de troncos	16/05/2024	24/05/2024	7
17	Entutorado	27/05/2024	04/06/2024	7
18	Reposición de marras	05/06/2024	28/06/2024	18

La duración total de las actividades va a ser de 228 días.

4. Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt es una herramienta de planificación y gestión de proyectos, que se utiliza para visualizar las tareas y ordenar las actividades de la fase de ejecución de manera práctica.

El diagrama de Gantt se va a basar en tabla 1.

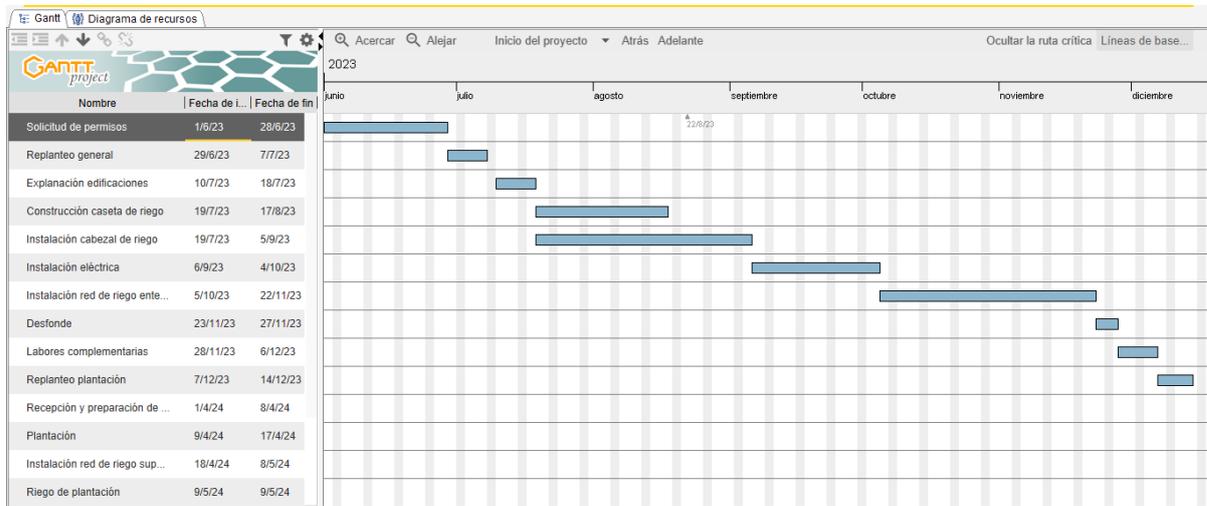


Ilustración 1. Diagrama Gantt del proceso de ejecución del proyecto.

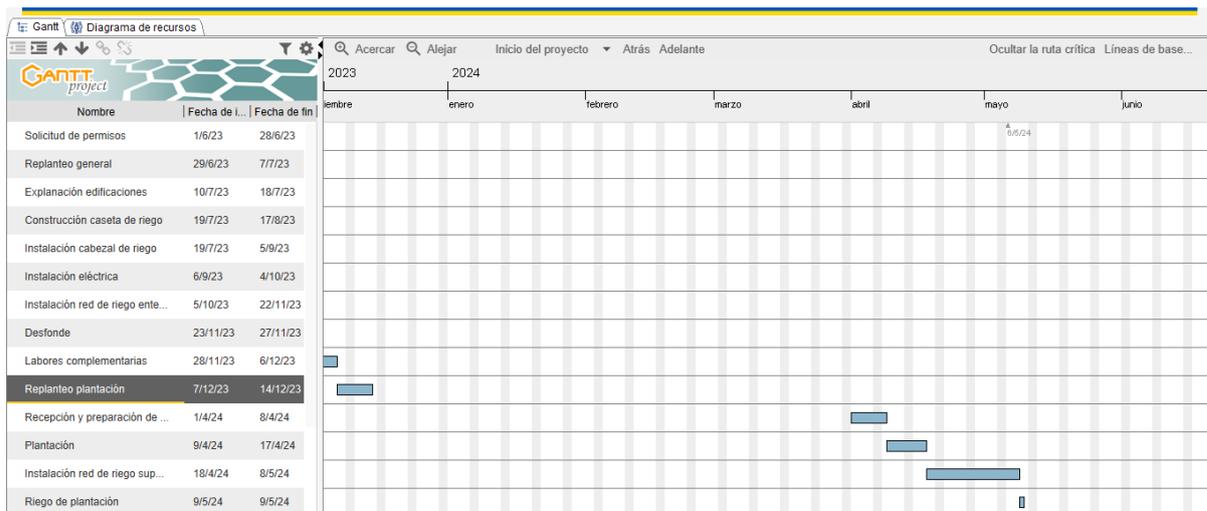


Ilustración 2. Diagrama Gantt del proceso de ejecución del proyecto. (Camino crítico).

5. Grafo PERT

El grafo PERT (Project Evaluation and Review Techniques) se utiliza para calcular la duración del proyecto y evaluar la importancia de las diferentes tareas. Se muestran en la ilustración 3 y 4.

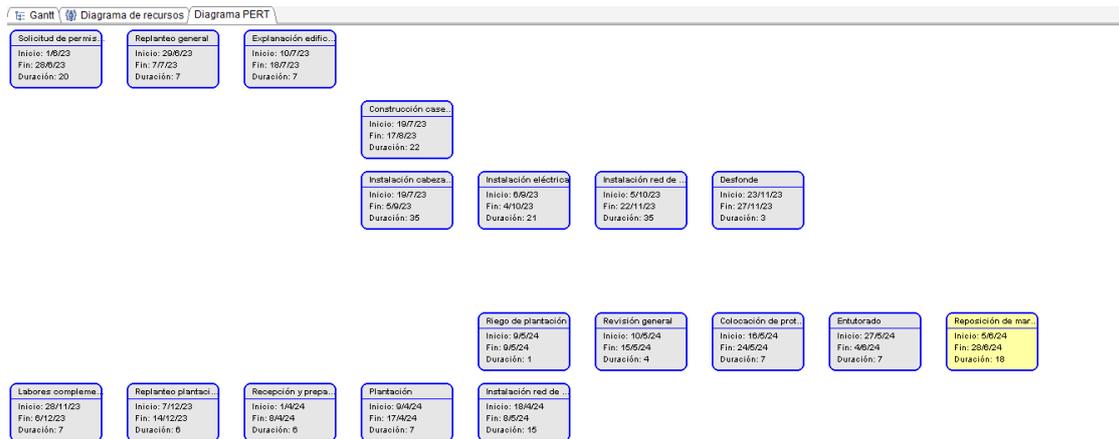


Ilustración 3. Grafo PERT.

Ambos gráficos han sido creados con el programa GanttProject.

ANEJO IX: Normas para la ejecución y explotación del proyecto

ÍNDICE ANEJO IX

1. Condiciones generales	5
1.1. Introducción	5
1.2. Aspectos que regula	5
2. Labores de cultivo.....	5
3. Maquinaria.....	5
3.1. Características.....	5
3.2. Destino de la maquinaria	5
3.3. Mantenimiento y averías.....	5
3.4. Seguridad personal y manejo	6
3.5. Reglamentación.....	6
4. Instalación de riego.....	6
5. Mano de obra	6
6. Materias primas	7
6.1. Material vegetal	7
6.1.1. Etiqueta.....	7
6.1.2. Factura	7
6.1.3. Garantía	7
6.2. Fertilizantes	7
6.2.1. Recomendaciones de aplicación	7
6.2.2. Fertiirrigación.....	8
6.2.3. Definiciones.....	8
6.2.4. Composición y pureza	9
6.2.5. Riqueza	9
6.2.6. Envases y etiquetas	9
6.2.7. Facturas	9
6.3. Fitosanitarios	9
6.3.1. Normativa.....	9
6.3.2. Envases y etiquetas	10
6.3.3. Facturas	10
6.3.4. Manejo	10
6.3.5. Fraudes.....	10
7. Medidas de seguridad e higiene y protección general	10
7.1. Riesgos mecánicos.....	10
7.2. Riesgos de incendios.....	10
7.3. Seguridad e higiene.....	11

8. Modificaciones..... 11

1. Condiciones generales

1.1. Introducción

Este anejo consiste en 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 próximos 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.

En el caso de no alcanzar los objetivos por el incumplimiento de las normas que aquí se exponen, así como las que se reflejan en los demás anejos y, especialmente, en el Pliego de Condiciones, no será 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 llevar a cabo de acuerdo a las normas contenidas en la memoria y anejos del presente proyecto, empleándose maquinaria y aperos específicos.

La tracción y maquinaria necesarias para las distintas operaciones de cultivo serán de la propia explotación, salvo en el caso de que se especifique su alquiler en el correspondiente apartado de la Memoria, los Anejos o el Pliego de Condiciones.

El titular de la explotación queda facultado para introducir aquellas innovaciones o modificaciones que estime 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 en 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 responsabilidad del propietario, que debe seguir las instrucciones del fabricante. 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 los ambientes agresivos.

Las averías producidas en la maquinaria alquilada por su uso en la explotación son responsabilidad de su propietario, así como los gastos de preparación. Para averías de reconocida complicación mecánica o eléctrica solo 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 el objetivo.

3.5. Reglamentación

Toda la maquinaria que intervenga tanto en la ejecución de la obra como en la explotación de la plantación debe tener su respectiva documentación. Los permisos de circulación e inspecciones técnicas, además de otros tipos de documentación obligatoria, deben estar debidamente actualizados.

4. Instalación de riego

En la instalación de riego se deberá garantizar el correcto funcionamiento de los goteros, evitando obstrucciones que puedan afectar la uniformidad del riego. Además, se deberá asegurar el óptimo funcionamiento de todo el sistema de riego, evitando el paso de maquinaria sobre las tuberías de PE.

Es importante mantener limpios los filtros en el cabezal de riego, procediendo a su limpieza cuando las pérdidas de carga superen los 4 m.c.a.

Se recomienda realizar una revisión semanal de la instalación de riego para verificar su correcto funcionamiento.

5. Mano de obra

En lo referente a la contratación, seguros sociales y descansos se ha de tener en cuenta la normativa vigente.

Las necesidades de mano de obra son detalladas en el Anejo correspondiente, donde se ha especificado que únicamente se va a contratar mano de obra eventual cuando sea necesaria, por lo que, la única persona fija será el promotor de la explotación.

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 los referente a la conservación de la naturaleza y del medio ambiente.

El propietario de la explotación ejercerá como capataz y ayudará en las labores de plantación, donde sea necesaria su presencia.

Su misión será la de regular y dirigir los trabajos, debiendo hacer constar la comprensión absoluta de éstos. Debe vigilar el estado de la plantación y de los elementos de trabajo, así como, de los trabajos realizados e inventarios del almacén. Estará capacitado para tomar decisiones acerca de posibles modificación en el programa productivo.

6. Materias primas

6.1. Material vegetal

Una vez recibido el material vegetal del vivero se debe conservar en un lugar fresco, con una temperatura que oscilará entre 11º y 12º C, y una humedad relativa del 80 %.

Cuando las plantas se reciben unos días antes del momento de plantación, se deben conservar a la sombra. Al tratarse de plantas con un pequeño tiesto lleno de tierra vegetal, aguantaran más tiempo que las tradicionales hasta el momento de su plantación.

Las plantas que se vayan a reservar para realizar la reposición de marras durante el verano deben ser conservadas a la sombra y regadas frecuentemente.

Las características del material vegetal se han de ajustar a lo especificado en el Anejo IV. Ingeniería del proceso, así como a las técnicas y métodos empleados en su recepción y plantación.

6.1.1. Etiqueta

El material vegetal que se emplee en la explotación debe estar certificado. La etiqueta correspondiente a este tipo de planta es de color azul, y en ella debe figurar la especie, la variedad, el patrón, el nombre del productor y el número de registro. Así mismo, en caso de que el material vegetal provenga del extranjero, deberá estar acompañado del respectivo pasaporte fitosanitario.

6.1.2. Factura

La factura debe ser lo suficientemente detallada. Se debe desglosar el importe del material por separado correspondiente a los 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.

6.1.3. Garantía

Si se detectara alguna anomalía durante la recepción de la planta, tales como plantas en mal estado o plantas de otra variedad, se debe avisar a la empresa que ha suministrado el material y será la encargada de sustituirlo por otro en buen estado, sin coste alguno para el promotor.

6.2. Fertilizantes

La fertilización es el proceso mediante el cual se aportan los nutrientes necesario para un desarrollo adecuado del pistacho. La fertilización tiene como finalidad el mantenimiento del nivel de fertilidad del suelo, mediante la restitución al suelo de las pérdidas de nutrientes, tanto las provocadas por la extracción por parte de la planta, como otras posibles pérdidas de elementos por procesos de lixiviación y retrogradación.

6.2.1. Recomendaciones de aplicación

En la fertilización hay que tener en cuenta una serie de recomendaciones:

- La incorporación de nutrientes en el suelo se realizará por medio de fertilizantes líquidos. Se debe respetar estrictamente las cantidades establecidas en el Anejo

IV. Ingeniería del proceso en lo relativo al aporte de fertilizantes en cada uno de los meses del año y años de entrada en producción.

- Una vez programadas las necesidades hídricas, el ordenador ajustará la dosis para evitar la formación de precipitados.
- El proceso se debe terminar siempre con agua, para limpiar las tuberías y los goteros de restos de abonos.

6.2.2. Fertiirrigación

Se van a emplear fertilizantes líquidos. Los fertilizantes específicos se detallan en el Anejo IV. Ingeniería del proceso.

Normas básicas de la fertiirrigación:

- 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 fertiirrigación, mejores serán los resultados.
- Al final de la campaña de riego se deberán limpiar los filtros y dar un lavado a las tuberías con una solución ácida.

6.2.3. Definiciones

Se deben tener en cuenta los siguientes términos en relación con los fertilizantes y su impacto en el medio ambiente. Se deben respetar las indicaciones que figuren en los envases, así como las indicaciones que den los técnicos responsables de la explotación.

- Contaminación: es la introducción de compuestos minerales de origen agrario en el medio acuático, directa o indirectamente, que tengan consecuencias que puedan poner en peligro la salud humana, perjudicar los recursos vivos y el ecosistema acuático, causar daños a los lugares de recreo u ocasionar molestias para otras actuaciones legítimas de las aguas.
- Contaminación difusa por nitratos: es el vertido indiscriminado del ion NO₃ en el suelo y consecuentemente en el agua, hasta alcanzar los 50 mg/L de concentración máxima admisible.
- Zonas vulnerables: superficies de territorio cuya escurrentía fluya hacia aguas que podrían verse afectadas por la contaminación.
- Fertilizante: cualquier sustancia que contenga uno o varios compuestos minerales y se aplique sobre el terreno para aumentar el crecimiento de la vegetación.
- Fertilizante químico: es cualquier fertilizante que se fabrique mediante un procedimiento industrial.
- Aplicación sobre el terreno: es la incorporación de sustancias al mismo, ya sea extendiéndolos sobre la superficie, inyectándolas en ella, mezclándolas con las capas superficiales del suelo o con el agua de riego.

6.2.4. Composición y pureza

Los fertilizantes que se van a utilizar deben cumplir las siguientes normas en cuanto a composición y pureza:

- Real Decreto 529/2023, de 20 de junio, sobre productos fertilizantes.
- Corrección de errores del Real Decreto 529/2023, de 20 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.

6.2.5. Riqueza

La riqueza de los productos empleados debe ser la indicada en el proyecto, al menos durante los seis primeros años de plantación.

Posteriormente se encargarán análisis foliares de manera periódica para analizar el contenido, y, si se producen variaciones considerables, se debe diseñar un programa de abonado distinto que se ajuste a las necesidades que se presenten en ese momento.

6.2.6. Envases y etiquetas

Los envases de los fertilizantes deben estar en buen estado. No se utilizarán aquellos cuyos envases estén dañados, ya que esto puede suponer algún cambio en la composición.

Las etiquetas de los envases deben ser perfectamente legibles, deben contener el nombre del producto y el contenido de éste en los distintos nutrientes.

No se utilizarán los productos cuya etiqueta esté en mal estado, bien sea rota o borrosa, ya que puede conllevar un fraude.

6.2.7. Facturas

Las facturas deben estar lo suficientemente detalladas. Se realizará una factura en la que se especificará cada tipo de fertilizante. En ella se debe contemplar el nombre del fertilizante que se ha vendido y la riqueza de éste. La factura se hará efectiva después de que se haya entregado el material.

6.3. Fitosanitarios

6.3.1. Normativa

Los productos fitosanitarios que se usen en la explotación deberán atenerse a la normativa oficial vigente, y en concreto a la siguiente normativa:

- Ley 43/2002, de 20 de noviembre, de sanidad vegetal.

- Directiva 2009/128/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de octubre de 2009, por la que se establece el marco de la actuación comunitaria para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas.
- Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios.

6.3.2. Envases y etiquetas

Los productos fitosanitarios deberán estar envasados, precintados y etiquetados. Los envases deberán reunir las condiciones necesarias para la buena conservación de la calidad del producto. No serán admitidas aquellas partidas que no reúnan las debidas garantías.

En el envase, precinto, etiqueta o en acta deberán ir consignados el número de registro del producto, el nombre del producto, la composición química, pureza y demás características del producto.

6.3.3. Facturas

Los datos que hace referencia el apartado anterior deberán ir consignados en las facturas.

6.3.4. Manejo

En el envase, etiqueta, precinto o acta adjunta, se harán constar los peligros a que están sujetos los manipuladores, las técnicas convenientes de empleo, dosis admisibles, época de empleo y además instrucciones que sean indispensables para su buen uso. Solo podrán manipular estos productos aquellos que posean el carnet reglamentario. Los envases vacíos se entregarán en un punto de recogida SIGFITO autorizado.

En ningún caso se utilizará la máquina empleada en tratamientos herbicidas para otra clase de tratamientos de igual o distinto tipo, sin antes limpiar los tanques, mangueras, tuberías y demás partes del aparato con agua abundante y limpia.

En el cuaderno de explotación se reflejarán todos los tratamientos realizados y sus características, así como los fertilizantes que se utilizan.

6.3.5. Fraudes

En caso de duda de la autenticidad de los productos fitosanitarios y/o etiquetas, se procederá a tomar muestras y realizar un análisis de modo análogo a como se ha indicado en el capítulo anterior relativo a los fertilizantes.

7. Medidas de seguridad e higiene y protección general

7.1. Riesgos mecánicos

Se ha de tener en cuenta los riesgos específicos de cada máquina y aplicar las medidas de seguridad oportunas, descritas en los manuales de uso de las propias máquinas.

7.2. Riesgos de incendios

Se definen en el presente anejo, las medidas a cumplir para obtener una protección que se ajuste, en la medida que sea aplicable, al Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico – Seguridad en Caso de Incendio (CTE-DB-SI).

Según la Norma, la característica de resistencia al fuego de la estructura ha de ser de R-30.

En la caseta de riego se instalará un extintor. Ha de ser de eficacia mínima 13A - 89B de tipo de polvo seco de 3 kg, colocado a una altura de 1,7 m del pavimento. El extintor se verificará periódicamente, cada tres meses como máximo, su accesibilidad y estado aparente. Cada seis meses se realizarán las operaciones previstas por el fabricante, y cada doce meses se verificarán por el personal especializado. Dicha visita se registrará en tarjetas unidas al extintor.

7.3. Seguridad e higiene

Todo el personal debe disponer periódicamente de ropa de trabajo adecuada a las condiciones precisas para las tareas a realizar. Igualmente se utilizará calzado adecuado.

Se dispondrá de taquillas y vestuarios homologados, aseos y duchas en una nave perteneciente al promotor.

Se dispondrá de botiquín de primeros auxilios dotado con los mínimos elementos necesarios, debiendo ser revisado al menos cada tres meses.

8. Modificaciones

El encargado de la explotación queda facultado para introducir las variaciones que estime conveniente, pero sin alterar los principios fundamentales que debe seguir la explotación expuestos en el presente proyecto.

ANEJO X: Justificación de precios

ÍNDICE ANEJO X

1. Movimiento de tierras.....	3
2. Cimentación.....	4
3. Estructura	5
4. Cerramientos	6
5. Cubierta.....	7
6. Carpintería y cerrajería	8
7. Cabezal de riego.....	10
8. Instalación de riego.....	13
9. Instalación eléctrica	16
10. Plantación.....	19
11. Maquinaria y Equipos	21
12. Seguridad y Salud	22

N.º	Código	Ud	Descripción		Total
1. Movimiento de tierras					
1.1	E02EAM010	m2	Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.		
	O01OA070	0,005 h.	Peón ordinario	10,240	0,05
	M05PN010	0,008 h.	Pala carg.neumát. 85 CV/1,2m3	33,610	0,27
		3,000 %	Costes indirectos	0,320	0,01
			Precio total por m2 .		0,33
1.2	ADE002	m³	Excavación a cielo abierto, en suelo de arena suelta, con medios mecánicos, y carga a camión. Criterio de valoración económica: El precio no incluye el transporte de los materiales excavados. Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras. Carga a camión de los materiales excavados.		
	mq01ret020b	0,072 h	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	40,900	2,94
	mo113	0,020 h	Peón ordinario construcción.	20,780	0,42
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	3,360	0,07
		3,000 %	Costes indirectos	3,430	0,10
			Precio total por m³ .		3,53

N.º	Código	Ud	Descripción		Total
2. Cimentación					
2.1	E04LE020	m2	Encofrado y desencofrado con madera suelta en losas de cimentación, considerando 4 posturas.		
	O01OB010	0,200 h.	Oficial 1ª Encofrador	10,810	2,16
	O01OB020	0,200 h.	Ayudante- Encofrador	10,400	2,08
	P01ES050	0,005 m3	Madera pino encofrar 26 mm.	184,090	0,92
	P03AA020	0,008 kg	Alambre atar 1,30 mm.	1,200	0,01
	P01UC030	0,040 kg	Puntas 20x100	1,020	0,04
		3,000 %	Costes indirectos	5,210	0,16
			Precio total por m2 .		5,37
2.2	E04SE020	m2	Encachado de piedra caliza 40/80 de 20 cm. de espesor en subbase de solera, i/extendido y compactado con pisón.		
	O01OA070	0,200 h.	Peón ordinario	10,240	2,05
	P01AG130	0,220 m3	Grava 40/80 mm.	9,970	2,19
		3,000 %	Costes indirectos	4,240	0,13
			Precio total por m2 .		4,37
2.3	E04LA010	m3	Hormigón armado HA-25/P/20/I, de 25 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx. 20 mm., para ambiente humedad alta, elaborado en central en relleno de losa de cimentación, incluso armadura (50 kg/m3.), vertido por medios manuales, vibrado, curado y colocado. Según CE.		
	E04LM010	1,000 m3	HORM HA-25/P/20/I LOSA CIM.V.MAN.	63,760	63,76
	E04AB020	50,000 kg	ACERO CORRUGADO B 500 S	1,850	92,50
		3,000 %	Costes indirectos	156,260	4,69
			Precio total por m3 .		160,95

N.º	Código	Ud	Descripción		Total
3. Estructura					
3.1	EAS010	kg	<p>Acero UNE-EN 10025 S275JR, en pilares formados por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, colocados con uniones soldadas en obra, a una altura de hasta 3 m.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, las placas de arranque y de transición de pilar inferior a superior, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje.</p> <p>Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional del pilar. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones soldadas.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>		
	mt07ala010dab	1,000 kg	Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples, para aplicaciones estructurales, de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante. Trabajado y montado en taller, para colocar con uniones soldadas en obra.	1,540	1,54
	mq08sol020	0,015 h	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.	3,420	0,05
	mo047	0,015 h	Oficial 1ª montador de estructura metálica.	23,030	0,35
	mo094	0,015 h	Ayudante montador de estructura metálica.	21,860	0,33
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	2,270	0,05
		3,000 %	Costes indirectos	2,320	0,07
			Precio total por kg .		2,39

N.º	Código	Ud	Descripción		Total
4. Cerramientos					
4.1	E06BHB020	m2	Fábrica de bloques huecos de hormigón blanco de 40x20x15 cm. colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento blanco BL-II 42,5 R y arena de río 1/4, rellenos de hormigón HA-25/B/20/I y armadura según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, limpieza y medios auxiliares, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2.		
	O01OA030	0,720 h.	Oficial primera	10,710	7,71
	O01OA050	0,360 h.	Ayudante	10,400	3,74
	P01BB030	13,000 ud	Bloque horm.blanco liso 40x20x15	0,790	10,27
	A01MB030	0,019 m3	MORTERO CEMENTO BLANCO 1/4	98,530	1,87
	A01RP040	0,010 m3	HORMIG. HA-25/B/20/I CENTRAL	50,690	0,51
	P03AC090	1,500 kg	Acero corrugado B 400 S	1,140	1,71
		3,000 %	Costes indirectos	25,810	0,77
			Precio total por m2 .		26,58

N.º	Código	Ud	Descripción		Total
5. Cubierta					
5.1	E07IMS110	m2	Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial con dos láminas prelacadas de 0,5 mm., con núcleo de poliestireno expandido de 20 kg/m3. con un espesor total de 40 mm., clasificado M-1 en su reacción al fuego, sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, medido en verdadera magnitud.		
	O01OA030	0,230 h.	Oficial primera	10,710	2,46
	O01OA050	0,230 h.	Ayudante	10,400	2,39
	P05CS070	1,000 m2	Panel ch.pr.2 caras 40 mm.	20,170	20,17
	P05CW010	1,000 ud	Tornillería y pequeño material	0,100	0,10
		3,000 %	Costes indirectos	25,120	0,75
			Precio total por m2 .		25,87

N.º	Código	Ud	Descripción		Total
6. Carpintería y cerrajería					
6.1	E14WW040	ud	Rejilla para ventilación de cámara de aire de 20x20 cm. ejecutada con perfiles de acero laminado en frío, galvanizados, doble agrafado y construida con tubular 50x15x1,5 en bastidor, lamas fijas de espesor mínimo 0,8 mm., patillas de fijación, i/recibido de albañilería.		
	O01OA050	0,385 h.	Ayudante	10,400	4,00
	P13WW030	1,000 ud	Rejilla ventilaci.20x20 ace.lam.	13,430	13,43
	A01MA060	0,003 m3	MORTERO CEMENTO 1/4 M-80	61,550	0,18
		3,000 %	Costes indirectos	17,610	0,53
			Precio total por ud .		18,14
6.2	E14CGC030	m2	Puerta corredera sin dintel, accionada manualmente, formada por una hoja construida con zócalo de chapa plegada de acero galvanizado de 0,8 mm. perfiles y barrotes verticales de acero laminado en frío, guía inferior, topes, cubre guías, tiradores, pasadores, cerradura y demás accesorios necesarios para su funcionamiento, patillas de fijación a la obra, elaborada en taller, ajuste y montaje en obra (sin incluir recibido de albañilería).		
	O01OB130	0,300 h.	Oficial 1ª Cerrajero	11,440	3,43
	O01OB140	0,300 h.	Ayudante-Cerrajero	10,560	3,17
	P13CG310	1,000 m2	P.corred.sin dintel chapa y tubo	89,400	89,40
	P13CX230	0,160 ud	Transporte a obra	67,950	10,87
		3,000 %	Costes indirectos	106,870	3,21
			Precio total por m2 .		110,08
6.3	E13AAA040	ud	Ventana corredera de 2 hojas de aluminio anodizado en color natural de 15 micras, de 200x100 cm. de medidas totales, compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad, totalmente instalada sobre precerco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares.		
	O01OB130	0,250 h.	Oficial 1ª Cerrajero	11,440	2,86
	O01OB140	0,125 h.	Ayudante-Cerrajero	10,560	1,32
	P12PW010	4,800 m.	Premarco aluminio	2,310	11,09
	P12AC010	1,000 ud	Ventana corred.2 hojas 120x120cm	56,800	56,80
		3,000 %	Costes indirectos	72,070	2,16
			Precio total por ud .		74,23
6.4	LVC010	m²	Doble acristalamiento estándar, 4/6/4, conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 6 mm, y vidrio interior Float incoloro de 4 mm de espesor; 14 mm de espesor total, fijado sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona sintética incolora, compatible con el material soporte. Incluye: Colocación, calzado, montaje y ajuste en la carpintería. Sellado final de estanqueidad. Señalización de las hojas. Criterio de medición de proyecto: Superficie de carpintería a acristalar, según documentación gráfica de Proyecto, incluyendo en cada hoja vidriera las dimensiones del bastidor. Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sumando, para cada una de las piezas, la superficie resultante de redondear por exceso cada una de sus aristas a múltiplos de 30 mm.		
	mt21veg011aaaaa	1,006 m²	Doble acristalamiento estándar, 4/6/4, conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 6 mm, y vidrio interior Float incoloro de 4 mm de espesor; 14 mm de espesor total.	21,340	21,47
	mt21va015a	0,580 Ud	Cartucho de 310 ml de silicona neutra, incolora, dureza Shore A aproximada de 23, según UNE-EN ISO 868 y recuperación	5,770	3,35

N.º	Código	Ud	Descripción		Total
			elástica >=80%, según UNE-EN ISO 7389.		
	mt21vva021	1,000 Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,260	1,26
	mo055	0,340 h	Oficial 1ª cristalero.	23,550	8,01
	mo110	0,340 h	Ayudante cristalero.	22,350	7,60
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	41,690	0,83
		3,000 %	Costes indirectos	42,520	1,28
			Precio total por m² .		43,80

N.º	Código	Ud	Descripción		Total
7. Cabezal de riego					
7.1	E31PFA030	ud	Filtro de arena a presión de alto rendimiento, con altura de lecho filtrante de 1,20 m., para presión de trabajo de 2,5 kg/cm2., velocidad de filtración de 30 m3/h/m2. y caudal de 46 m3/h., con cuerpo de poliéster reforzado con FV, con colector convencional mediante brazos y difusor en PVC y polipropileno, equipado con purga de aire y agua manuales y tapón para vaciado de arenas, panel de manómetros para lectura en la entrada y salida, y batería de 5 válvulas de mariposa de diámetro 90 mm. con soportes, incluso relleno posterior del filtro monocapa de árido silíceo calibrado, totalmente montado y probado.		
	O01OB170	3,000 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440	34,32
	O01OB195	6,000 h.	Ayudante-Fontanero/Calefactor	10,550	63,30
	P17TR030	1,000 ud	Fil.a.r.30m3/h/m2-46m3-2,5kg/cm2	3.368,000	3.368,00
	P01AA100	2,300 t.	Tierra refractaria en sacos	120,800	277,84
	P17XF120	1,000 ud	Batería 5 válv.mariposa D=90 mm	753,230	753,23
		3,000 %	Costes indirectos	4.496,690	134,90
			Precio total por ud .		4.631,59
7.2	E31VV130	ud	Válvula de compuerta de fundición de 160 mm. de diámetro interior, cierre elástico, para una presión de trabajo de 16 kg/cm2., colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.		
	O01OB170	1,100 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440	12,58
	O01OB180	1,100 h.	Oficial 2ª Fontanero/Calefactor	11,150	12,27
	P26DV130	1,000 ud	Vál.compuerta cie.el st.D=200 mm	471,550	471,55
		3,000 %	Costes indirectos	496,400	14,89
			Precio total por ud .		511,29
7.3	E20VR030	ud	Suministro y colocación de válvula de retención, de 1" (25 mm.) de diámetro, de latón fundido; colocada mediante unión roscada o soldada, totalmente equipada, instalada y funcionando.		
	O01OB170	0,230 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440	2,63
	P17XR030	1,000 ud	Válv.retención latón roscar 1"	3,200	3,20
		3,000 %	Costes indirectos	5,830	0,17
			Precio total por ud .		6,00
7.4	E31RB080	ud	Suministro y colocación de filtro de malla en Y.		
	O01OB170	0,650 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440	7,44
	O01OA070	0,800 h.	Peón ordinario	10,240	8,19
	P26WW200	1,000 ud	Filtro de malla en Y	12,860	12,86
		3,000 %	Costes indirectos	28,490	0,85
			Precio total por ud .		29,34
7.5	E20CCG010	ud	Contador Woltman, conectado al ramal de riego a la salida de los depósitos de fertilización, incluso instalación de dos llaves de corte de esfera, de 25 mm., grifo de purga, válvula de retención y demás material auxiliar, totalmente montado y funcionando, incluso timbrado del contador por el Ministerio de Industria, sin incluir la batería general, ni la ascendente individual.		
	O01OB170	1,500 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440	17,16
	P17BI060	1,000 ud	Contador agua Woltman de 2" (50 mm.)	421,360	421,36
	P17XE070	2,000 ud	Válvula esfera latón niquelad.2"	14,090	28,18
	P17XB190	2,000 ud	Brida redonda galvan.2" completa	23,720	47,44
	P17XR060	1,000 ud	Válv.retención latón roscar 2"	9,880	9,88
	P17WT020	1,000 ud	Timbrado contad. M. Industria	18,250	18,25
		3,000 %	Costes indirectos	542,270	16,27
			Precio total por ud .		558,54
7.6	E20DD030	ud	Suministro y colocación de depósito cilíndrico de PVC, con capacidad para		

N.º	Código	Ud	Descripción		Total
			1000 litros, dotado de tapa, y sistema de regulación de llenado, mediante llave de compuerta de 25 mm. y sistema de aliviadero mediante llave de esfera de 1" totalmente montado y nivelado con mortero de cemento, instalado y funcionando, sin incluir la tubería de abastecimiento.		
	O01OA030	1,000 h.	Oficial primera	10,710	10,71
	O01OB170	1,000 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440	11,44
	P17DP020	1,000 ud	Depósito PVC.C. c/tapa, 500 l.	99,750	99,75
	P17XC030	1,000 ud	Válv.compuerta latón roscar 1"	3,670	3,67
	P17XE120	1,000 ud	Válvula esfera PVC roscada 1"	10,400	10,40
	P01MC020	0,200 m3	Mortero 1/4 de central (M-80)	46,000	9,20
		3,000 %	Costes indirectos	145,170	4,36
			Precio total por ud .		149,53
7.7	E20DD040	ud	Suministro e instalación de inyector de fertilizante, compuesto por electrobomba centrífuga de 37 kW y depósito de expansión de membrana de 25l de capacidad, montaje monobloc i/cuadro de maniobra compuesto por armario metálico intemperie conteniendo interruptores, diferencial, magnetotérmico y de maniobra , contactor y demás elementos necesarios, según REBT i/recibido, instalado.		
	O01OA030	1,000 h.	Oficial primera	10,710	10,71
	O01OB170	1,000 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440	11,44
	P17DP040	1,000 ud	Depósito inyector	104,290	104,29
	P17XC030	1,000 ud	Válv.compuerta latón roscar 1"	3,670	3,67
	P17XE120	1,000 ud	Válvula esfera PVC roscada 1"	10,400	10,40
	P01MC020	0,150 m3	Mortero 1/4 de central (M-80)	46,000	6,90
		3,000 %	Costes indirectos	147,410	4,42
			Precio total por ud .		151,83
7.8	E31VV930	ud	Ventosa/purgador automático 3 funciones, de fundición, con brida, de 160 mm. de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.		
	O01OB170	1,000 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440	11,44
	O01OB180	1,000 h.	Oficial 2ª Fontanero/Calefactor	11,150	11,15
	M02T010	1,000 h.	Tractor grúa hasta 1,5 t.	6,560	6,56
	P26DV920	1,000 ud	Ventosa/purgador autom.D=100 mm	770,160	770,16
		3,000 %	Costes indirectos	799,310	23,98
			Precio total por ud .		823,29
7.9	E31RS140	ud	Suministro e instalación de programador electrónico TORO o RAIN DIRD de 12 estaciones, digital, con transformador incorporado y montaje.		
	O01OB270	2,700 h.	Oficial 1ª Jardinero	12,680	34,24
	O01OB280	0,900 h.	Peón	10,530	9,48
	P26RS130	1,000 ud	Programador electrónico 12 estac.	320,840	320,84
	P26WW035	1,000 ud	Pequeño material	3,660	3,66
		3,000 %	Costes indirectos	368,220	11,05
			Precio total por ud .		379,27
7.10	E31BG010	ud	Suministro e instalación de grupo de presión compuesto por electrobomba centrífuga de 37 kW 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, totalmente instalado.		
	O01OA030	0,500 h.	Oficial primera	10,710	5,36
	O01OA070	0,500 h.	Peón ordinario	10,240	5,12
	O01OB170	1,000 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440	11,44
	O01OB195	1,000 h.	Ayudante-Fontanero/Calefactor	10,550	10,55
	O01OB200	0,400 h.	Oficial 1ª Electricista	11,440	4,58
	P26EG010	1,000 ud	Grupo presión compl.0,5 CV-25 l.	174,920	174,92

N.º	Código	Ud	Descripción		Total
	P26EM010	1,000 ud	Cuadro mando electrobomba 0,5 CV	250,240	250,24
	P26WW010	35,000 ud	Pequeño material inst.hidráulic.	0,640	22,40
	P26OE150	10,000 ud	Pequeño mat.eléctr.inst.fuentes	1,080	10,80
		3,000 %	Costes indirectos	495,410	14,86
			Precio total por ud .		510,27

N.º	Código	Ud	Descripción		Total
8. Instalación de riego					
8.1	E02EZM020	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	0,100 h.	Peón ordinario	10,240	1,02
	M05RN020	0,155 h.	Retrocargadora neum. 75 CV	32,150	4,98
		3,000 %	Costes indirectos	6,000	0,18
			Precio total por m3 .		6,18
8.2	E02ESZ060	m3	Relleno y extendido de tierras propias en zanjas, por medios manuales, sin aporte de tierras, y con p.p. de medios auxiliares.		
	O01OA070	0,500 h.	Peón ordinario	10,240	5,12
		3,000 %	Costes indirectos	5,120	0,15
			Precio total por m3 .		5,27
8.3	E31TV140	m.	Tubería de PVC de 160 mm. de diámetro nominal, unión por junta de goma, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2., colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm. de espesor, con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada.		
	O01OB170	0,100 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440	1,14
	O01OB180	0,100 h.	Oficial 2ª Fontanero/Calefactor	11,150	1,12
	P26CV335	1,000 m.	Tubo PVC j.elásti. PN 6 D=200 mm	11,950	11,95
	P01AA020	0,110 m3	Arena de río 0/5 mm.	11,340	1,25
	P26WW010	0,250 ud	Pequeño material inst.hidráulic.	0,640	0,16
		3,000 %	Costes indirectos	15,620	0,47
			Precio total por m. .		16,09
8.4	E31TV110	m.	Tubería de PVC de 110 mm. de diámetro nominal, unión por junta de goma, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2., colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm. de espesor, con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada.		
	O01OB170	0,050 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440	0,57
	O01OB180	0,050 h.	Oficial 2ª Fontanero/Calefactor	11,150	0,56
	P26CV305	1,000 m.	Tubo PVC j.elásti. PN 6 D=90 mm.	3,260	3,26
	P01AA020	0,110 m3	Arena de río 0/5 mm.	11,340	1,25
	P26WW010	0,750 ud	Pequeño material inst.hidráulic.	0,640	0,48
		3,000 %	Costes indirectos	6,120	0,18
			Precio total por m. .		6,30
8.5	E31TV100	m.	Tubería de PVC de 20 mm. de diámetro nominal, unión por junta de goma, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2., colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm. de espesor, con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada.		
	O01OB170	0,045 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440	0,51
	O01OB180	0,045 h.	Oficial 2ª Fontanero/Calefactor	11,150	0,50
	P26CV295	1,000 m.	Tubo PVC j.elásti. PN 6 D=63 mm.	1,650	1,65
	P01AA020	0,110 m3	Arena de río 0/5 mm.	11,340	1,25
	P26WW010	0,600 ud	Pequeño material inst.hidráulic.	0,640	0,38
		3,000 %	Costes indirectos	4,290	0,13
			Precio total por m. .		4,42
8.6	E31RS030	ud	Electroválvula de plástico para una tensión de 24 V., con solenoide y regulación de caudal, de 1" de diámetro, i/conexión a la red, totalmente instalada.		
	O01OB170	0,350 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440	4,00
	O01OB195	0,250 h.	Ayudante-Fontanero/Calefactor	10,550	2,64
	P26WW010	2,000 ud	Pequeño material inst.hidráulic.	0,640	1,28
	P26RS030	1,000 ud	Electroválv.24 V.regul.caudal 1"	85,420	85,42
		3,000 %	Costes indirectos	93,340	2,80

N.º	Código	Ud	Descripción		Total
				Precio total por ud .	96,14
8.7	IFW060	Ud	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 1 y 4 bar. Incluso manómetro, elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Incluye: Replanteo. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.		
	mt37svl010a	1,000 Ud	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 1 y 4 bar, temperatura máxima de 80°C, con racores.	19,640	19,64
	mt42www041	1,000 Ud	Manómetro con baño de glicerina y diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, para montaje roscado de 1/4", escala de presión de 0 a 10 bar.	43,290	43,29
	mt37www010	1,000 Ud	Material auxiliar para instalaciones de fontanería.	1,400	1,40
	mo008	0,100 h	Oficial 1ª fontanero.	22,740	2,27
	mo107	0,100 h	Ayudante fontanero.	20,980	2,10
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	68,700	1,37
		3,000 %	Costes indirectos	70,070	2,10
				Precio total por Ud .	72,17
8.8	E31RS210	m	Línea eléctrica de cobre de 2x1,5 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, totalmente instalada		
	O01OB200	0,003 h.	Oficial 1ª Electricista	11,440	0,03
	O01OB220	0,006 h.	Ayudante-Electricista	10,560	0,06
	P26RS210	1,000 m.	Línea eléctr.electrovál.2x1,5mm2	0,300	0,30
	P26OE150	0,050 ud	Pequeño mat.eléctr.inst.fuentes	1,080	0,05
		3,000 %	Costes indirectos	0,440	0,01
				Precio total por m .	0,45
8.9	E31RW050	ud	Arqueta de plástico de planta rectangular para la instalación de 1 electroválvula y/o accesorios de riego, i/arreglo de las tierras, totalmente instalada.		
	O01OB170	0,100 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440	1,14
	O01OB195	0,100 h.	Ayudante-Fontanero/Calefactor	10,550	1,06
	O01OA070	0,050 h.	Peón ordinario	10,240	0,51
	P26RW080	1,000 ud	Arqueta rect.plást.1 válv.c/tapa	7,360	7,36
		3,000 %	Costes indirectos	10,070	0,30
				Precio total por ud .	10,37
8.10	E31RR310	ud	Gotero autocompensante de 2.2 litros/hora, instalado en ramal de 12 mm., incluso éste y p/p. de línea y derivación, totalmente instalado.		
	O01OB170	0,005 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440	0,06
	P26RR410	1,000 ud	Gotero pinchar autocomp. 2 l/h	0,400	0,40
	P26CP315	1,000 m.	Tubo poliet. PE 100 PN 10 D=40mm	1,040	1,04
	P26CP320	0,010 m.	Tubo poliet. PE 100 PN 10 D=50mm	1,630	0,02
		3,000 %	Costes indirectos	1,520	0,05
				Precio total por ud .	1,57
8.11	E20VC070	ud	Suministro y colocación de llave de corte por compuerta, de 2 1/2" (63 mm.) de diámetro, de latón fundido, colocada mediante unión roscada o soldada, totalmente equipada, instalada y funcionando.		
	O01OB170	0,250 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440	2,86

N.º	Código	Ud	Descripción		Total
	P17XC070	1,000 ud	Válv.compuerta latón rosc.2 1/2"	21,960	21,96
		3,000 %	Costes indirectos	24,820	0,74
			Precio total por ud .		25,56
8.12	E31VV960	ud	Purgador automático de fundición con brida, de 60 mm. de diámetro, colocado en tubería de abastecimiento de agua, ijuntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalado.		
	O01OB170	0,600 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440	6,86
	O01OB180	0,600 h.	Oficial 2ª Fontanero/Calefactor	11,150	6,69
	P26DV955	1,000 ud	Purgador autom.fundic. D=60 mm.	148,910	148,91
		3,000 %	Costes indirectos	162,460	4,87
			Precio total por ud .		167,33
8.13	URD020	m	Tubería de riego por goteo, formada por tubo de polietileno, color negro, de 20 mm de diámetro exterior, con goteros auto compensantes, situados cada 50 cm. Incluso accesorios de conexión. Incluye: Replanteo y trazado. Colocación de la tubería. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.		
	mt48tpg020bac	1,000 m	Tubo de polietileno, color negro, de 12 mm de diámetro exterior, con goteros auto compensantes, situados cada 30 cm, suministrado en rollos, con el precio incrementado el 10% en concepto de accesorios y piezas especiales.	0,500	0,50
	mo008	0,010 h	Oficial 1ª fontanero.	22,740	0,23
	mo107	0,050 h	Ayudante fontanero.	20,980	1,05
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	1,780	0,04
		3,000 %	Costes indirectos	1,820	0,05
			Precio total por m .		1,87

N.º	Código	Ud	Descripción		Total
9. Instalación eléctrica					
9.1	E16IAF030	ud	Regleta de superficie de 2x36 W. con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa de acero de 0,7 mm., pintado con pintura epoxi poliéster y secado al horno, sistema de anclaje formado por chapa galvanizada sujeta con tornillos incorporados, equipo eléctrico formado por reactancias, condensador, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes estándar y bornas de conexión. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexiónado.		
	O01OB200	0,300 h.	Oficial 1ª Electricista	11,440	3,43
	O01OB220	0,300 h.	Ayudante-Electricista	10,560	3,17
	P16BA030	1,000 ud	Conjunto regleta 2x36 W. AF	33,280	33,28
	P16EC070	2,000 ud	Tubo fluorescente 33/36 W.	8,000	16,00
	P01DW090	1,000 ud	Pequeño material	0,710	0,71
		3,000 %	Costes indirectos	56,590	1,70
			Precio total por ud .		58,29
9.2	E17TT004	ud	Transformador de media a baja tensión de 24 V. de potencia, en baño de aceite, refrigeración natural, para interior, de las siguientes características: tensión primaria 25 kV., tensión secundaria 231/400 A., regulación +- 2,5% +- 5%; conexión DYN11; tensión de cortocircuito 4%. Equipado con termómetro de esfera de dos contactos y termostato, puentes de conexión entre módulo de protección y transformador realizado con cables de A.T. 12/20 kV. unipolares de 1x50 mm2. Al., terminales enchufables en ambos extremos y rejilla de protección.		
	O01OB200	26,000 h.	Oficial 1ª Electricista	11,440	297,44
	O01OB210	26,000 h.	Oficial 2ª Electricista	11,150	289,90
	P15BC035	1,000 ud	Trans.baño aceite 50 KVA-25kV	2.845,420	2.845,42
	P15BC305	1,000 ud	Puent.conex.1x50 mm2 Al 20/25kV	741,760	741,76
	P15BC310	6,000 ud	Terminales enchufables	168,590	1.011,54
	P15BC320	1,000 ud	Rejilla de protección	236,020	236,02
	P01DW090	14,000 ud	Pequeño material	0,710	9,94
		3,000 %	Costes indirectos	5.432,020	162,96
			Precio total por ud .		5.594,98
9.3	E15TE010	ud	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.		
	O01OB200	0,100 h.	Oficial 1ª Electricista	11,440	1,14
	O01OB220	0,100 h.	Ayudante-Electricista	10,560	1,06
	P15EB010	1,000 m.	Conduc. cobre desnudo 35 mm2	6,010	6,01
	P01DW090	1,000 ud	Pequeño material	0,710	0,71
		3,000 %	Costes indirectos	8,920	0,27
			Precio total por ud .		9,19
9.4	E16IAB030	ud	Foco base con lámpara LED de 13 W. para conexión directa o con adaptador para carril, con protección IP20 clase I, cuerpo metálico lacado, con articulación giratoria, lámpara LED 13 W. 12 V. y transformador. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexiónado.		
	O01OB200	0,300 h.	Oficial 1ª Electricista	11,440	3,43
	P16BG030	1,000 ud	Foco lámp. halógena 50 W.	140,490	140,49
	P01DW090	1,000 ud	Pequeño material	0,710	0,71
		3,000 %	Costes indirectos	144,630	4,34
			Precio total por ud .		148,97
9.5	E16IM010	ud	Luminaria de emergencia autónoma de 30 lúmenes, telemandable, autonomía superior a 1 hora, equipada con batería Ni.Cd estanca de alta temperatura.		
	O01OB200	0,600 h.	Oficial 1ª Electricista	11,440	6,86

N.º	Código	Ud	Descripción		Total
	P16FG010	1,000 ud	Blq. aut. emerg. 30 lm.	35,800	35,80
	P01DW090	1,000 ud	Pequeño material	0,710	0,71
		3,000 %	Costes indirectos	43,370	1,30
			Precio total por ud .		44,67
9.6	E15GP040	ud	Caja general protección 250 A. incluido bases cortacircuitos y fusibles calibrados de 250 A. para protección de la línea repartidora, situada en fachada o interior nicho mural.		
	O01OB200	0,500 h.	Oficial 1ª Electricista	11,440	5,72
	O01OB220	0,500 h.	Ayudante-Electricista	10,560	5,28
	P15CA040	1,000 ud	Caja protec. 250A(III+N)+fusib	151,200	151,20
	P01DW090	1,000 ud	Pequeño material	0,710	0,71
		3,000 %	Costes indirectos	162,910	4,89
			Precio total por ud .		167,80
9.7	E15RC020	m.	Línea repartidora, formada por cable de cobre de 3,5x25 mm2, con aislamiento de 0,6/1 kV, en montaje empotrado bajo tubo de PVC corrugado forrado grado de protección 7, de D=29 mm . Totalmente instalada, incluyendo conexionado.		
	O01OB200	0,200 h.	Oficial 1ª Electricista	11,440	2,29
	O01OB210	0,200 h.	Oficial 2ª Electricista	11,150	2,23
	P15GC040	1,000 m.	Tubo PVC p.estruc.forrado D=29	0,480	0,48
	P15AE100	1,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 3,5x25 Cu	10,310	10,31
	P01DW090	1,000 ud	Pequeño material	0,710	0,71
		3,000 %	Costes indirectos	16,020	0,48
			Precio total por m. .		16,50
9.8	E15I020	ud	Derivación individual 3x25 mm2, (línea que enlaza el contador o contadores de cada abonado con su dispositivo privado de mando y protección), bajo tubo de PVC rígido D=29/gp7, conductores de cobre de 35 mm2. y aislamiento tipo VV 750 V. en sistema monofásico, más conductor de protección. Totalmente instalada en canaladura a lo largo del hueco de escalera, incluyendo elementos de fijación y conexionado.		
	O01OB200	0,250 h.	Oficial 1ª Electricista	11,440	2,86
	O01OB210	0,250 h.	Oficial 2ª Electricista	11,150	2,79
	P15GA050	3,000 m.	Cond. rígi. 750 V 10 mm2 Cu	0,940	2,82
	P15GD020	1,000 m.	Tubo PVC rígi. para der.ind. D=29	1,570	1,57
	P01DW090	1,000 ud	Pequeño material	0,710	0,71
		3,000 %	Costes indirectos	10,750	0,32
			Precio total por ud .		11,07
9.9	E15CT030	m.	Circuito de potencia para una intensidad máxima de 20 A. o una potencia de 10 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 4 mm2. de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 21 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.		
	O01OB200	0,200 h.	Oficial 1ª Electricista	11,440	2,29
	O01OB210	0,200 h.	Oficial 2ª Electricista	11,150	2,23
	P15GB025	1,000 m.	Tubo PVC p.estruc.D=21 mm.	0,160	0,16
	P15GA030	5,000 m.	Cond. rígi. 750 V 4 mm2 Cu	0,350	1,75
	P01DW090	1,000 ud	Pequeño material	0,710	0,71
		3,000 %	Costes indirectos	7,140	0,21
			Precio total por m. .		7,35
9.10	E15CT010	m.	Circuito de potencia para una intensidad máxima de 10 A. o una potencia de 5 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 1,5 mm2. de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 13 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.		
	O01OB200	0,200 h.	Oficial 1ª Electricista	11,440	2,29
	O01OB210	0,200 h.	Oficial 2ª Electricista	11,150	2,23
	P15GB010	1,000 m.	Tubo PVC p.estruc.D=13 mm.	0,100	0,10
	P15GA010	5,000 m.	Cond. rígi. 750 V 1,5 mm2 Cu	0,130	0,65

N.º	Código	Ud	Descripción		Total
	P01DW090	1,000 ud	Pequeño material	0,710	0,71
		3,000 %	Costes indirectos	5,980	0,18
			Precio total por m. .		6,16
9.11	E15CT050	m.	Circuito de potencia para una intensidad máxima de 30 A. o una potencia de 16 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 10 mm2. de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 29 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.		
	O01OB200	0,200 h.	Oficial 1ª Electricista	11,440	2,29
	O01OB210	0,200 h.	Oficial 2ª Electricista	11,150	2,23
	P15GB040	1,000 m.	Tubo PVC p.estruc.D=29 mm.	0,300	0,30
	P15GA050	5,000 m.	Cond. ríg. 750 V 10 mm2 Cu	0,940	4,70
	P01DW090	1,000 ud	Pequeño material	0,710	0,71
		3,000 %	Costes indirectos	10,230	0,31
			Precio total por m. .		10,54

N.º	Código	Ud	Descripción		Total
10. Plantación					
10.1	E35VPL010	ha	Subsolado cruzado con tractor de orugas de entre 165 CV de potencia nominal, ejecutando la labor entre 50 y 80 cm de profundidad, sin inversión de horizontes, siguiendo las curvas de nivel, en terrenos sueltos de pendiente media menor al 20 %.		
	M09PT060	0,700 h.	Tractor de orugas 171/190 CV	52,310	36,62
	M09PW010	0,700 h.	Subsolador forestal fijo	0,550	0,39
		3,000 %	Costes indirectos	37,010	1,11
			Precio total por ha .		38,12
10.2	E35VPS030	ha	Laboreo mecánico con cultivador de consistencia media, comprendiendo dos pases cruzados de cultivador suspendido.		
	O01OA070	0,050 h.	Peón ordinario	10,240	0,51
	M09PT040	0,700 h.	Tractor neumático 165 CV	23,320	16,32
	M09PW060	0,700 h.	Cultivador muelles	3,330	2,33
		3,000 %	Costes indirectos	19,160	0,57
			Precio total por ha .		19,73
10.3	E35VSZ020	ud	Unidad de replanteo por hectárea con equipo topográfico compuesto por topógrafo y ayudante, con estación total, jalones, cuerdas y medios auxiliares		
	O01OB270	1,000 h.	Topógrafo	12,680	12,68
	O01OA050	1,000 h.	Ayudante	10,400	10,40
		3,000 %	Costes indirectos	23,080	0,69
			Precio total por ud .		23,77
10.4	E36AF070	m2	Revisión de los plantones y almacenamiento a su llegada a la explotación en zanjas de 50-60cm de profundidad, colocadas en una zona sombreada, ventilada y con buena humedad, recubriéndose sus raíces con tierra o arena húmeda, hasta el momento de la plantación.		
	O01OA070	0,030 h.	Peón ordinario	10,240	0,31
	M09PT010	0,030 h.	Tractor agrícola.60 CV arado/vert.	20,360	0,61
		3,000 %	Costes indirectos	0,920	0,03
			Precio total por m2 .		0,95
10.5	E36PC160	ud	Pistacho de variedad Kerman injertado sobre patrón UCB1, material genético certificado.		
	O01OB270	0,061 h.	Topógrafo	12,680	0,77
	O01OB280	0,151 h.	Peón	10,530	1,59
	M05EN020	0,150 h.	Excav.hidr.neumáticos 84 CV	5,925	0,89
	P28EC160	1,000 ud	Pistacia Vera Kerman	17,138	17,14
	P28DA080	5,000 kg	Substrato vegetal fertilizado	0,007	0,04
	P01DW050	0,090 m3	Agua	0,760	0,07
		3,000 %	Costes indirectos	20,500	0,62
			Precio total por ud .		21,12
10.6	E36PC170	ud	Pistacho de variedad Peter injertado sobre patrón UCB1, material genético certificado.		
	O01OB270	0,105 h.	Topógrafo	12,680	1,33
	O01OB280	0,262 h.	Peón	10,530	2,76
	M05EN020	0,150 h.	Excav.hidr.neumáticos 84 CV	5,925	0,89
	P28EC170	1,000 ud	Pistacia Vera Peter	15,455	15,46
	P28DA080	5,000 kg	Substrato vegetal fertilizado	0,007	0,04
	P01DW050	0,090 m3	Agua	0,760	0,07
		3,000 %	Costes indirectos	20,550	0,62
			Precio total por ud .		21,17
10.7	E35VST130	ha	Plantación mecanizada, distancia entre plantones de 7 m, anchura entre líneas de árboles de 6 m. ejecutando la labor con plantadora lineal simple,		

N.º	Código	Ud	Descripción		Total
			accionada por un tractor de 165 CV de potencia nominal, en terrenos de baja pendiente, sin piedras ni elementos vegetales. No se incluye el precio de las plantas. Plantación con arado plantador y tractor, distancia entre plantones de 7 m, anchura entre líneas de árboles de 6 m.		
	O01OB285	5,000 h.	Peón- Agrícola	6,800	34,00
	M09PT050	2,500 h.	Tractor de orugas 71/100 CV	31,240	78,10
	M09AL010	2,500 h.	Plantadora lineal	5,370	13,43
		3,000 %	Costes indirectos	125,530	3,77
			Precio total por ha .		129,30
10.8	E36PP160	ud	Suministro y colocación de protector de tronco de árbol de forma cilíndrica, de 30 cm. de diámetro y una altura total de 70 cm., realizado con 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.		
			Sin descomposición		1,165
		3,000 %	Costes indirectos	1,165	0,04
			Precio total redondeado por ud .		1,20
10.9	E36PP020	ud	Entutorado de árbol con 1 tutor vertical de rollizo de pino torneado, de 1.5 m. de longitud y 0.50 cm. de diámetro con punta en un extremo y baquetón en el otro, tanalizado en autoclave, hincado en el fondo del hoyo de plantación, retacado con la tierra de plantación, y sujeción del tronco con cincha textil no degradable, de 3-4 cm. de anchura y tornillos galvanizados.		
		3,000 %	Costes indirectos	1,456	0,04
			Precio total redondeado por ud .		1,50
10.10	E36AF100	m2	Revisión general de las plantas, colocando correctamente las que se hallen en mala posición.		
	O01OA070	0,040 h.	Peón ordinario	10,240	0,41
		3,000 %	Costes indirectos	0,410	0,01
			Precio total redondeado por m2 .		0,42
10.11	E35VTV020	ud	Reposición de marras sobre una superficie de una hectárea, siendo el porcentaje de marras de hasta el 20 %, incluyéndose en la misma operación la apertura manual del hoyo con azada o similar y la plantación, siendo los hoyos de 0,4x0,4x0,4 m. y las plantas suministradas en contenedores de capacidad media de 250 cm3.		
	O01OB285	0,065 h.	Peón- Agrícola	6,800	0,44
		3,000 %	Costes indirectos	0,440	0,01
			Precio total redondeado por ud .		0,45

N.º	Código	Ud	Descripción	Total
11. Maquinaria y Equipos				
11.1	E01ACA020	ud	Atomizador neumático arrastrado que incorpora un depósito de 2000 L de capacidad, una bomba que impulsa el líquido y un conjunto de boquillas que generan las gotas.	
			Sin descomposición	4.854,369
		3,000 %	Costes indirectos	145,63
			Precio total redondeado por ud .	5.000,00
11.2	E01ACA010 O01OA090	ud	Trituradora-desbrozadora de ramas	
		0,450 h.	Trituradora-desbrozadora	1.747,57
		3,000 %	Costes indirectos	52,43
			Precio total redondeado por ud .	1.800,00
11.3	E02EAA010	ud	Incluye 6 tijeras neumáticas de poda con corte de 35 mm, con manguera en esipral de 12 metros.	
	P28PF160	1,000 ud	Tijeras neumáticas	324,27
		3,000 %	Costes indirectos	9,73
			Precio total redondeado por ud .	334,00

N.º	Código	Ud	Descripción		Total
12. Seguridad y Salud					
12.1	E38PIA050	ud	Pantalla de seguridad para soldador, con fijación en cabeza, (amortizable en 5 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.		
	P31IA105	0,200 ud	Casco pantalla soldador	10,000	2,00
		3,000 %	Costes indirectos	2,000	0,06
			Precio total redondeado por ud .		2,06
12.2	E38PIA100	ud	Semi-mascarilla antipolvo un filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.		
	P31IA150	0,333 ud	Semi-mascarilla 1 filtro	6,800	2,26
		3,000 %	Costes indirectos	2,260	0,07
			Precio total redondeado por ud .		2,33
12.3	E38PIA110	ud	Filtro recambio de mascarilla para polvo y humos, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.		
	P31IA160	1,000 ud	Filtro antipolvo	1,800	1,80
		3,000 %	Costes indirectos	1,800	0,05
			Precio total redondeado por ud .		1,85
12.4	E38PIA130	ud	Juego de tapones antiruido de silicona ajustables. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.		
	P31IA210	1,000 ud	Juego tapones antiruido silicona	0,990	0,99
		3,000 %	Costes indirectos	0,990	0,03
			Precio total redondeado por ud .		1,02
12.5	E38PIA070	ud	Gafas protectoras contra impactos, incoloras, homologadas, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.		
	P31IA120	0,333 ud	Gafas protectoras homologadas	2,000	0,67
		3,000 %	Costes indirectos	0,670	0,02
			Precio total redondeado por ud .		0,69
12.6	E38PIA120	ud	Protectores auditivos con arnés a la nuca, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.		
	P31IA200	0,333 ud	Cascos protectores auditivos	6,000	2,00
		3,000 %	Costes indirectos	2,000	0,06
			Precio total redondeado por ud .		2,06
12.7	E38PIC090	ud	Mono de trabajo de una pieza de poliéster-algodón. Amortizable en un uso. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.		
	P31IC090	1,000 ud	Mono de trabajo poliéster-algod.	11,000	11,00
		3,000 %	Costes indirectos	11,000	0,33
			Precio total redondeado por ud .		11,33
12.8	E38PIP010	ud	Par de botas altas de agua. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.		
	P31IP010	1,000 ud	Par botas altas de agua (negras)	6,000	6,00
		3,000 %	Costes indirectos	6,000	0,18
			Precio total redondeado por ud .		6,18
12.9	E38PIP030	ud	Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.		
	P31IP020	0,333 ud	Par botas c/puntera/plant. metál	18,000	5,99
		3,000 %	Costes indirectos	5,990	0,18
			Precio total redondeado por ud .		6,17
12.10	E38PIM030	ud	Par de guantes de nitrilo alta-resistencia. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.		
	P31IM025	1,000 ud	Par guantes nitrilo amarillo	3,000	3,00
		3,000 %	Costes indirectos	3,000	0,09
			Precio total redondeado por ud .		3,09
12.11	E38PIM050	ud	Par de guantes de uso general de piel de vacuno. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.		
	P31IM035	1,000 ud	Par guantes vacuno	3,000	3,00

N.º	Código	Ud	Descripción		Total
			3,000 % Costes indirectos	3,000	0,09
			Precio total redondeado por ud .		3,09
12.12	E38PIM060	ud	Par de guantes para soldador, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.		
	P31IM040	0,333 ud	Par guantes p/soldador	5,800	1,93
		3,000 %	Costes indirectos	1,930	0,06
			Precio total redondeado por ud .		1,99
12.13	E38PIC130	ud	Mandil de cuero para soldador, (amortizable en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.		
	P31IC130	0,333 ud	Mandil cuero para soldador	12,930	4,31
		3,000 %	Costes indirectos	4,310	0,13
			Precio total redondeado por ud .		4,44
12.14	E38PIC100	ud	Traje impermeable de trabajo, 2 piezas de PVC. Amortizable en un uso. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.		
	P31IC100	1,000 ud	Traje impermeable 2 p. P.V.C.	6,000	6,00
		3,000 %	Costes indirectos	6,000	0,18
			Precio total redondeado por ud .		6,18
12.15	E38PCB040	ud	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.		
	O01OA030	0,125 h.	Oficial primera	10,710	1,34
	O01OA070	0,125 h.	Peón ordinario	10,240	1,28
	P31CB010	0,065 ud	Puntal metálico telescópico 3 m.	11,270	0,73
	P31CB210	0,240 m.	Pasamanos tubo D=50 mm.	4,170	1,00
	P31CB040	0,003 m3	Tabla madera pino 15x5 cm.	272,800	0,82
	P31CB220	0,150 ud	Brida soporte para barandilla	1,530	0,23
		3,000 %	Costes indirectos	5,400	0,16
			Precio total redondeado por ud .		5,56
12.16	E38PCH030	ud	Cubrición de hueco horizontal de 2,00x2,00 m. con mallazo electrosoldado de 15x15 cm. D=4 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.		
	O01OA030	0,240 h.	Oficial primera	10,710	2,57
	O01OA060	0,240 h.	Peón especializado	10,320	2,48
	P31CR150	16,000 m2	Mallazo 15x15x4-1.330 kg/m2.	0,670	10,72
	P31SB010	8,000 m.	Cinta balizamiento bicolor 8 cm.	0,040	0,32
	P01DW090	3,000 ud	Pequeño material	0,710	2,13
		3,000 %	Costes indirectos	18,220	0,55
			Precio total redondeado por ud .		18,77
12.17	E38PCB200	ud	Valla de obra reflectante de 170x25 cm. de poliéster reforzado con fibra de vidrio, con terminación en colores rojo y blanco, patas metálicas, amortizable en 5 usos, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97.		
	O01OA070	0,100 h.	Peón ordinario	10,240	1,02
	P31CB070	0,200 ud	Valla obra reflectante 1,70	98,080	19,62
		3,000 %	Costes indirectos	20,640	0,62
			Precio total redondeado por ud .		21,26
12.18	E38ES030	ud	Señal de seguridad circular de D=60 cm., normalizada, con soporte metálico de acero galvanizado de 80x40x2 mm. y 2 m. de altura, amortizable en cinco usos, i/p.p. de apertura de pozo, colocación y desmontaje. s/ R.D. 485/97.		
	O01OA070	0,200 h.	Peón ordinario	10,240	2,05
	P31SV030	0,200 ud	Señal circul. D=60 cm.reflex.EG	70,990	14,20
	P31SV050	0,200 ud	Poste galvanizado 80x40x2 de 2 m	11,040	2,21

N.º	Código	Ud	Descripción		Total
			3,000 % Costes indirectos	18,460	0,55
			Precio total redondeado por ud .		19,01
12.19	E38EV060	ud	Cinta reflectante de balizamiento de plástico dos caras con texto, colocada. Amortizable en 1 uso. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.		
	P31SS060	1,000 ud	Cinta reflectante	4,170	4,17
		3,000 %	Costes indirectos	4,170	0,13
			Precio total redondeado por ud .		4,30
12.20	E38PCB180	ud	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.		
	O01OA070	0,100 h.	Peón ordinario	10,240	1,02
	P31CB050	0,200 ud	Valla contención peatones 2,5 m.	53,240	10,65
		3,000 %	Costes indirectos	11,670	0,35
			Precio total redondeado por ud .		12,02
12.21	E38PCF010	ud	Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B, de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor. Medida la unidad instalada. s/ R.D. 486/97.		
	O01OA070	0,100 h.	Peón ordinario	10,240	1,02
	P31CI010	1,000 ud	Extintor polvo ABC 6 kg.	46,230	46,23
		3,000 %	Costes indirectos	47,250	1,42
			Precio total redondeado por ud .		48,67
12.22	E38BC010	ms	Mes de alquiler (min. 12 meses) de caseta prefabricada para aseo en obra de 1,70x0,90x2,30 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm., placa turca, y un lavabo, todo de fibra de vidrio con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, inst. eléctrica monofásica de 220 V. con automático. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.		
	O01OA070	0,085 h.	Peón ordinario	10,240	0,87
	P31BC010	1,000 ud	Alq. caseta pref. aseo 1,70x0,90	60,000	60,00
	P31BC220	0,250 ud	Transp.200km.ent.y rec.1 módulo	480,000	120,00
		3,000 %	Costes indirectos	180,870	5,43
			Precio total redondeado por ms .		186,30
12.23	E38BM110	ud	Botiquín de urgencia para obra con contenidos mínimos obligatorios, colocado.		
	O01OA070	0,100 h.	Peón ordinario	10,240	1,02
	P31BM110	1,000 ud	Botiquín de urgencias	80,430	80,43
		3,000 %	Costes indirectos	81,450	2,44
			Precio total redondeado por ud .		83,89
12.24	E38BM120	ud	Reposición de material de botiquín de urgencia.		
	P31BM120	1,000 ud	Reposición de botiquín	61,150	61,15
		3,000 %	Costes indirectos	61,150	1,83
			Precio total redondeado por ud .		62,98

ANEJO XI: Estudio económico

ÍNDICE ANEJO XI

1. Introducción	5
2. Indicadores de rentabilidad.....	5
3. Datos para el análisis.....	6
3.1. Vida útil.....	6
3.2. Pago de la inversión	6
4. Cobros.....	8
4.1. Cobros ordinarios	8
4.2. Cobros extraordinarios.....	8
4.2.1. Valor residual de instalaciones y quipos.....	8
4.2.2. Valor final del proyecto	9
4.2.3. Subvenciones.....	9
5. Pagos	10
5.1. Pagos ordinarios.....	10
5.2. Pagos extraordinarios.....	14
6. Flujo inicial.....	15
7. Tasas de actualización	15
8. Supuestos.....	16
8.1. Financiación propia.....	16
8.1.1. Indicadores de rentabilidad.....	18
8.1.2. Análisis de sensibilidad	20
8.2. Financiación ajena.....	21
8.2.1. Indicadores de rentabilidad.....	24
8.2.2. Análisis de sensibilidad	26
9. Conclusión.....	27

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Presupuesto general.....	7
Tabla 2. Gastos generales y beneficio industrial.....	7
Tabla 3. Honorarios y licencias.....	7
Tabla 4. Cobros ordinarios.....	8
Tabla 5. Valor residual y año de reposición de las instalaciones y equipos.....	9
Tabla 6. Valor residual final de construcciones y equipos.....	9
Tabla 7. Pagos ordinarios en el año 1.....	10
Tabla 8. Pagos ordinarios en el año 2.....	11
Tabla 9. Pagos ordinarios en el año 3.....	11
Tabla 10. Pagos ordinarios en el año 4.....	12
Tabla 11. Pagos ordinarios en el año 5.....	12
Tabla 12. Pagos ordinarios en el año 6.....	13

Tabla 13. Pagos ordinarios en el año 7.....	13
Tabla 14. Pagos ordinarios en el año 8 y siguientes.	14
Tabla 15. Resumen de los tratamientos fitosanitarios.	14
Tabla 16. Pagos extraordinarios.	15
Tabla 17. Flujos de caja para el supuesto 1, financiación propia.	16
Tabla 18. Indicadores de rentabilidad para el supuesto 1, de financiación propia.	19
Tabla 19. TIR y VAN de las combinaciones del análisis de sensibilidad para el supuesto 1, de financiación propia.	20
Tabla 20. Flujos de caja para el supuesto 2, financiación ajena.....	22
Tabla 21. Indicadores de rentabilidad para el supuesto 2, de financiación ajena.	25
Tabla 22. TIR y VAN de las combinaciones del análisis de sensibilidad para el supuesto 2, de financiación ajena.	26
Tabla 23. Indicadores de rentabilidad del proyecto, considerando ambos supuestos.	28

ÍNDICE GRÁFICOS

Gráfico 1. Histograma del valor de los flujos de caja anuales para el supuesto 1, de financiación propia.....	18
Gráfico 2. Relación VAN - tasa de actualización propia, del supuesto 1, de financiación propia.	20
Gráfico 3. Análisis de sensibilidad para el supuesto 1, de financiación propia.	21
Gráfico 4. Histograma del valor de los flujos de caja anuales para el supuesto 2, de financiación ajena.	24
Gráfico 5. Relación VAN - tasa de actualización propia, del supuesto 2, de financiación ajena.....	26
Gráfico 6. Análisis de sensibilidad para el supuesto 2, de financiación ajena.....	27

1. Introducción

El objetivo del estudio económico es evaluar la rentabilidad económica de la explotación, teniendo en cuenta la inversión inicial, los flujos de caja anuales basándose en la producción anual, la amortización de la inversión y las ganancias finales.

Los parámetros por los que se define una inversión son los siguientes:

- Pago de la inversión (K): representa el número de unidades monetarias que el inversor debe desembolsar para conseguir que la inversión comience a funcionar. Este pago se puede fraccionar.
- Vida útil del proyecto (n): representa el número de años durante los cuales la inversión estará funcionando y generando rendimientos.
- Flujos de caja (R_j): constituyen la diferencia entre los cobros (C_j) y los pagos (P_j) a lo largo de los años de vida del proyecto, es decir, R_j = C_j - P_j.

2. Indicadores de rentabilidad

Para comprobar si el proyecto es viable o no, se deben obtener los indicadores de rentabilidad. Para ello, se va a emplear la aplicación informática "Valproin".

Los indicadores de rentabilidad que se van a considerar en la evaluación económica del proyecto los siguientes:

- Valor actual neto (VAN): indica la ganancia o rentabilidad neta generada por la inversión. Representa la diferencia entre la inversión inicial requerida (K) y lo que la inversión devuelve al inversor. Si el VAN es positivo indica que se generará un valor adicional al invertido, mientras que si el VAN es negativo no se recupera la inversión inicial. Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$VAN = \sum_{j=1}^n \frac{R_j}{(1+i)^j} - K$$

Siendo:

R_j: flujos de caja.

n: vida útil del proyecto.

j: tasa de actualización.

K: pago de la inversión.

- Relación beneficio/inversión (Q): evalúa la eficiencia de una inversión. Se calcula dividiendo el VAN obtenido en la inversión entre el pago de la inversión (K). Cuánto mayor es el valor de Q, más interesa realizar la inversión. Se expresa en porcentaje mediante la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{VAN}{K}$$

- Plazo de recuperación o Pay Back: es el número de años que transcurren desde el inicio de la inversión hasta que la suma de los cobros actualizados es igual a la suma de los pagos actualizados, es decir, el tiempo que se necesita para recuperar la inversión.

El plazo de recuperación no es un indicador de rentabilidad al uso, sino que se puede considerar más bien un dato complementario que puede ayudar en la toma de decisiones. Una inversión será más interesante que otra (en igualdad de condiciones) cuando su plazo de recuperación es más reducido, ofreciendo ganancias netas en un plazo más corto.

- Tasa interna de rendimiento (TIR): es el tipo de interés que devuelve la inversión al inversor, es decir, es el tipo de interés que iguala el VAN a cero. Se denomina interna porque se trata de un tipo de interés cuyo valor viene determinado por las variables internas que definen la inversión. Constituye un indicador de eficacia en la inversión. Se calcula como:

$$\sum_{j=1}^n \frac{R_j}{(1 + \lambda)^j}$$

El índice TIR se analiza de la siguiente manera:

- $\lambda > r$ Interesa realizar la inversión económica. La rentabilidad es superior al coste de los recursos financieros.
- $\lambda = r$ la realización de la inversión económica es indiferente. La rentabilidad es igual al coste de los recursos financieros.
- $\lambda < r$ No interesa realizar la inversión económica. La rentabilidad es inferior al coste de los recursos financieros.

3. Datos para el análisis

A continuación, se van a determinar los datos necesarios para el análisis de rentabilidad de la inversión: vida útil del proyecto, pago de la inversión, cobros, pagos, flujo inicial, flujos de caja, tasa de actualización y los diferentes supuestos de realización de la inversión considerados en el análisis.

3.1. Vida útil

Se establece para la evaluación económica que la vida útil de la plantación será de 50 años, de acuerdo con las características y la ejecución del proyecto. No obstante, la vida útil de la maquinaria es más limitada, siendo necesaria su renovación durante la vida útil del proyecto, por cuestiones de obsolescencia técnica. Por ello, se establece una vida útil de 10 años para los equipos de maquinaria o material auxiliar para el funcionamiento de la explotación.

3.2. Pago de la inversión

El pago de la inversión se realiza en el año 0 del proyecto, y asciende a la cantidad específica en el Documento 5. Presupuesto. A continuación, en las Tablas 1, 2 y 3 se indica el desglose del pago de la inversión, por capítulos, además de: los gastos generales, el beneficio industrial, los honorarios y las licencias, teniendo en cuenta la deducción del Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA).

Tabla 1. Presupuesto general.

Capítulo	Importe
Capítulo 1 Movimiento de tierras.	55,56
Capítulo 2 Cimentación.	1.076,15
Capítulo 3 Estructura.	463,18
Capítulo 4 Cerramientos.	1.408,74
Capítulo 5 Cubierta.	724,36
Capítulo 6 Carpintería y cerrajería.	1.869,67
Capítulo 7 Cabezal de riego.	13.192,89
Capítulo 8 Instalación de riego.	27.146,23
Capítulo 9 Instalación eléctrica.	7.097,65
Capítulo 10 Plantación.	39.909,10
Capítulo 11 Maquinaria y Equipos.	7.134,00
Capítulo 12 Seguridad y Salud.	2.590,24
TOTAL	102.667,77

Tabla 2. Gastos generales y beneficio industrial.

Presupuesto de ejecución material .	102.667,77
13% de gastos generales.	13.346,81
6% de beneficio industrial.	6.160,07
Suma .	122.174,65
21% IVA.	25.656,68
Presupuesto de ejecución por contrata .	147.831,33

Tabla 3. Honorarios y licencias.

Honorarios de Ingeniera		
Proyecto	2,00% sobre PEM .	2.053,36
IVA	21% sobre honorarios de Proyecto .	431,21
	Total honorarios de Proyecto .	2.484,57
Dirección de obra	2,00% sobre PEM .	2.053,36
IVA	21% sobre honorarios de Dirección de obra .	431,21
	Total honorarios de Dirección de obra .	2.484,57
	Total honorarios de Ingeniera .	4.969,14
Honorarios de Aparejador		
Dirección de obra	2,00% sobre PEM .	2.053,36
IVA	21% sobre honorarios de Dirección de obra .	431,21
	Total honorarios de Aparejador .	2.484,57
	Total honorarios .	7.453,71
Total presupuesto general .		155.285,04

El pago de la inversión, siendo la suma de los valores indicados en las Tablas 1, 2 y 3, asciende a un total de **155.285,04 €** (CIENTO CINCUENTA Y CINCO MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y CINCO EUROS CON CUATRO CÉNTIMOS).

4. Cobros

Se consideran cobros todas las entradas de dinero que tienen lugar en la vida útil del proyecto, diferenciándose los cobros ordinarios y extraordinarios, según su procedencia, motivo o periodicidad.

4.1. Cobros ordinarios

Los cobros ordinarios son aquellos que derivan de la actividad normal de la explotación, en este caso se trata de la producción de pistachos.

El único cobro ordinario que recibe el promotor es de la venta de la cosecha de pistachos. Se considera la venta de la producción al precio de origen medio de los últimos 3 años según FAOSTAT. La producción media de pistachos, en la zona de estudio, una vez el árbol ha llegado a plena producción es de 2500 kg/ha, es decir, del año 8 en adelante.

Se considera que los dos primeros años no se obtiene producción. En la Tabla 4, se muestran los cobros ordinarios de los primeros años de producción de la cosecha de pistachos.

Tabla 4. Cobros ordinarios.

Año	Producción (Kg/Ha)	Precio (€/Kg)	Superficie (Ha)	Importe total (€)
3	937.50	6.00	4.5	25312.50
4	1250.00	6.00	4.5	33750.00
5	1562.50	6.00	4.5	42187.50
6	1875.00	6.00	4.5	50625.00
7	2187.50	6.00	4.5	59062.50
8	2500.00	6.00	4.5	67500.00

4.2. Cobros extraordinarios

Se consideran cobros extraordinarios aquellos que no se derivan de la actividad de una forma directa, es decir, el valor residual de las instalaciones y los equipos, el valor final de la explotación al acabar la vida útil del proyecto y las subvenciones percibidas.

4.2.1. Valor residual de instalaciones y quipos

Con motivo de la renovación de determinadas instalaciones y equipos de la explotación, se produce un cobro procedente de la venta de los elementos retirados. Se estima que el valor residual de las instalaciones se puede considerar un 10% de su valor inicial, tratándose de equipos con una buena salida en el mercado. El valor de cada uno de ellos al final de su vida útil se determina mediante la siguiente fórmula:

$$Vf = Vo - \frac{N * (Vo - Vr)}{n}$$

Siendo:

Vf: valor final del inmovilizado en el año “n” de la plantación.

Vo: valor inicial del inmovilizado.

Vr: valor residual del inmovilizado, se considera un 10% del valor inicial.

N: número de años transcurridos desde la última reposición.

n: vida útil del inmovilizado, en años.

A continuación, en la Tabla 5 se muestra el valor residual de las instalaciones y equipos de la explotación.

Tabla 5. Valor residual y año de reposición de las instalaciones y equipos.

Inmovilizado	Vo (€)	Año de compra	n (años)	Momento de reposición	Vr (€)
Atomizador	5000	1	10	10 – 20 – 30 – 40	500
Trituradora-desbrozadora	1800	1	10	10 – 20 – 30 – 40	180
Sistema de riego	40339.12	1	25	25	4033.91

4.2.2. Valor final del proyecto

Se ha de considerar como cobro extraordinario el valor final del proyecto, una vez ha finalizado su vida útil. En esta valoración se considera el valor residual de las construcciones de la parcela y de las instalaciones y equipos en ese momento.

Tabla 6. Valor residual final de construcciones y equipos.

Inmovilizado	Valor inicial (€)	Vida útil (años)	Años desde adquisición	Deprec. (%)	Valor final (€)
Atomizador	5000	10	5	65	1750
Trituradora-desbrozadora	1800	10	5	65	630
Caseta de riego	5597.66	25	25	90	559.77
Sistema de riego	40339.12	25	25	75	10084.78
TOTAL DE COBROS EXTRAORDINARIOS POR VALOR FINAL					13024.55

4.2.3. Subvenciones

Los cobros extraordinarios también provendrán de las subvenciones que se puedan recibir. En este caso, se consideran las ayudas recibidas de la Política Agraria Común (PAC), que se desglosan en pago básico y pagos acoplados.

El importe de las ayudas recibidas relativas al pago básico dependerá de la región en la que se encuentre la parcela y los derechos de pago básico que posea el declarante.

De acuerdo con la información contrastada en el visor SIGPAC del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, la parcela del proyecto se encuentra en la región productiva 802.

El pago básico se basa en los derechos asignados al agricultor, en la región productiva 802 el precio medio es de 150 €/ha.

El pago verde, “greening”, se refiere al cumplimiento de ciertas prácticas sostenibles, representan un 30% adicional al pago básico.

Por lo tanto, el importe total de las ayudas PAC asciende a 877.5 €.

5. Pagos

Se consideran pagos todas las salidas de dinero que tienen lugar en la vida útil del proyecto, pudiendo diferenciarse también los pagos ordinarios y los extraordinarios.

5.1. Pagos ordinarios

Los pagos ordinarios son lo que derivan directamente de la actividad principal del proyecto. Dichos pagos, dadas las características del proyecto, se refieren a energía y lubricantes, fertilizantes, fitosanitarios, mano de obra, conservación y mantenimiento, seguros e impuestos.

En las siguientes tablas, se muestran los pagos ordinarios que se originan cada año.

Tabla 7. Pagos ordinarios en el año 1.

Clase	Concepto	Consumo anual (L)	Precio unitario (€/L)	Total (€)
Energías y lubricantes	Carburantes	1420.07	1.18	1675.68
	Lubricantes	13.45	4.98	66.98
	Potencia	75 kW	8.40 €/kW*año	630
	Consumo eléctrico	780	0.08 €/kW*h	62.4
Amortización tractor		4.5 Ha	35 €/Ha	157.5
Fitosanitarios		1	993.12	993.12
Fertilizantes	N-32	0	0.20	0
	P-52	0	1.53	0
	K-32	0	1.87	0
Mano de obra	Peón	100 h	13 €/h	1300
	Encargado	1	17000 €	17000
Seguros e impuestos	Seguros	1	130 €/año	130
	IBI	4.5 ha	30 €/ha*año	135
Conservación y mantenimiento	Instalaciones	1	2350	2350
	Maquinaria	1	1200	1200
Cosecha	Labor contratada	0	250 €/ha	0
Total				25700.68

Tabla 8. Pagos ordinarios en el año 2.

Clase	Concepto	Consumo anual (L)	Precio unitario (€/L)	Total (€)
Energías y lubricantes	Carburantes	1420.07	1.18	1675.68
	Lubricantes	13.45	4.98	66.98
	Potencia	75 kW	8.40 €/kW*año	630
	Consumo eléctrico	1300	0.08 €/kW*h	104
Amortización tractor		4.5 Ha	35 €/Ha	157.5
Fitosanitarios		1	1	993.12
Fertilizantes	N-32	0	0.20	0
	P-52	0	1.53	0
	K-32	0	1.87	0
Mano de obra	Peón	100 h	13 €/h	1300
	Encargado	1	17000 €	17000
Seguros e impuestos	Seguros	1	130 €/año	130
	IBI	4.5 ha	30 €/ha*año	135
Conservación y mantenimiento	Instalaciones	1	2350	2350
	Maquinaria	1	1200	1200
Cosecha	Labor contratada	0	250 €/ha	0
Total				25742.48

Tabla 9. Pagos ordinarios en el año 3.

Clase	Concepto	Consumo anual (L)	Precio unitario (€/L)	Total (€)
Energías y lubricantes	Carburantes	1420.07	1.18	1675.68
	Lubricantes	13.45	4.98	66.98
	Potencia	75 kW	8.40 €/kW*año	630
	Consumo eléctrico	780	0.08 €/kW*h	62.4
Amortización tractor		4.5 Ha	35 €/Ha	157.5
Fitosanitarios		1	1	993.12
Fertilizantes	N-32	0	0.20	0
	P-52	1053	1.53	1611.09
	K-32	0	1.87	0
Mano de obra	Peón	100 h	13 €/h	1300
	Encargado	1	17000 €	17000
Seguros e impuestos	Seguros	1	130 €/año	130
	IBI	4.5 ha	30 €/ha*año	135
Conservación y mantenimiento	Instalaciones	1	2350	2350
	Maquinaria	1	1200	1200
Cosecha	Labor contratada	0	250 €/ha	0
Total				27311.77

Tabla 10. Pagos ordinarios en el año 4.

Clase	Concepto	Consumo anual (L)	Precio unitario (€/L)	Total (€)
Energías y lubricantes	Carburantes	1420.07	1.18	1675.68
	Lubricantes	13.45	4.98	66.98
	Potencia	75 kW	8.40 €/kW*año	630
	Consumo eléctrico	780	0.08 €/kW*h	62.4
Amortización tractor		4.5 Ha	35 €/Ha	157.5
Fitosanitarios		1	1	993.12
Fertilizantes	N-32	648	0.20	129.6
	P-52	1053	1.53	1611.09
	K-32	736	1.87	1376.32
Mano de obra	Peón	100 h	13 €/h	1300
	Encargado	1	17000 €	17000
Seguros e impuestos	Seguros	1	130 €/año	130
	IBI	4.5 ha	30 €/ha*año	135
Conservación y mantenimiento	Instalaciones	1	2350	2350
	Maquinaria	1	1200	1200
Cosecha	Labor contratada	4.5 ha	250 €/ha	1125
Total				29942.69

Tabla 11. Pagos ordinarios en el año 5.

Clase	Concepto	Consumo anual (L)	Precio unitario (€/L)	Total (€)
Energías y lubricantes	Carburantes	1420.07	1.18	1675.68
	Lubricantes	13.45	4.98	66.98
	Potencia	75 kW	8.40 €/kW*año	630
	Consumo eléctrico	780	0.08 €/kW*h	62.4
Amortización tractor		4.5 Ha	35 €/Ha	157.5
Fitosanitarios		1	1	993.12
Fertilizantes	N-32	1296	0.20	259.2
	P-52	1290	1.53	1973.7
	K-32	984	1.87	1840.08
Mano de obra	Peón	100 h	13 €/h	1300
	Encargado	1	17000 €	17000
Seguros e impuestos	Seguros	1	130 €/año	130
	IBI	4.5 ha	30 €/ha*año	135
Conservación y mantenimiento	Instalaciones	1	2350	2350
	Maquinaria	1	1200	1200
Cosecha	Labor contratada	4.5 ha	250 €/ha	1125
Total				30898.66

Tabla 12. Pagos ordinarios en el año 6.

Clase	Concepto	Consumo anual (L)	Precio unitario (€/L)	Total (€)
Energías y lubricantes	Carburantes	1420.07	1.18	1675.68
	Lubricantes	13.45	4.98	66.98
	Potencia	75 kW	8.40 €/kW*año	630
	Consumo eléctrico	780	0.08 €/kW*h	62.4
Amortización tractor		4.5 Ha	35 €/Ha	157.5
Fitosanitarios		1	1	993.12
Fertilizantes	N-32	1944	0.20	388.8
	P-52	1527	1.53	2336.31
	K-32	1232	1.87	2303.84
Mano de obra	Peón	100 h	13 €/h	1300
	Encargado	1	17000 €	17000
Seguros e impuestos	Seguros	1	130 €/año	130
	IBI	4.5 ha	30 €/ha*año	135
Conservación y mantenimiento	Instalaciones	1	2350	2350
	Maquinaria	1	1200	1200
Cosecha	Labor contratada	4.5 ha	250 €/ha	1125
Total				31854.63

Tabla 13. Pagos ordinarios en el año 7.

Clase	Concepto	Consumo anual (L)	Precio unitario (€/L)	Total (€)
Energías y lubricantes	Carburantes	1420.07	1.18	1675.68
	Lubricantes	13.45	4.98	66.98
	Potencia	75 kW	8.40 €/kW*año	630
	Consumo eléctrico	780	0.08 €/kW*h	62.40
Fitosanitarios		1	1	993.12
Fertilizantes	N-32	2592	0.20	518.40
	P-52	1764	1.53	2698.92
	K-32	1480	1.87	2767.60
Mano de obra	Peón	100 h	13 €/h	1300
	Encargado	1	17000 €	17000
Seguros e impuestos	Seguros	1	130 €/año	130
	IBI	4.5 ha	30 €/ha*año	135
Conservación y mantenimiento	Instalaciones	1	2350	2350
	Maquinaria	1	1200	1200
Cosecha	Labor contratada	4.5 ha	250 €/ha	1125
Total				32810.60

Tabla 14. Pagos ordinarios en el año 8 y siguientes.

Clase	Concepto	Consumo anual (L)	Precio unitario (€/L)	Total (€)
Energías y lubricantes	Carburantes	1420.07	1.18	1675.68
	Lubricantes	13.45	4.98	66.98
	Potencia	75 kW	8.40 €/kW*año	630
	Consumo eléctrico	780	0.08 €/kW*h	62.4
Amortización tractor		4.5 Ha	35 €/Ha	157.5
Fitosanitarios		1	1	993.12
Fertilizantes	N-32	3240	0.20	648
	P-52	2001	1.53	3061.53
	K-32	1728	1.87	3231.36
Mano de obra	Peón	100 h	13 €/h	1300
	Encargado	1	17000 €	17000
Seguros e impuestos	Seguros	1	130 €/año	130
	IBI	4.5 ha	30 €/ha*año	135
Conservación y mantenimiento	Instalaciones	1	2350	2350
	Maquinaria	1	1200	1200
Cosecha	Labor contratada	4.5 ha	250 €/ha	1125
Total				33766.57

En la tabla 15, se muestra el resumen de los tratamientos fitosanitarios realizados cada año en la explotación. El coste total anual de los tratamientos asciende a 993.12 €.

Tabla 15. Resumen de los tratamientos fitosanitarios.

Materia activa	Dosis	Cantidad	Precio	Importe (€)
Metil-tiofanato 50 %	1 L/ha	4.50 L	14.30 €/L	64.35
Azoxistrobin	0.75 L/ha	3.38 L	40.40 €/L	136.55
Metam sodio	1.5 L/ha	6.75 L	5.39 €/L	36.38
Aceite de parafina 83 %	0.75 L/ha	3.38 L	4.10 €/L	13.86
Lambda cihalotrin 5 %	1.10 Kg/ha	4.95 Kg	35.64 €/Kg	176.42
Metiocarb	2.5 L/ha	11.25 L	30 €/L	337.5
Glifosato 36 %	4 L/ha	18 L	12.67 €/L	228.06

5.2. Pagos extraordinarios

Los pagos extraordinarios son los originados por la reposición de la maquinaria y las instalaciones con una vida útil inferior a la vida útil total del proyecto. En la siguiente tabla 16 se observan los pagos extraordinarios de cada año de renovación.

Tabla 16. Pagos extraordinarios.

Años	Concepto	Importe (€)
10 – 20 – 30 – 40	Atomizador	5000
10 – 20 – 30 – 40	Trituradora-desbrozadora	1800
TOTAL PAGOS EXTRAORDINARIOS POR RENOVACIÓN		6800

6. Flujo inicial

Se considera flujo inicial a los beneficios procedentes de la actividad agrícola previa en la parcela a la realización del proyecto. El valor de dichos beneficios asciende a un total de 2907.28 € anuales, como está reflejado en el Anejo II. Situación actual.

7. Tasas de actualización

Para calcular los criterios de rentabilidad se deben tener en cuenta una serie de factores: la inflación, la tasa de incremento de cobros, la tasa de incremento de pagos, la tasa mínima de actualización y el tanto por ciento de incremento de dicha tasa.

La tasa de inflación se calcula a partir de los datos del IPC que son proporcionados por el INE. La variación media anual del IPC en Castilla y León entre los años 2002-2023 es del 2.3 %.

Se obtiene una tasa de incremento de cobros del 3.16 % y una tasa de incremento de pagos del 3.41 %. Dichos valores han sido obtenidos a partir de los índices de precios percibidos y pagados por los agricultores, con base en el año 2005 (2005-2014) y en el año 2015 (2015-2023), publicados por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

La tasa de actualización se calcula a partir del tipo de interés promedio de las obligaciones del Estado de los últimos 22 años, publicado por el Tesoro Público perteneciente al Ministerio de Economía y Empresa, que es del 4.4 %, como el proyecto tiene una tasa superior de riesgo se opta por sumar 2 puntos y redondear la tasa al 6 %.

Si bien el Valor Actual Neto (VAN) se calculará para una tasa de actualización del 6 %, la aplicación Valproim permite hacer su cálculo para 30 tasas diferentes, con el fin de observar dicho VAN ante posibles variaciones de la tasa de actualización. Por ello, se calculará tal criterio de rentabilidad para una tasa de actualización mínima del 0.50 %, con incrementos del 0.50%, hasta una tasa de actualización máxima del 15 %.

Para realizar los siguientes análisis de sensibilidad, se establece:

- Variación del pago de la inversión: $\pm 5 \%$
- Variación de los flujos de caja: $\pm 5 \%$
- Duración mínima del proyecto: 20 años.

Con el análisis de sensibilidad de la inversión en cada supuesto, se determina la influencia de estas variaciones y de la reducción de la vida útil del proyecto sobre los indicadores de rentabilidad VAN y TIR. La combinación más favorable del análisis se corresponderá con aquella que considere una reducción del pago de la inversión del 5 %, un incremento de los flujos de caja del 5 %, y la vida útil prevista originalmente, de 50 años. Por el contrario, la combinación más desfavorable se corresponderá con un

incremento del pago de la inversión del 5 %, una reducción de los flujos de caja del 5 %, y la vida útil reducida, de 20 años.

8. Supuestos

Se van a considerar dos supuestos diferentes de financiación para el análisis de la inversión. Los supuestos van a ser financiación propia y financiación ajena con préstamos bancario y sin subvención.

8.1. Financiación propia

Si se considera una financiación propia quiere decir que el propietario de la explotación es el encargado del 100 % del capital invertido, con recursos propios en un solo pago en el año 0 de la inversión.

En la tabla 17, 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 17. Flujos de caja para el supuesto 1, financiación propia.

Año	COBROS		PAGOS (Incluida inversión)		FLUJOS		INCREMENTO DE FLUJO
	Ordinarios	Extraordin.	Ordinarios	Extraordin.	Final	Inicial	
0				128.335,73			
1		905,23	26.577,07		-25.671,84	2.999,00	-28.670,84
2		933,83	27.528,05		-26.594,22	3.093,76	-29.687,98
3	27.788,75	963,34	30.202,12		-1.450,03	3.191,53	-4.641,55
4	38.222,50	993,79	34.240,57		4.975,72	3.292,38	1.683,34
5	49.287,92	1.025,19	36.538,64		13.774,47	3.396,42	10.378,05
6	61.014,50	1.057,58	38.953,62		23.118,46	3.503,74	19.614,72
7	73.432,98	1.091,00	41.490,81		33.033,17	3.614,46	29.418,71
8	86.575,39	1.125,48	44.155,75		43.545,12	3.728,68	39.816,44
9	89.311,17	1.161,05	45.661,46		44.810,75	3.846,51	40.964,25
10	92.133,40	2.125,89	47.218,52	9.508,99	37.531,79	3.968,06	33.563,74
11	95.044,82	1.235,58	48.828,67		47.451,73	4.093,45	43.358,29
12	98.048,23	1.274,63	50.493,72		48.829,14	4.222,80	44.606,34
13	101.146,56	1.314,91	52.215,56		50.245,90	4.356,24	45.889,66
14	104.342,79	1.356,46	53.996,11		51.703,13	4.493,90	47.209,24
15	107.640,02	1.399,32	55.837,38		53.201,96	4.635,90	48.566,06
16	111.041,45	1.443,54	57.741,43		54.743,55	4.782,40	49.961,15
17	114.550,36	1.489,15	59.710,42		56.329,09	4.933,52	51.395,57
18	118.170,15	1.536,21	61.746,54		57.959,82	5.089,42	52.870,40
19	121.904,32	1.584,76	63.852,10		59.636,98	5.250,25	54.386,73
20	125.756,50	2.901,71	66.029,45	13.297,18	49.331,58	5.416,16	43.915,42

21	129.730,41	1.686,50	68.281,06		63.135,84	5.587,31	57.548,54
22	133.829,89	1.739,79	70.609,44		64.960,23	5.763,86	59.196,37
23	138.058,91	1.794,77	73.017,23		66.836,45	5.946,00	60.890,45
24	142.421,57	1.851,48	75.507,11		68.765,94	6.133,90	62.632,04
25	146.922,09	10.690,29	78.081,91		79.530,48	6.327,73	73.202,75
26	151.564,83	1.970,34	80.744,50		72.790,68	6.527,68	66.262,99
27	156.354,28	2.032,61	83.497,89		74.889,00	6.733,96	68.155,04
28	161.295,08	2.096,84	86.345,16		77.046,75	6.946,75	70.100,00
29	166.392,00	2.163,10	89.289,53		79.265,56	7.166,27	72.099,29
30	171.649,99	3.960,66	92.334,31	18.594,52	64.681,82	7.392,72	57.289,10
31	177.074,13	2.301,96	95.482,91		83.893,18	7.626,33	76.266,85
32	182.669,67	2.374,71	98.738,87		86.305,50	7.867,33	78.438,18
33	188.442,03	2.449,75	102.105,87		88.785,91	8.115,93	80.669,98
34	194.396,80	2.527,16	105.587,68		91.336,28	8.372,40	82.963,88
35	200.539,74	2.607,02	109.188,22		93.958,54	8.636,96	85.321,57
36	206.876,79	2.689,40	112.911,54		96.654,66	8.909,89	87.744,76
37	213.414,10	2.774,38	116.761,82		99.426,66	9.191,44	90.235,22
38	220.157,99	2.862,05	120.743,40		102.276,64	9.481,89	92.794,75
39	227.114,98	2.952,49	124.860,75		105.206,72	9.781,52	95.425,20
40	234.291,81	5.406,07	129.118,50	26.002,22	84.577,16	10.090,62	74.486,54
41	241.695,43	3.142,04	133.521,44		111.316,03	10.409,48	100.906,55
42	249.333,01	3.241,33	138.074,52		114.499,82	10.738,42	103.761,39
43	257.211,93	3.343,76	142.782,86		117.772,82	11.077,76	106.695,07
44	265.339,83	3.449,42	147.651,76		121.137,49	11.427,81	109.709,68
45	273.724,57	3.558,42	152.686,68		124.596,30	11.788,93	112.807,37
46	282.374,26	3.670,87	157.893,30		128.151,83	12.161,46	115.990,37
47	291.297,29	3.786,86	163.277,46		131.806,69	12.545,76	119.260,93
48	300.502,29	3.906,53	168.845,22		135.563,59	12.942,21	122.621,38
49	309.998,16	4.029,98	174.602,84		139.425,29	13.351,18	126.074,10
50	319.794,10	26.490,37	180.556,80		165.727,67	13.773,08	151.954,58

En el gráfico 1, se representa el histograma del valor de los flujos de caja anuales en el supuesto 1, de financiación propia.

Valor de los flujos anuales

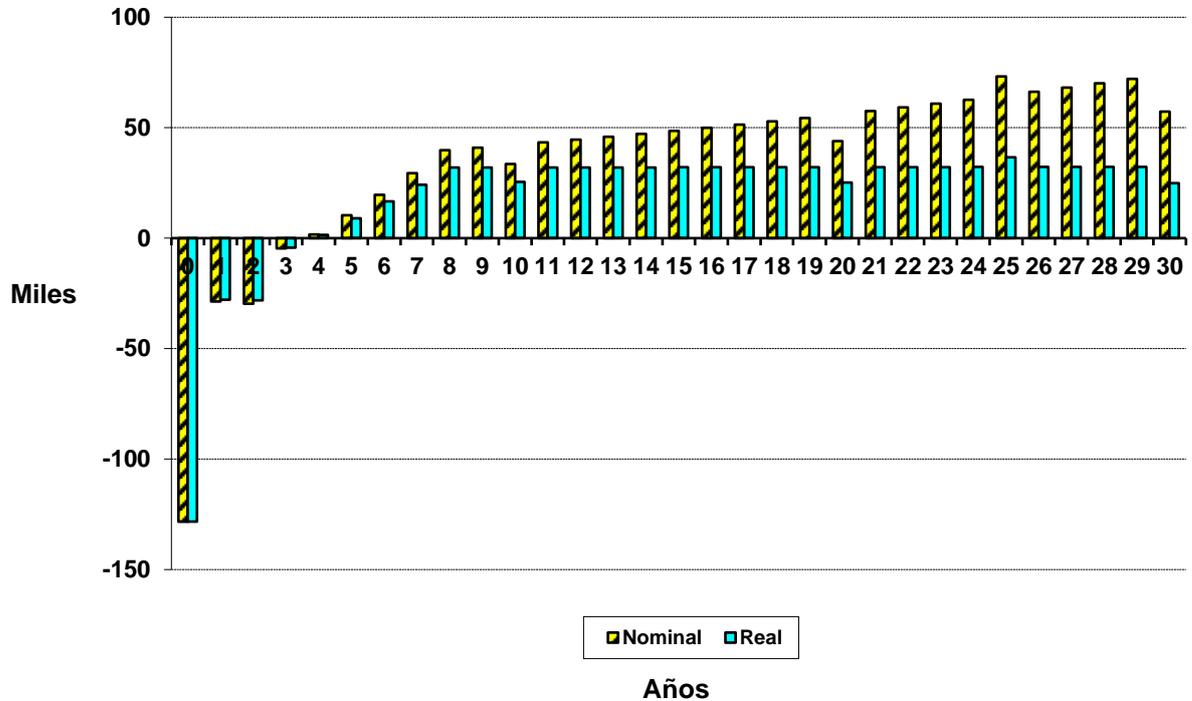


Gráfico 1. Histograma del valor de los flujos de caja anuales para el supuesto 1, de financiación propia.

8.1.1. Indicadores de rentabilidad

A continuación, en la tabla 18, se muestran los indicadores de rentabilidad del supuesto de la financiación propia. Se representa la tasa de actualización, el Valor Actual Neto (VAN), el tiempo de recuperación y la relación beneficio/inversión (Q). En el gráfico 2, se muestra la variación de los flujos anuales considerando la financiación propia.

Tabla 18. Indicadores de rentabilidad para el supuesto 1, de financiación propia.

Indicadores de rentabilidad

Tasa Interna de Rendimiento (TIR) (%)

10,26

Tasa de actualización (%)	Valor actual neto (VAN)	Tiempo de recuperación (años)	Relación Benefic. Invers. (VAN/Inv.)
0,50	1.229.861,44	12	9,58
1,00	1.046.612,10	12	8,16
1,50	892.301,72	13	6,95
2,00	761.824,13	13	5,94
2,50	651.041,96	13	5,07
3,00	556.593,03	13	4,34
3,50	475.737,04	14	3,71
4,00	406.233,82	14	3,17
4,50	346.246,53	15	2,70
5,00	294.264,38	15	2,29
5,50	249.040,94	16	1,94
6,00	209.544,61	16	1,63
6,50	174.918,95	17	1,36
7,00	144.450,61	18	1,13
7,50	117.543,59	19	0,92

Tasa de actualización (%)	Valor actual neto (VAN)	Tiempo de recuperación (años)	Relación Benefic. Invers. (VAN/Inv.)
8,00	93.698,27	20	0,73
8,50	72.494,49	21	0,56
9,00	53.577,80	23	0,42
9,50	36.648,16	25	0,29
10,00	21.450,81	29	0,17
10,50	7.768,70	36	0,06
11,00	-4.583,65	--	-0,04
11,50	-15.765,25	--	-0,12
12,00	-25.912,90	--	-0,20
12,50	-35.144,58	--	-0,27
13,00	-43.562,43	--	-0,34
13,50	-51.255,10	--	-0,40
14,00	-58.299,78	--	-0,45
14,50	-64.763,88	--	-0,50
15,00	-70.706,44	--	-0,55

Relación entre VAN y Tasa de actualización

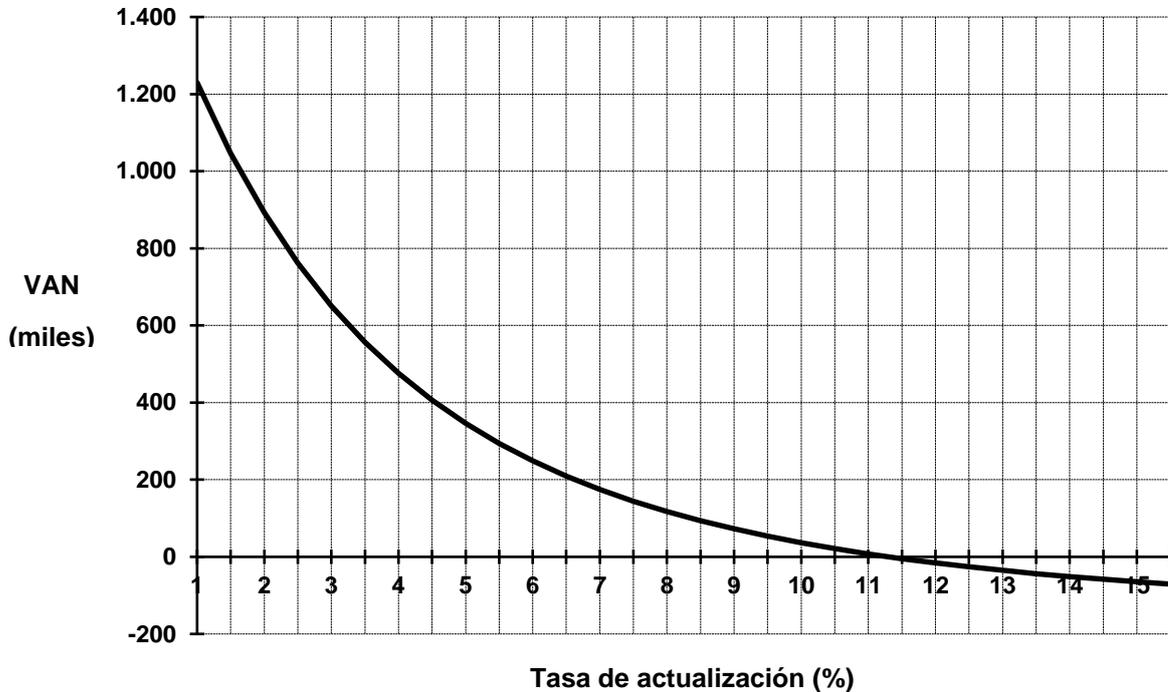


Gráfico 2. Relación VAN - tasa de actualización propia, del supuesto 1, de financiación propia.

8.1.2. Análisis de sensibilidad

Se indican, en la tabla 19 los resultados obtenidos en el análisis de sensibilidad de la inversión para el supuesto 1, de financiación propia, y a continuación, en el gráfico 3, la representación completa del árbol de sensibilidad.

Tabla 19. TIR y VAN de las combinaciones del análisis de sensibilidad para el supuesto 1, de financiación propia.

Clave	TIR	Clave	VAN
D	11,34	D	232.855,41
C	11,28	H	220.021,84
B	10,81	C	219.226,93
B	10,81	G	206.393,36
A	10,74	B	199.067,38
A	10,74	A	186.736,85
F	10,28	F	186.233,81
E	10,21	E	173.903,27

Análisis de sensibilidad

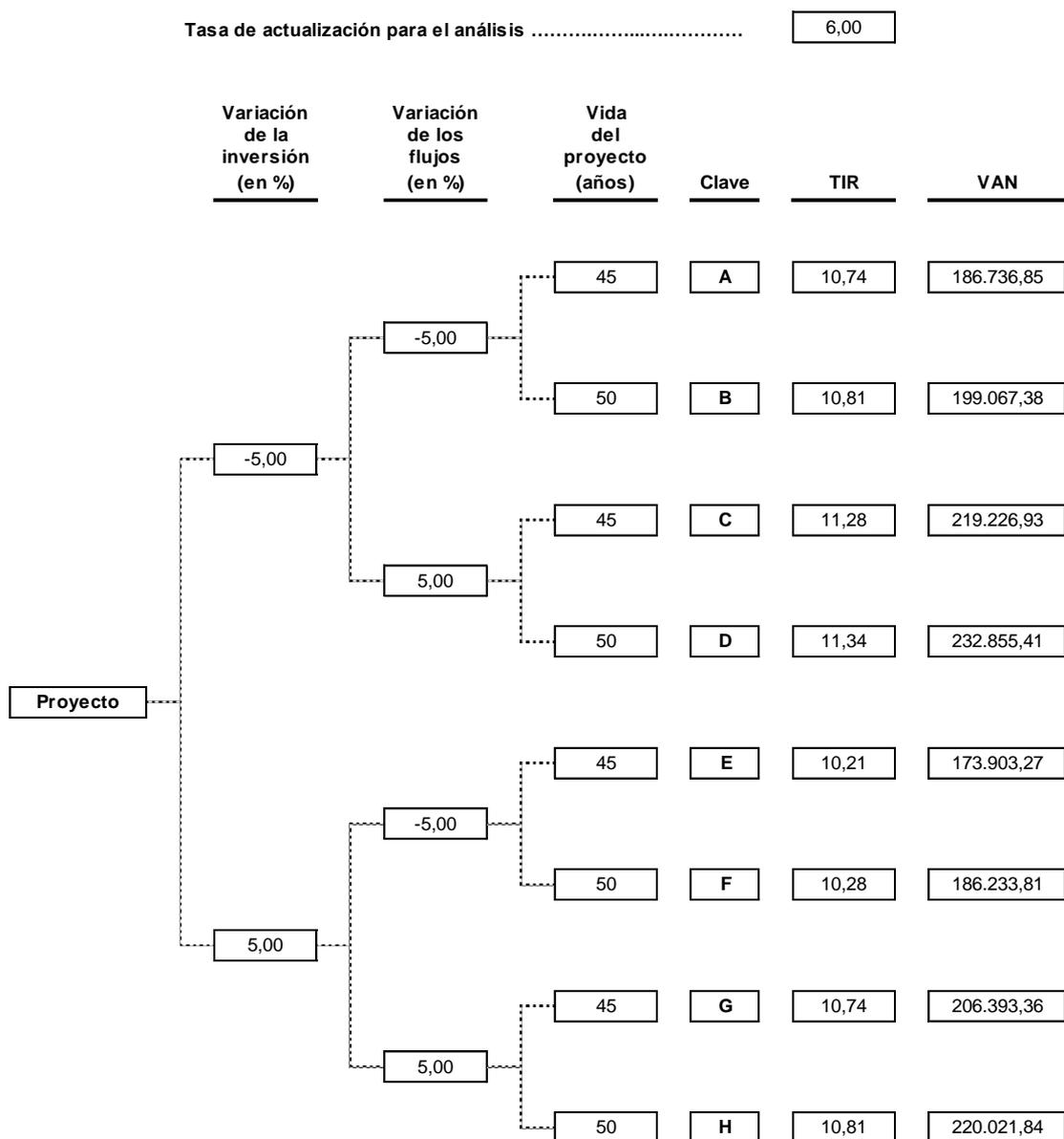


Gráfico 3. Análisis de sensibilidad para el supuesto 1, de financiación propia.

8.2. Financiación ajena

En este caso, se plantea evaluar la viabilidad económica del proyecto considerando una financiación ajena mediante un préstamo de 60000 € al 3 % de interés y a devolver en 10 años.

En la tabla 20, 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 20. Flujos de caja para el supuesto 2, financiación ajena.

Año	COBROS		PAGOS (Incluida inversión)		FLUJOS		INCREMENTO DE FLUJO
	Ordinarios	Extraordin.	Ordinarios	Extraordin.	Final	Inicial	
0		60.000,00		128.335,73			
1		905,23	26.577,07	7.033,83	-32.705,67	2.999,15	-35.704,82
2		933,83	27.528,05	7.033,83	-33.628,05	3.093,92	-36.721,97
3	27.788,75	963,34	30.202,12	7.033,83	-8.483,86	3.191,69	-11.675,55
4	38.222,50	993,79	34.240,57	7.033,83	-2.058,11	3.292,55	-5.350,66
5	49.287,92	1.025,19	36.538,64	7.033,83	6.740,64	3.396,59	3.344,04
6	61.014,50	1.057,58	38.953,62	7.033,83	16.084,63	3.503,93	12.580,71
7	73.432,98	1.091,00	41.490,81	7.033,83	25.999,34	3.614,65	22.384,69
8	86.575,39	1.125,48	44.155,75	7.033,83	36.511,29	3.728,87	32.782,42
9	89.311,17	1.161,05	45.661,46	7.033,83	37.776,92	3.846,70	33.930,22
10	92.133,40	2.125,89	47.218,52	16.542,82	30.497,96	3.968,26	26.529,70
11	95.044,82	1.235,58	48.828,67		47.451,73	4.093,66	43.358,08
12	98.048,23	1.274,63	50.493,72		48.829,14	4.223,02	44.606,12
13	101.146,56	1.314,91	52.215,56		50.245,90	4.356,46	45.889,44
14	104.342,79	1.356,46	53.996,11		51.703,13	4.494,13	47.209,01
15	107.640,02	1.399,32	55.837,38		53.201,96	4.636,14	48.565,82
16	111.041,45	1.443,54	57.741,43		54.743,55	4.782,65	49.960,91
17	114.550,36	1.489,15	59.710,42		56.329,09	4.933,78	51.395,32
18	118.170,15	1.536,21	61.746,54		57.959,82	5.089,68	52.870,13
19	121.904,32	1.584,76	63.852,10		59.636,98	5.250,52	54.386,46
20	125.756,50	2.901,71	66.029,45	13.297,18	49.331,58	5.416,43	43.915,14
21	129.730,41	1.686,50	68.281,06		63.135,84	5.587,59	57.548,25
22	133.829,89	1.739,79	70.609,44		64.960,23	5.764,16	59.196,07
23	138.058,91	1.794,77	73.017,23		66.836,45	5.946,31	60.890,14
24	142.421,57	1.851,48	75.507,11		68.765,94	6.134,21	62.631,73
25	146.922,09	10.690,29	78.081,91		79.530,48	6.328,05	73.202,43
26	151.564,83	1.970,34	80.744,50		72.790,68	6.528,02	66.262,66
27	156.354,28	2.032,61	83.497,89		74.889,00	6.734,31	68.154,69
28	161.295,08	2.096,84	86.345,16		77.046,75	6.947,11	70.099,64
29	166.392,00	2.163,10	89.289,53		79.265,56	7.166,64	72.098,92
30	171.649,99	3.960,66	92.334,31	18.594,52	64.681,82	7.393,10	57.288,72
31	177.074,13	2.301,96	95.482,91		83.893,18	7.626,73	76.266,46
32	182.669,67	2.374,71	98.738,87		86.305,50	7.867,73	78.437,77

33	188.442,03	2.449,75	102.105,87		88.785,91	8.116,35	80.669,56
34	194.396,80	2.527,16	105.587,68		91.336,28	8.372,83	82.963,45
35	200.539,74	2.607,02	109.188,22		93.958,54	8.637,41	85.321,13
36	206.876,79	2.689,40	112.911,54		96.654,66	8.910,35	87.744,30
37	213.414,10	2.774,38	116.761,82		99.426,66	9.191,92	90.234,74
38	220.157,99	2.862,05	120.743,40		102.276,64	9.482,38	92.794,26
39	227.114,98	2.952,49	124.860,75		105.206,72	9.782,03	95.424,70
40	234.291,81	5.406,07	129.118,50	26.002,22	84.577,16	10.091,14	74.486,02
41	241.695,43	3.142,04	133.521,44		111.316,03	10.410,02	100.906,01
42	249.333,01	3.241,33	138.074,52		114.499,82	10.738,98	103.760,84
43	257.211,93	3.343,76	142.782,86		117.772,82	11.078,33	106.694,50
44	265.339,83	3.449,42	147.651,76		121.137,49	11.428,40	109.709,09
45	273.724,57	3.558,42	152.686,68		124.596,30	11.789,54	112.806,76
46	282.374,26	3.670,87	157.893,30		128.151,83	12.162,09	115.989,74
47	291.297,29	3.786,86	163.277,46		131.806,69	12.546,41	119.260,28
48	300.502,29	3.906,53	168.845,22		135.563,59	12.942,88	122.620,71
49	309.998,16	4.029,98	174.602,84		139.425,29	13.351,87	126.073,42
50	319.794,10	26.490,37	180.556,80		165.727,67	13.773,79	151.953,87

En el gráfico 4, se representa el histograma del valor de los flujos de caja anuales en el supuesto 2, de financiación ajena.

Valor de los flujos anuales

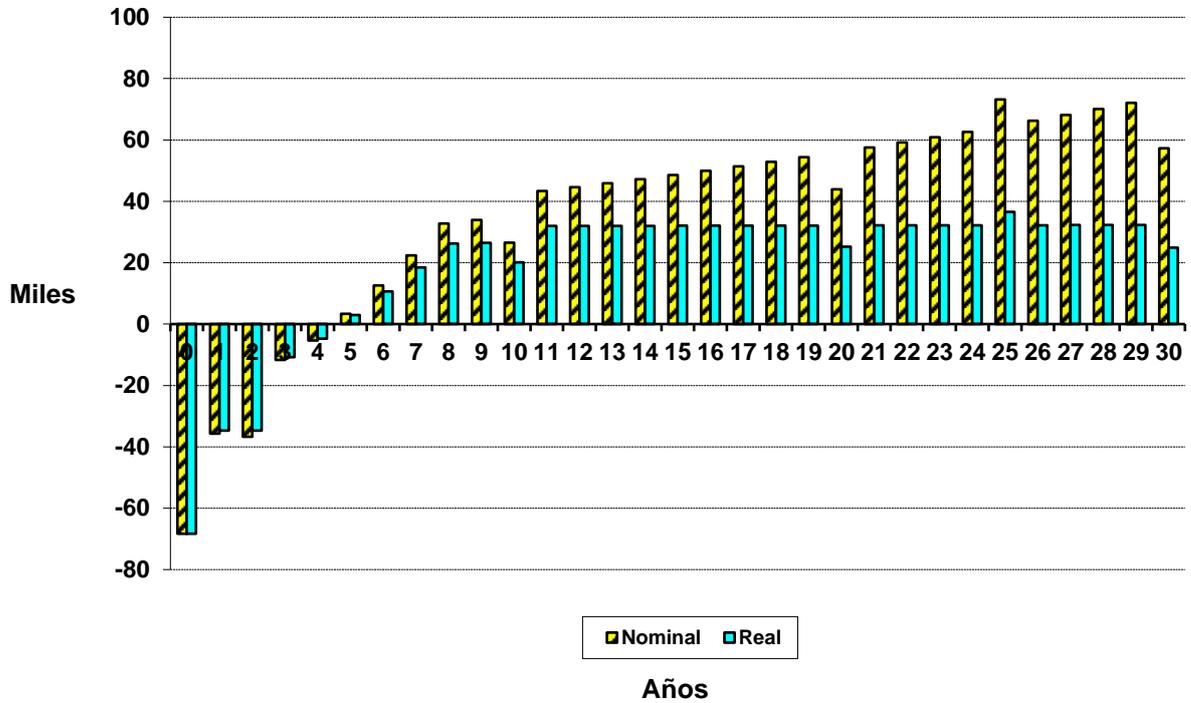


Gráfico 4. Histograma del valor de los flujos de caja anuales para el supuesto 2, de financiación ajena.

8.2.1. Indicadores de rentabilidad

A continuación, en la tabla 21, se muestran los indicadores de rentabilidad del supuesto de la financiación ajena. Se representa la tasa de actualización, el Valor Actual Neto (VAN), el tiempo de recuperación y la relación beneficio/inversión (Q).

Tabla 21. Indicadores de rentabilidad para el supuesto 2, de financiación ajena.

Tasa Interna de Rendimiento (TIR) (%) 11,34

Tasa de actualización (%)	Valor actual neto (VAN)	Tiempo de recuperación (años)	Relación Benefic. Invers. (VAN/Inv.)
0,50	1.229.271,90	12	17,99
1,00	1.047.581,92	12	15,33
1,50	894.771,73	12	13,09
2,00	765.737,90	13	11,21
2,50	656.345,67	13	9,60
3,00	563.235,34	13	8,24
3,50	483.668,93	13	7,08
4,00	415.408,50	14	6,08
4,50	356.619,28	14	5,22
5,00	305.792,50	14	4,47
5,50	261.683,59	15	3,83
6,00	223.262,75	15	3,27
6,50	189.675,22	16	2,78
7,00	160.209,29	16	2,34
7,50	134.270,46	17	1,96

Tasa de actualización (%)	Valor actual neto (VAN)	Tiempo de recuperación (años)	Relación Benefic. Invers. (VAN/Inv.)
8,00	111.360,59	18	1,63
8,50	91.060,89	19	1,33
9,00	73.018,23	20	1,07
9,50	56.933,81	21	0,83
10,00	42.554,07	23	0,62
10,50	29.663,09	25	0,43
11,00	18.076,48	28	0,26
11,50	7.636,23	34	0,11
12,00	-1.793,45	--	-0,03
12,50	-10.329,63	--	-0,15
13,00	-18.073,55	--	-0,26
13,50	-25.113,01	--	-0,37
14,00	-31.524,39	--	-0,46
14,50	-37.374,34	--	-0,55
15,00	-42.721,14	--	-0,63

En el gráfico 5, se muestra la variación de los flujos anuales considerando la financiación ajena.

Relación entre VAN y Tasa de actualización

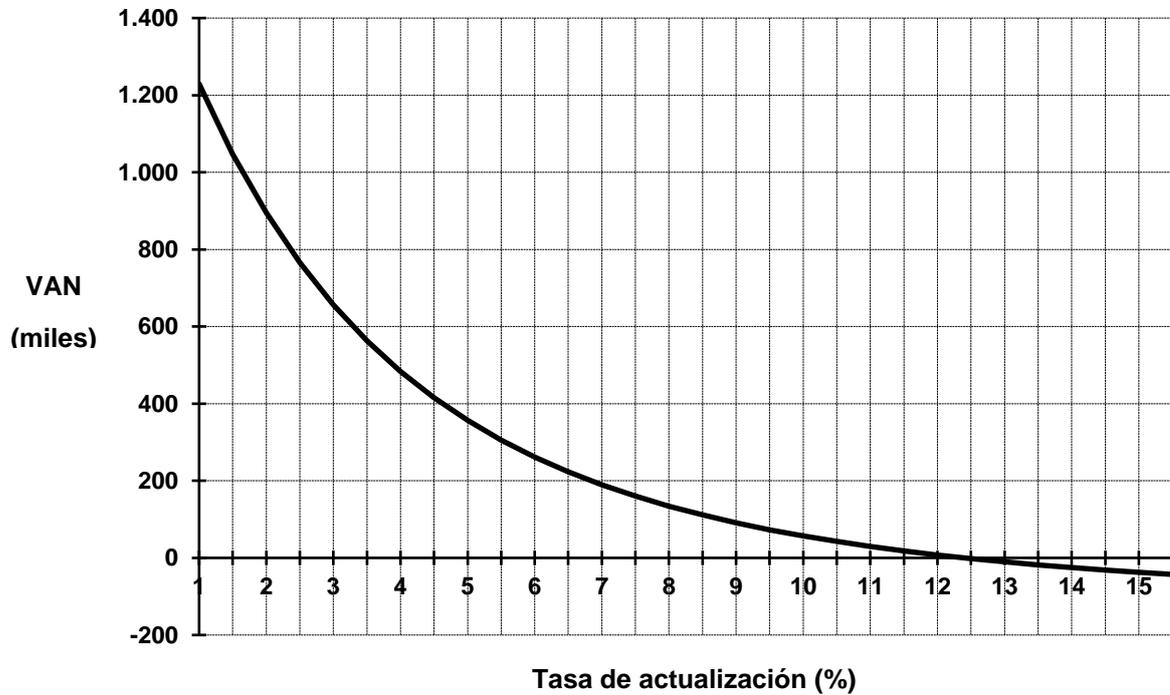


Gráfico 5. Relación VAN - tasa de actualización propia, del supuesto 2, de financiación ajena.

8.2.2. Análisis de sensibilidad

Se indican, en la tabla 22 los resultados obtenidos en el análisis de sensibilidad de la inversión para el supuesto 2, de financiación ajena, y a continuación, en el gráfico 6, la representación completa del árbol de sensibilidad.

Tabla 22. TIR y VAN de las combinaciones del análisis de sensibilidad para el supuesto 2, de financiación ajena.

Clave	TIR	Clave	VAN
D	12,54	D	246.573,41
C	12,50	H	233.739,84
B	11,97	C	232.945,00
A	11,92	G	220.111,43
H	11,84	B	212.785,65
G	11,78	A	200.455,18
F	11,27	F	199.952,08
E	11,21	E	187.621,61

Análisis de sensibilidad

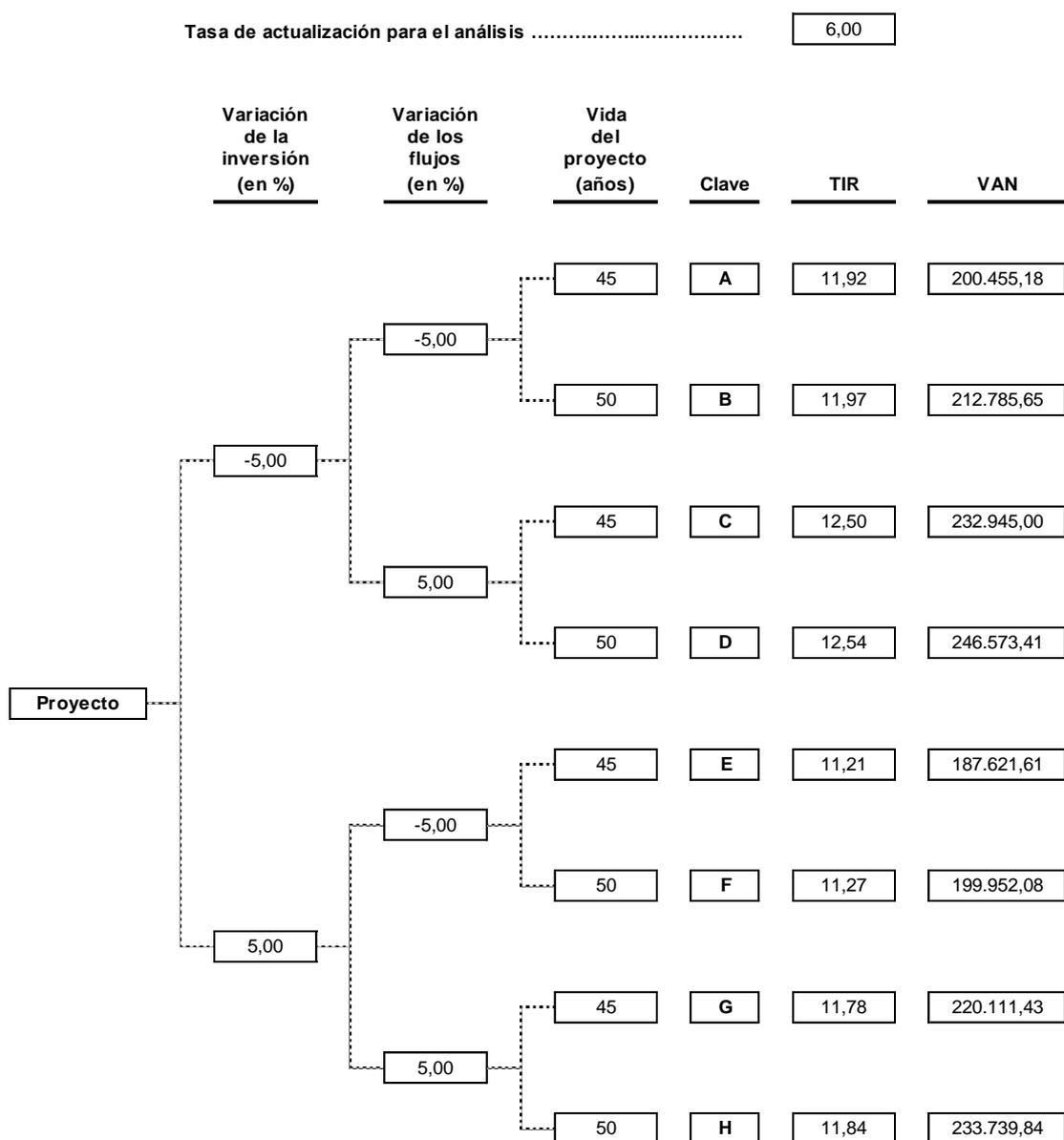


Gráfico 6. Análisis de sensibilidad para el supuesto 2, de financiación ajena.

9. Conclusión

Como se puede observar a una tasa de actualización del 6%, el VAN es positivo en el primer supuesto (209544.61 €) y también es positivo en el segundo supuesto con financiación ajena (223262.75 €). Por ello, se cumplen las condiciones necesarias de viabilidad económica del proyecto. A continuación, se ofrece un resumen de los resultados obtenidos que se muestra en la tabla 23:

Tabla 23. Indicadores de rentabilidad del proyecto, considerando ambos supuestos.

Supuesto (financiación propia)	1	VAN	209544.61 €
		TIR	10.26
		Tiempo recuperación	16 años
		Q	1.63
Supuesto (financiación ajena)	2	VAN	223262.75 €
		TIR	11.34
		Tiempo recuperación	15 años
		Q	3.27

Observando los resultados del análisis de sensibilidad, se comprueba que incluso en situaciones en las que los flujos de caja fueran inferiores o el pago de la inversión superior, el proyecto seguiría siendo rentable, tanto con financiación propia como con financiación ajena, sin embargo, los indicadores de rentabilidad son más adecuados en el caso de la financiación ajena, ya que los valores de VAN, TIR y la relación beneficio-inversión (Q) son más elevados y el tiempo de recuperación es menor, que en el supuesto de financiación propia.

Hay que destacar que el resultado de la TIR no es muy elevado como cabría esperar en un tipo de producción de estas características. Si se consiguieran disminuir los costes o aumentara el precio del producto, la rentabilidad sería mayor. Así mismo, los ingresos de la PAC son esenciales para la garantía de rentas de este tipo de explotaciones familiares de tamaño mediano.

ANEJO XII: Estudio de seguridad y salud

ÍNDICE ANEJO XII

1. Memoria	5
1.1. Identificación de las obras	5
1.2. Objeto del estudio.....	5
1.3. Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra.....	6
1.4. Análisis general de riesgos	7
1.4.1. Riesgos profesionales	7
1.4.1.1. En movimiento de tierras.....	7
1.4.1.2. En bases, rellenos, terraplenes, etc.....	7
1.4.1.3. En hormigones	7
1.4.1.4. En soldaduras	8
1.4.1.5. Riesgos producidos por agentes atmosféricos	8
1.4.2. Riesgos de daños a terceros.....	8
1.5. Prevención de riesgos profesionales	8
1.5.1. Protecciones individuales	8
1.5.2. Protecciones colectivas	8
1.6. Prevención de riesgos laborales	10
1.6.1. Medidas preventivas.....	11
1.6.2. Formación del personal	15
1.6.3. Medicina preventiva y primeros auxilios	15
1.6.4. Servicios higiénicos	16
1.7. Prevención de riesgos de daños a terceros	17
1.8. Prevención de riesgos en maquinaria, instalaciones provisionales y medios auxiliares	17
1.8.1. Maquinaria	17
1.8.1.1. Grúas autopropulsadas	17
1.8.1.2. Sierra circular eléctrica	18
1.8.1.3. Grupo de soldadura.....	18
1.8.1.4. Convertidores y vibradores eléctricos	19
1.8.1.5. Vibradores neumáticos.....	19
1.8.1.6. Compresor de aire.....	19
1.8.1.7. Martillo picador	20
1.8.1.8. Hormigonera eléctrica.....	20
1.8.1.9. Pala cargadora y retroexcavadora.....	21
1.8.1.10. Camiones basculantes	21
1.8.1.11. Herramientas manuales.....	22

1.8.2.	Instalación eléctrica provisional	22
1.8.3.	Medios auxiliares.....	25
1.8.3.1.	Andamios	25
1.8.3.2.	Encofrados	26
1.9.	Disposiciones generales de seguridad y salud	26
2.	Pliego de condiciones	28
2.1.	Disposiciones legales de aplicación.....	28
2.1.1.	Instalaciones y equipos de obra	29
2.2.	Condiciones técnicas de los medios de protección	29
2.2.1.	Protecciones personales	29
2.2.2.	Protecciones colectivas	29
2.3.	Coordinador en materia de Seguridad y Salud	30
2.4.	Plan de Seguridad y Salud en el trabajo	30
2.5.	Obligaciones de contratistas y subcontratistas	31
2.6.	Obligación de los trabajadores autónomos	32
2.7.	Libro de incidencias	32
2.7.1.	Parte de accidentes y deficiencias.....	33
2.7.2.	Estadísticas.....	33
2.7.3.	Seguros de responsabilidad civil y todo riesgo de construcción y montaje ..	34
2.8.	Paralización de los trabajos	34
2.9.	Derechos de los trabajadores	34
2.10.	Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud	34
2.11.	Normas para la certificación de elementos de seguridad.....	34

1. Memoria

1.1. Identificación de las obras

El presente Estudio de Seguridad y Salud se realiza para el “Proyecto de plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmí (Valladolid)”.

Autor del proyecto: Virginia Fernández Negro

Emplazamiento: Polígono 3, parcela 657 de Villasexmí (Valladolid).

Promotor: Virginia Fernández Negro

Plazo de ejecución de las obras: 232 días

1.2. Objeto del estudio

El Estudio de Seguridad y Salud sirve para dar unas directrices básicas a la empresa constructora y sus trabajadores para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, bajo el control de la dirección facultativa, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de edificación y obras públicas, que ha sido modificado con el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, para actualizar ciertos artículos y adaptarlos a la nueva normativa. El promotor está obligado a elaborar un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de obras en los que se den alguno de los supuestos siguientes:

- a) Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- b) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- c) Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado anterior, el promotor está obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud.

El presente proyecto incluye la construcción de conducciones subterráneas en el sistema de riego, por lo que es obligatorio la redacción de un Estudio de Seguridad y Salud.

Según el mencionado Real Decreto, la empresa constructora de la obra está obligada a redactar un Plan de Seguridad y Salud adaptando este Estudio a sus medidas y métodos de ejecución. Dicho plan ha de incluir los medios humanos y materiales necesarios, así como la asignación de los recursos económicos precisos para la consecución de los objetivos propuestos, facilitando la mencionada labor de previsión, prevención y protección profesional, bajo el control de la Dirección Facultativa.

De acuerdo con la normativa mencionada, el Plan se debe someter antes del inicio de las obras a la aprobación del Coordinador en Materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, manteniéndose, después de su aprobación, una copia a su disposición.

El presente Estudio es de obligada presentación ante la autoridad laboral encargada de conceder la apertura del centro de trabajo, y debe estar a disposición permanente de la Inspección de Trabajo de la Seguridad Social.

Se considera en el presente Estudio:

- Preservar la integridad de los trabajadores y de todas las personas del entorno.
- La organización del trabajo tal que el riesgo sea mínimo.
- Determinar las instalaciones y útiles necesarios para la protección colectiva e individual del personal.
- Definir las instalaciones para la higiene y bienestar de los trabajadores.
- Establecer las normas de utilización de los elementos de seguridad.
- Proporcionar a los trabajadores los conocimientos necesarios para el uso correcto y seguro de los útiles de maquinaria que se les encomiende.
- El transporte del personal.
- Los trabajos con maquinaria ligera.
- Los primeros auxilios y evacuación de heridos.
- El servicio de prevención.
- Los delegados de prevención.
- Determinar los costes de las medidas de protección y prevención.

Igualmente, se implanta la obligatoriedad de la creación de un Libro de Incidencias, con toda la funcionalidad que el citado Real Decreto 1627/1997 le concede, siendo el Coordinador en Materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de las obras o, en su defecto, la Dirección Facultativa, el responsable del envío en un plazo de 24 horas de una copia de las notas que en él se escriban a la Inspección de Trabajo de la Seguridad Social. También se deben notificar las anotaciones en el libro al contratista y a los representantes de los trabajadores.

Es responsabilidad del contratista la ejecución de las medidas preventivas fijadas en el Plan y responde solidariamente de las consecuencias que se deriven de la no consideración de las medidas previstas por parte de los subcontratistas o similares, respecto a las no observaciones que fueren imputables a éstos.

La Inspección de Trabajo de la Seguridad Social puede comprobar, en cualquier momento, la ejecución correcta y concreta de las medidas previstas en el Plan de Seguridad y Salud de la obra, así como la Dirección Facultativa.

1.3. Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra

Los principios generales de aplicación son:

- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.

- La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares de manera responsable.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.
- La recogida adecuada de los materiales peligrosos utilizados.
- El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- La adaptación, en función de la evolución de la obra, del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre los contratistas, subcontratas y trabajadores autónomos.
- Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

1.4. Análisis general de riesgos

1.4.1. Riesgos profesionales

1.4.1.1. En movimiento de tierras

- Atropellos.
- Atrapamientos.
- Colisiones y vuelcos.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Desprendimientos.
- Interferencia con líneas de media tensión.
- Ruidos.
- Vibraciones.
- Proyección de partículas a los ojos.
- Polvo.

1.4.1.2. En bases, rellenos, terraplenes, 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

Se producen por los enlaces con los caminos, habrá riesgos derivados de la obra, fundamentalmente por la circulación de vehículos y maquinaria agrícola, al tener que realizar desvíos provisionales y pasos alternativos.

Los caminos actuales que cruzan el terreno de la futura obra entrañan un riesgo, debido a la posible circulación de personas ajenas, una vez iniciados los trabajos.

1.5. Prevención de riesgos profesionales

1.5.1. Protecciones individuales

- Protección de la cabeza: cascos, para todas las personas que participan en la obra, incluidos visitantes, gafas contra impacto y antipolvo, gafas para oxicorte, mascarillas antipolvo, protectores auditivos, etc.
- Protección de las extremidades: Guantes de uso general, guantes de goma, guantes de soldador, guantes dieléctricos, manguitos de soldador; botas de agua, botas de seguridad de lona, botas de seguridad de cuero, botas dieléctricas, polainas de soldador, etc.
- Protección del cuerpo: Monos o buzos, trajes de agua, prendas reflectantes, cinturón de seguridad, etc.

1.5.2. Protecciones colectivas

En excavaciones, transportes, vertido extensión y compactado de tierras

- Se colocarán vallas de limitación y protección, señales de tráfico y de seguridad, cintas de balizamiento, jalones de señalización, redes de protección para desprendimientos localizados, señales acústicas y luminosas, barandillas y se regarán las pistas.

- Instalación de pasarelas de circulación de personas sobre las zanjas a hormigonar.
- Colocación, a una distancia mínima de 2 m del borde de las zanjas, de topes de recorrido, para los vehículos que deban aproximarse para verter hormigón.
- La maniobra de vertido será dirigida por un oficial, que vigilará para que no se realicen maniobras inseguras.
- Antes del inicio de vertido de hormigón, el encargado revisará el buen estado de seguridad de los encofrados, en especial la verticalidad, nivelación y sujeción de los puntales, para evitar hundimientos.
- Los huecos existentes en el suelo permanecerán protegidos.
- Todas las zonas en las que haya que trabajar, estarán suficientemente iluminadas. De utilizarse portátiles, estarán alimentadas a 24 voltios, en prevención del riesgo eléctrico.
- Se prohíbe concentrar las cargas de materiales sobre vanos.
- Señales de obligatoriedad de uso de casco, botas, guantes y, en su caso, gafas y cinturones.
- En las zonas donde fuera preciso, se colocará señal de mascarilla o señal de protector auditivo o de gafas de seguridad, según proceda.
- Señal de caída de objetos, caída a distinto nivel o maquinaria pesada en movimiento, donde sea preciso.
- Además, en la entrada y salida de los operarios a la obra y de vehículos, se implantarán las siguientes señales: señal de prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, señal de prohibido fumar y encender fuego y señal de prohibido aparcar.
- Todas las zonas de peligro ya definidas, o sea, exterior 5 metros a la de trabajo y fácilmente accesibles, se delimitarán o con vallas metálicas, si fuera clara y fácilmente accesible, o con cinta de balizamiento.
- Para cruce por debajo de cualquier posible línea eléctrica aérea, se colocará un pórtico protector, de tal manera que su dintel diste, verticalmente, 4 metros o más, si la línea fuera de alta tensión; y 0,5 metros o más si la línea fuera de baja tensión.
- Donde exista riesgo eléctrico, se colocará señal del mismo.
- Se fijarán señales de localización de botiquín y de extintores.
- Se logrará una adecuada protección colectiva contra corrientes eléctricas de baja tensión, tanto para contactos directos como indirectos, mediante la debida combinación de puesta a tierra e interruptores diferenciales. Todo ello, de tal manera que en el exterior, o sea, en ambiente posiblemente húmedo, ninguna masa pueda alcanzar una tensión de 24v.
- La toma de tierra se realizará mediante una o más picas, las que sean precisas, de acero recubiertas de cobre de 14 mm de diámetro y longitud mínimos 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 realizará mediante extintores portátiles de polvo polivalente de 12 kg de capacidad de carga, uniformemente repartidos, debidamente señalizada su localización y uno de ellos se ubicará cerca de la salida.

- Si existiese instalación de alta tensión cerca de ella, y sólo se pudiera utilizar ésta, se emplazará un extintor de dióxido de carbono de 5 kg de capacidad de carga.

En maquinaria

- El personal encargado de utilizar una determinada máquina o herramienta, debe ser especialista.
- El montaje, uso y mantenimiento de la maquinaria se debe realizar como indique el fabricante.
- Todas las máquinas con alimentación a base de energía eléctrica deben estar dotadas de toma de tierra y de disyuntores diferenciales.
- Las operaciones de ajuste, mantenimiento y arreglo de maquinaria las deben realizar personas especializadas.
- Las máquinas de funcionamiento irregular o averiado han de ser retiradas inmediatamente para su reparación.
- Se prohíbe la retirada, manipulación o anulación de los elementos de protección de la maquinaria.
- No se permite trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria.
- Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas.
- Debe existir señalización para las maniobras de máquinas.
- Debe vigilarse la posible irregularidad de funcionamiento de las máquinas.

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.

1.6. Prevención de riesgos laborales

Los riesgos de daños a terceros en la ejecución de la obra pueden venir producidos por la circulación de terceras personas ajenas a la misma, una vez iniciados los trabajos.

Por ello, se considerará zona de trabajo aquella donde se desenvuelvan máquinas, vehículos y operarios trabajando; y zona de peligro una franja de 5 metros alrededor de la primera.

Los riesgos de daños a terceros pueden ser:

- Caída al mismo nivel

- Caída de objetos y materiales
- Atropello
- Polvo y ruido

Se señalizará, de acuerdo con la normativa vigente, el enlace con las carreteras y caminos, tomándose las adecuadas medidas de seguridad que cada caso requiera.

Se señalizarán los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma, colocándose en su caso, los cerramientos necesarios.

1.6.1. Medidas preventivas

Seguidamente se recogen para las unidades de obra más importantes las medidas preventivas que se deben disponer, como mínimo:

Zanjas y pozos

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas. A nivel del suelo se acotarán las áreas de trabajo, siempre que se prevea circulación de personas o vehículos en las inmediaciones.

Las zanjas estarán acotadas, vallando la zona de paso en la que se presuma riesgo para peatones o vehículos.

Las zonas de construcción de obras singulares, como pozos, etc., estarán completamente valladas para evitar accidentes. Las vallas de protección distarán no menos de 1 metro del borde de la excavación cuando se prevea paso de peatones paralelo a la dirección de la misma y no menos de 2 m cuando se prevea paso de vehículos.

El acopio de materiales y tierras extraídas en cortes de profundidad mayor de 1.50 m, se dispondrán a una distancia no menor de 1.5 m del borde.

En zanjas o pozos de profundidad mayor de 1.25 m, siempre que haya operarios trabajando en el interior, se mantendrá uno de retén en el exterior. Dichas zanjas estarán provistas de escaleras que alcancen hasta 1 m de altura sobre la arista superior de la excavación.

Al finalizar la jornada de trabajo o en interrupciones largas, se cubrirán las zanjas y pozos de profundidad mayor de 1.25 m con un tablero resistente, red o elemento equivalente.

Previamente a la iniciación de los trabajos, se estudiará la posible alteración en la estabilidad de áreas próximas como consecuencia de los mismos, con el fin de adoptar las medidas oportunas. Igualmente se resolverán las posibles interferencias con conducciones aéreas o subterráneas de servicios.

Cuando no se pueda dar a los laterales de la excavación talud estable, se entibará. Los materiales precisos para refuerzos y entibados de las zonas excavadas, se acoplarán en obra con la antelación suficiente para que la apertura de zanjas sea seguida inmediatamente, por su colocación. Cuando las condiciones del terreno no permitan la permanencia de personal dentro de la zanja, antes de su entibado, será obligado hacer éste desde el exterior de la misma, empleando dispositivos que, colocados desde el exterior, protejan al personal que posteriormente descenderá a la zanja.

Se extremarán estas precauciones después de interrupciones de trabajo de más de un día o después de alteraciones atmosféricas como lluvias o heladas.

Cimentaciones superficiales

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.

A nivel del suelo se acotarán las áreas de trabajo siempre que se prevea circulación de personas o vehículos y se colocará la señal de riesgo de caídas a distinto nivel.

En los accesos de vehículos, el área de trabajo se colocará la señal de “peligro indeterminado”, y el rótulo de “salida de camiones”.

Antes de iniciar los trabajos, se tomarán las medidas necesarias para resolver las posibles interferencias en conducciones de servicios, áreas o subterráneas.

Los materiales precisos para refuerzos y entibados de las zonas excavadas se acoplarán en obra con la antelación suficiente para que el avance de la apertura de zanjas y pozos pueda ser seguido inmediatamente por su colocación.

Los laterales de la excavación se sanearán, antes del descenso del personal a los mismos, de piedras o cualquier otro material suelto o inestable, empleando esta medida en las inmediaciones de la excavación, siempre que se adviertan elementos sueltos que pudieran ser proyectados o rodar al fondo de la misma.

Siempre que el movimiento de vehículos pueda suponer peligro de proyecciones o caídas de piedras u otros materiales sobre el personal que trabaja en las cimentaciones, se dispondrá a 0.60 m del borde de éstas un rodapié de 0.20 m de altura.

Los materiales retirados de entibaciones, refuerzos o encofrados se apilarán fuera de las zonas de circulación y trabajo. Las puntas salientes sobre la madera se sacarán o doblarán.

Se evitará la permanencia o paso de personas bajo cargas suspendidas, acotando las áreas de trabajo.

Los operarios encargados del montaje o manejo de armaduras irán provistos de guantes y calzado de seguridad, mandiles, y cinturón portaherramientas.

Los operarios que manejan el hormigón llevarán guantes y botas que protejan su piel del contacto con el mismo.

Cuando el vertido del hormigón se realice por el sistema de bombeo neumático o hidráulico, los tubos de conducción estarán convenientemente anclados y se pondrá especial cuidado en limpiar la tubería después del hormigonado, pues la presión de salida de los áridos puede ser causa de accidente. A la primera señal de obstrucción, deberá suspenderse al bombeo como primera precaución.

Los vibradores de hormigón, accionados por electricidad, estarán dotados de puesta a tierra.

Hormigón armado

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.

A nivel del suelo se acotarán las áreas de paso o trabajo en las que haya riesgo de caída de objetos.

Siempre que resulte obligado realizar trabajos simultáneos en diferentes niveles superpuestos, se protegerá a los trabajadores situados en niveles inferiores con redes, viseras o elementos de protección equivalentes.

Se dispondrá la señalización de seguridad adecuada para advertir de riesgos y recordar obligaciones o prohibiciones, para evitar accidentes. Se habilitarán accesos suficientes a las zonas de hormigonado.

Cuando el vertido del hormigón se realice por el sistema de bombeo neumático o hidráulico, los tubos de conducción estarán convenientemente anclados y se pondrán especial cuidado en limpiar la tubería después del hormigonado, pues la presión de salida de los áridos puede ser causa de accidente. A la primera señal de obstrucción, deberá suspenderse el bombeo, como primera precaución.

Se evitará la permanencia o paso de personas bajo cargas suspendidas, acotando las áreas de trabajo.

Los operarios encargados del montaje o manejo de armaduras irán provistos de calzado y guantes de seguridad, mandiles y cinturón portaherramientas.

Los operarios que manejan el hormigón llevarán guantes y botas que protejan su piel del contacto con el mismo.

Los materiales procedentes del desencofrado se apilarán a distancia suficiente de las zonas de circulación y trabajo. Las puntas salientes sobre madera se sacarán o se doblarán.

Se vigilará el buen estado de la maquinaria, con especial atención a la de puesta en obra del hormigón.

Periódicamente, se revisarán la toma de tierra de grúas, hormigoneras y demás maquinaria accionada eléctricamente.

Trabajos en instalaciones eléctricas de baja y/o alta tensión

Se prohíbe realizar trabajos en instalaciones eléctricas de baja y/o alta tensión son adoptar como mínimo, las precauciones impuestas en las normativas siguientes:

- Reglamento electrónico para baja tensión
- Reglamento de líneas aéreas de alta tensión

Trabajos en la proximidad de líneas eléctricas de alta tensión

El trabajo que sea necesario llevar a cabo en la proximidad inmediata de conductores o aparatos de alta tensión de realizarán en las condiciones siguientes:

- Se considerará que todo conductor está en tensión
- No se conducirán vehículos altos por debajo de las líneas eléctricas, siempre que exista otra ruta a seguir.
- Cuando se efectúen obras, montajes, etc. en proximidad de líneas aéreas, se dispondrá de gálibos, vallas o barreras provisionales.
- Cuando se utilicen grúas torre o similar, se observará que se cumplen las distancias de seguridad.
- Durante las maniobras de la grúa, se vigilará la posición de la misma respecto de las líneas.

- No se permitirá que el personal se acerque a estabilizar las cargas suspendidas, para evitar el contacto o arco con la línea.
- No se efectuarán trabajos de carga o descarga de equipos o materiales debajo de las líneas o en su proximidad.
- No se volcarán tierras o materiales debajo de las líneas aéreas, ya que esto reduce la distancia de seguridad a las mismas desde el suelo.
- Los andamiajes, escaleras metálicas o de madera con refuerzo metálico, estarán a una distancia segura de la línea aérea.
- Cuando haya que transportar objetos largos por debajo de las líneas aéreas, se llevarán siempre en posición horizontal.
- En líneas aéreas de alta tensión, las distancias de seguridad a observar son de 4 m hasta 66.000 V y de 5 m en las de más de 66.000 V.

Trabajos en la proximidad de líneas eléctricas de baja tensión

Toda la instalación será considerada baja tensión mientras no se compruebe lo contrario con aparatos destinados a tal efecto.

Si hay posibilidad de contacto eléctrico, siempre que sea posible, se cortará la tensión de la línea. Si esto no es posible, se pondrán pantallas protectoras o se instalarán vainas aislantes en cada uno de los conductores, o se aislará a los trabajadores con respecto a tierra.

Los recubrimientos aislantes no se instalarán cuando la línea esté en tensión, serán continuos y fijados convenientemente para evitar que se desplacen. Para colocar dichas protecciones será necesario dirigirse a la compañía suministradora, que indicará cual es el material más adecuado.

Trabajos de proximidad de cables subterráneos

Al hacer trabajos de excavación en proximidad de instalaciones en las que no haya certeza de ausencia de tensión, se obtendrá, si es posible, de la compañía eléctrica, el trazado exacto y características de la línea.

En estos trabajos se notificará al personal la existencia de estas líneas, así como se procederá a señalizar y balizar las zanjas, manteniendo una vigilancia constante. No se notificará la posición de ningún cable sin la autorización de la compañía eléctrica.

No se utilizará ningún cable que haya quedado al descubierto como peldaño o acceso a una excavación.

No trabajará ninguna máquina pesada en la zona. Si se diera a un cable, aunque fuera ligeramente, se mantendrá alejado al personal de la zona y se notificará a la compañía suministradora.

Protección de incendios

El riesgo de incendios por existencia de fuentes de ignición (trabajos de soldadura, instalación eléctrica, fuegos en periodos fríos, cigarrillos, etc.) y de sustancias combustibles (madera, carburantes, disolventes, pinturas, residuos, etc.) estará presente en la obra, requiriendo atención a la prevención de estos riesgos.

Se realizarán revisiones y se vigilará permanentemente la instalación eléctrica provisional de la obra, así como el correcto acopio de sustancias combustibles situando

estos acopios en lugares adecuados, ventilados y con medios de extinción en los propios recintos.

Se dispondrá de extintores portátiles en los lugares de acopio que lo requieran: oficinas, almacenes, etc. Se tendrán en cuenta otros medios de extinción como agua, arena, herramientas de uso común, etc.

Se dispondrá del teléfono de los bomberos junto a otros de urgencias, recogidos en una hoja normalizada de colores llamativos que se colocarán en oficinas, vestuarios y otros lugares adecuados.

Las vías de evacuación estarán libres de obstáculos como uno de los aspectos del orden y limpieza que se mantendrá en todos los tajos y lugares de circulación y permanencia de trabajadores.

Se dispondrá la adecuada señalización indicando los lugares con riesgo elevado de incendio, prohibición de fumar y situación de extintores.

Estas medidas se orientan a la prevención de incendios y a las actividades iniciales de extinción hasta la llegada de los bomberos, caso que fuera precisa su intervención.

1.6.2. Formación del personal

Todo el personal debe recibir al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberá emplear.

Se impartirá formación en materia de seguridad y salud en el trabajo al personal de la obra. Además de las Normas y Señales de Seguridad, concienciándoles en su respeto y cumplimiento, y de las medidas de Higiene, se le enseñará la utilización de las protecciones colectivas y el uso y cuidado de las protecciones individuales del operario.

Los operarios serán ampliamente informados de las medidas de seguridad, personales y colectivas que deben establecerse en el tajo al que estén adscritos, así como al colindante. Cada vez que un operario cambie de tajo, se reiterará la operación anterior.

El Contratista garantizará y, consecuentemente será responsable de su omisión, que todos los trabajadores y personal que se encuentre en la obra, conoce debidamente todas las normas de seguridad que sean de aplicación.

Eligiendo al personal más cualificado, se impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios, de forma que todos los tajos dispongan de algún socorrista.

1.6.3. Medicina preventiva y primeros auxilios

Se prevé las instalaciones de un local para botiquín central, atendido y varios botiquines de obra para primeros auxilios conteniendo todo el material necesario para llevar a cabo su función.

Botiquines

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes centros médicos (mutuas patronales, mutualidades laborales, ambulatorios, hospitales, etc.) donde debe trasladarse a los accidentados para su mayor rapidez y tratamiento efectivo.

Es muy conveniente disponer en la obra y, en sitio visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentes a los centros de asistencia.

En la oficina administrativa de obra o, en su defecto, en el vestuario o cuarto de aseo, existirá al menos un botiquín perfectamente señalizado y cuyo contenido mínimo será el siguiente:

- Agua oxigenada o Alcohol de 96° o Tintura de yodo o Mercurocromo o Amoniaco
- Gasa estéril
- Algodón hidrófilo o Vendas
- Esparadrapo
- Antiespasmódicos o Analgésicos
- Tónicos cardiacos de urgencias o Torniquete
- Bolsas de goma para agua o hielo o Guantes esterilizados
- Jeringuilla o Hervidor
- Agujas para inyectables o Termómetro clínico

Cuando las zonas de trabajo estén muy alejadas del botiquín central, será necesario disponer de maletines que contengan el material imprescindible para atender pequeñas curas. Se revisará mensualmente y se repondrá inmediatamente lo usado.

Asistencia a accidentados

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo y que será repetido en el periodo de un año.

Si el suministro de agua potable para el personal, no se toma alguna red municipal de distribución, si no de fuentes, pozos, etc., hay que vigilar su potabilidad. En caso necesario se instalarán aparatos para su cloración.

La empresa adjudicataria tomará las oportunas medidas para que ningún operario realice tareas que le puedan resultar lesivas a su estado de salud general o concreta, en cada momento.

Vigilancia de la salud

Se garantizará a los trabajadores la vigilancia de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo.

Esta vigilancia sólo podrá llevarse a cabo cuando el trabajador preste su consentimiento.

1.6.4. Servicios higiénicos

Cuando los trabajadores tengan que llevar ropa especial de trabajo deberán tener a su disposición vestuarios adecuados. Los vestuarios deberán ser de fácil acceso, tener las dimensiones suficientes y disponer de asientos e instalaciones que permitan a cada trabajador, si fuera necesario, su ropa de trabajo.

Cuando las circunstancias lo exijan (por ejemplo sustancias peligrosas, humedad, suciedad) la ropa de trabajo deberá guardarse separada de la ropa de calle y de los efectos personales.

Cuando los vestuarios no sean necesarios, en el sentido del párrafo primero de este apartado, cada trabajador deberá poder disponer de un espacio para colocar su ropa y sus objetos personales bajo llave.

Cuando el tipo de actividad o la salubridad lo requieran, se deberán poner a disposición de los trabajadores duchas apropiadas y en número suficiente.

Las duchas deberán tener dimensiones suficientes para permitir que cualquier trabajador se asee sin obstáculos y en adecuadas condiciones de higiene. Las duchas deberán disponer de agua corriente caliente y fría.

Cuando, con arreglo al párrafo primero de este apartado, no sean necesarias duchas, deberá haber lavabos suficientes y apropiados con agua corriente caliente, si fuera necesario, cerca de los puestos de trabajo y de los vestuarios.

Si las duchas o los lavabos y los vestuarios estuvieran separados, la comunicación entre unos y otros deberá ser fácil.

Los servicios higiénicos dispondrán de un número de lavabos con agua fría y W.C. en función del número de trabajadores según Pliego de Prescripciones Técnicas, disponiendo de espejos, calefacción y calentadores de agua.

Se analizará el agua destinada al consumo de los trabajadores para garantizar su potabilidad, si no proviene de la red de abastecimiento de la población.

1.7. Prevención de riesgos de daños a terceros

En prevención de posibles accidentes a terceros, se colocarán las oportunas señales de advertencia de salida de camiones y de limitación de velocidad en las carreteras a las distintas reglamentarias del entronque con ella.

Se señalizarán los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso a todo personal ajeno a la misma, colocándose, en su caso, los cerramientos necesarios.

1.8. Prevención de riesgos en maquinaria, instalaciones provisionales y medios auxiliares

1.8.1. Maquinaria

1.8.1.1. Grúas autopropulsadas

Los 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:

- Será obligatorio el uso del casco.
- La persona encargada del manejo de la grúa tendrá perfecta visibilidad en todas las maniobras, tanto de la carga como de la traslación.

Protecciones colectivas

- Estas grúas no comenzarán su trabajo sin haber apoyado los correspondientes gatos-soporte en el suelo, manteniendo las ruedas en el aire.
- El personal nunca se situará debajo de una carga suspendida.
- La traslación con carga de las grúas automóbiles se evitará siempre que sea posible. De no ser así, la pluma, con su longitud más corta y la carga suspendida a la menor altura posible, se orientará en la dirección del desplazamiento.

1.8.1.2. Sierra circular eléctrica

Riesgos específicos

- Rotura de discos
- Corte y amputaciones
- Polvo ambiental
- Descarga de corriente
- Proyección de partículas

Medios de protección

- Protecciones personales
- Será obligatorio el uso del casco
- El disco deberá tener una protección
- La transmisión motor-máquina deberá tener una carcasa protectora.
- Se deberá trabajar con mascarilla
- La máquina se conectará a tierra a través del relé diferencial
- Los dientes del disco estarán afilados

Protecciones colectivas

- La máquina dispondrá de un interruptor de marcha y parada
- La zona de trabajo deberá estar limpia
- Las maderas que se utilicen deberán estar desprovistas de clavos
- Preferentemente, en lugares cerrados, se trabajará con instalación de extracción de aire
- En el caso de usarla para cortar material cerámico dispondrá de un sistema de humidificación para evitar la formación de polvo.

1.8.1.3. Grupo de soldadura

Riesgos más frecuentes

- Quemaduras o Intoxicaciones
- Descargas eléctricas o Lesiones en la vista o Caídas desde alturas o Golpes

Medios de protección

Protecciones personales

- Será obligatorio el uso del casco
- Será obligatorio el uso de mascarilla para soldar, guantes de cuero, polainas y mandil
- Será obligatorio el uso del cinturón de seguridad para trabajar en altura.
- En lugares de trabajo cerrados, se instalará una extracción forzada
- Las máquinas se conectarán a tierra

1.8.1.4. Convertidores y vibradores eléctricos

Riesgos frecuentes

- Descargas eléctricas
- Salpicaduras de techada en ojos y piel
- Caídas desde altura

Medios de protección

Protecciones personales

- Será obligatorio el uso del casco
- Se trabajará con guantes de cuero y gafas
- Después de la utilización del vibrador se procederá a su limpieza
- Para trabajos en altura se dispondrá de cinturón de seguridad y de andamios protegido y colocados de forma estable.

Protecciones colectivas

- La salida de tensión del convertidor será a 24 V. Estará conectado a tierra y protegido por el relé diferencial.
- El cable de alimentación deberá estar protegido.

1.8.1.5. Vibradores neumáticos

Riesgos más frecuentes

- Descargas eléctricas
- Salpicaduras de techada en ojos y piel
- Caídas desde altura

Medios de protección

Protecciones personales

- Será obligatorio el uso del casco
- Se trabajará con guantes y gafas.
- Después de la utilización del vibrador, se procederá a su limpieza
- Para trabajos en altura, se dispondrá de cinturón de seguridad y de andamios colocados en posiciones estables.

1.8.1.6. Compresor de aire

Riesgos más frecuentes

- Ruidos
- Rotura de mangueras

Medios de protección

Protecciones personales

- Será obligatorio el uso de casco

Protecciones colectivas

- Se utilizarán mangueras para presión de aire
- La conexión de mangueras de aire se realizará de forma perfecta
- Al paralizar el compresor se abrirá la llave del aire
- Se utilizarán compresores silenciosos

1.8.1.7. Martillo picador

Riesgos más frecuentes

- Ruidos
- Vibraciones y percusión
- Proyección de partículas
- Golpes
- Descargas eléctricas

Medios de protección

Protecciones personales

- Será obligatorio el uso del casco
- Se utilizarán: protectores auditivos, cinturón anti-vibratorio, mangueras, gafas anti-impactos, guantes y mascarilla.

Protecciones colectivas

- Se procederá al vallado de la zona donde caigan escombros
- Los martillos eléctricos se conectarán a tierra

1.8.1.8. Hormigonera eléctrica

Riesgos más frecuentes

- Corte y amputaciones
- Descargas eléctricas
- Salpicaduras de lechada en ojos y piel

Medios de protección

Protecciones personales

- Será obligatorio el uso del casco
- Se utilizarán guantes de cuero y gafas

Protecciones colectivas

- Se conectará la máquina a tierra y al relé diferencial
- Se protegerá la transmisión de la máquina con una carcasa

- Se procurará ubicarla donde no dé lugar a otro cambio y que no pueda ocasionar vuelcos o desplazamientos involuntarios.

1.8.1.9. Pala cargadora y retroexcavadora

Riesgos más frecuentes

- Golpes y atropellos
- Electrocuaciones y descargas eléctricas
- Vuelcos
- Atrapamientos

Medios de protección

Protecciones personales

- Será obligatorio el uso del casco
- Los operarios tendrán perfecta visibilidad en todas las maniobras

Protecciones colectivas

- Todo el personal trabajará fuera del radio de acción de la máquina
- La máquina, al circular, lo hará con la cuchara plegada
- En marcha atrás la máquina dispondrá de señales acústicas

1.8.1.10. Camiones basculantes

Riesgos más frecuentes

- Vuelcos
- Colisiones
- Golpes
- Atropellos

Medios de protección

Protecciones personales

- Será obligatorio el uso del casco
- El conductor deberá tener buena visibilidad durante toda la conducción y respetará las normas del Código de Circulación

Protecciones colectivas

- Periódicamente se revisarán frenos y neumáticos
- No se circulará con la caja basculante levantada
- En marcha atrás el camión dispondrá de señales acústicas
- Todo el personal efectuará sus labores fuera de la zona de circulación de los camiones
- No se utilizará como medio de transporte del personal
- Se evitarán maniobras bruscas
- No se sobrepasará la carga autorizada, según las características del vehículo.
- Para efectuar una descarga junto al borde de excavación o taludes, se dispondrán topes de suficiente resistencia mecánica que impidan un acercamiento excesivo

1.8.1.11. Herramientas manuales

Riesgos más frecuentes

- Descargas eléctricas
- Proyección de partículas
- Ruido
- Polvo
- Golpes, cortes, erosiones
- Quemaduras

Medios de protección

Protecciones personales

- Será obligatorio el uso del casco
- Dependiendo de la máquina se usará también: protector auditivo, mascarillas, guantes de cuero, pantallas y protectores de disco.

Protecciones colectivas

- Todas las máquinas eléctricas conectarán a tierra
- Cuando no se trabaje con ellas deberán estar todas desconectadas y, sobre todo, fuera de las zonas de paso del personal.

1.8.2. Instalación eléctrica provisional

Una vez realizada la petición de suministro a la compañía eléctrica se procede al montaje de las instalaciones de la obra. Simultáneamente, con la petición de suministro, se solicita, si es necesario, el desvío de líneas aéreas o subterráneas que interfieran la ejecución de la obra.

Las acometidas, realizadas por la empresa suministradora, deben disponer de un armario de protección y medida directa de material aislante con protección de la intemperie. A continuación se sitúa el cuadro general de mando y protección, dotado de seccionador general, interruptor onnipolar y protección contra faltas a tierra y sobrecargas o cortocircuitos mediante interruptores magnetotérmicos.

Del cuadro general salen circuitos de alimentación a los cuadros secundarios. Estos cuadros están dotados de interruptor onnipolar e interruptor general magnetotérmico. Las salidas están protegidas con interruptor magnetotérmicos y diferencial. La sensibilidad de estos interruptores debe ser de 300 mA para la instalación de fuerza y de 30 mA para la instalación de alumbrado. Existirán tantos interruptores magnetotérmicos como circuitos se disponga.

Enlaces entre los cuadros y máquinas

Los enlaces se deben hacer con conductores cuyas dimensiones estén determinadas por el valor de la corriente que deben conducir.

Debido a las condiciones meteorológicas desfavorables de una obra, se aconseja que los conductores lleven aislantes de neopreno por las ventajas que representan en sus cualidades mecánicas y eléctricas sobre los tradicionales con aislamiento de PVC.

Un cable deteriorado no debe forrarse con esparadrapo, cinta aislante, ni plástico, sino con cinta auto-vulcanizante, cuyo poder de aislamiento es muy superior a las anteriores.

Ningún cable se debe colocar por el suelo en zonas de paso de vehículos y acopio de cargas. En caso de no poder evitarse, se deben disponer elevados y fuera del alcance de los vehículos que por allí deban circular, o enterrados y protegidos por una canalización resistente.

Todos los enlaces se deben hacer mediante manguera de 3 o 4 conductores con toma de corriente en sus extremos con enclavamiento del tipo 2P+T o bien 3P+T, quedando así, aseguradas las tomas de tierra y los enlaces equipotenciales.

Toda maquinaria conexcionada a un cuadro principal o auxiliar debe disponer de manguera con hilo de tierra.

Protección contra contactos directos

- Las medidas de protección son:
- Alejamiento de las partes activas de la instalación para evitar un contacto fortuito con las manos o por manipulación de objetos.
- Interposición de obstáculos que impidan el contacto accidental.
- Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de aislamiento apropiado que conserve sus propiedades con el paso del tiempo y que linde la corriente de contacto a un valor no superior a 1 mA.

Protección contra contactos indirectos

Se debe tener en cuenta:

- Instalaciones con tensión hasta 250 V con relación a la tierra. Con tensiones hasta de 50 V en medios secos y no conductores, o 24 V en medios húmedos o mojados, no es necesario sistema de protección alguno. Con tensiones superiores a 50 V, es necesario un sistema de protección.
- Instalaciones con tensiones superiores a 250 V con relación a la tierra. En todos los casos es necesario un sistema de protección, cualquiera que sea el medio.

Puesta a tierra de las masas

La puesta a tierra se define como toda ligazón metálica directa sin fusible de corte alguno, con objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones no haya diferencia de potencial peligrosa, y que al mismo tiempo permita el paso a tierra de descargas eléctricas de origen atmosférico.

Según las características del terreno se debe usar el electrodo apropiado de los tres tipos sancionados por la práctica. Se debe mantener una vigilancia y comprobación constante de las puestas a tierra.

Otras medidas de protección:

- Se deben extremar las medidas de seguridad en los emplazamientos cuya humedad relativa alcance o supere el 70% y en los locales mojados o con ambientes corrosivos.
- Todo conmutador, seccionador e interruptor debe estar protegido mediante carcasas o cajas metálicas.
- Cuando se produzca un incendio en una instalación eléctrica lo primero que debe hacerse es dejarla sin tensión.
- En caso de reparación de cualquier parte de la instalación se debe colocar un cartel visible con la inscripción "no meter tensión, personal trabajando".

- Siempre que sea posible se deben enterrar las líneas de conducción, protegiéndolas adecuadamente por medio de tubos que posean una resistencia tanto eléctrica como mecánica probada.

Señalización

- Se deben colocar en lugares apropiados uno o varios avisos en los que:
- Se prohíba la entrada a las personas no autorizadas a los locales donde está instalado el equipo eléctrico.
- Se prohíba a las personas no autorizadas al manejo de los aparatos eléctricos.
- Se den instrucciones sobre las medidas que han de tomarse en caso de incendio
- Se den instrucciones para salvar a las personas que están en contacto con conductores de baja tensión y para reanimar a los que hayan sufrido un choque eléctrico.

Útiles eléctricos de mano

Las condiciones de utilización de cada material se deben ajustar a lo indicado por el fabricante en la placa de características o, en su defecto, a las indicaciones de tensión e intensidad que facilite el mismo, ya que la protección contra contactos indirectos puede no ser suficiente para cualquier tipo de condiciones ambientales, si no se utiliza el material dentro de los márgenes para los que ha sido proyectado.

Se debe verificar el aislamiento y protección que recubren a los conductores.

Las tomas de corriente prolongada y conectores se deben instalar de tal forma que las piezas desnudas bajo tensión no sean nunca accesibles durante la utilización del aparato.

Sólo se pueden utilizar lámparas portátiles manuales que están en perfecto estado y hayan sido concebidas a este efecto, según normas del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. El mango y el cesto protector de la lámpara debe ser de material aislante y el cable flexible de alimentación debe garantizar el suficiente aislamiento contra contactos eléctricos.

Las herramientas eléctricas portátiles como esmeriladoras, taladradoras, remachadoras y sierras deben llevar un aislamiento de Clase II.

Estas máquinas llevan en su placa de características dos cuadros concéntricos o inscritos uno en el otro y no deben ser puestas a tierra.

Almacenes

Los almacenes son locales cerrados, cobertizos y zonas al aire libre que albergan los materiales siguientes:

- Materiales de construcción.
- Materiales de montaje.
- Útiles y herramientas.
- Repuestos.
- Material y medios de seguridad.
- Varios.

Los almacenes deben estar comunicados con las zonas de actividad que se suministran de estos mediante los adecuados accesos. Han de disponer de cerramientos dotados

de puertas, controlándose en todo momento la entrada a los mismos. La distribución interior de los almacenes debe ser la adecuada para que cumplan su finalidad de la forma más eficaz, teniendo presente evitar de riesgos del personal que hade manipular los materiales almacenados. La disposición de pasillos, zonas de apilamiento y estanterías ha de hacerse teniendo presente estas circunstancias.

Las operaciones que se realizan habitualmente en los almacenes incluyen la descarga y recepción de materiales, su almacenamiento y la salida seguida del transporte hasta el lugar de utilización de los materiales.

1.8.3. Medios auxiliares

1.8.3.1. Andamios

Plataforma de trabajo

El ancho mínimo del conjunto debe ser de 60 cm. Los elementos que la compongan se deben fijar a la estructura portante de modo que no puedan darse basculaciones, deslizamientos u otros movimientos peligrosos.

Cuando se encuentren a dos o más metros de altura, su perímetro se ha de proteger mediante barandillas resistentes de 90 cm de altura. En el caso de andamiajes, por la parte interior la altura de las barandillas puede ser de 70 cm. de altura.

Esta medida debe completarse con rodapiés de 20 cm de altura para evitar posibles caídas de materiales, así como con otra barra o listón intermedio que cubra el hueco que quede entre ambas.

Si se realiza con madera ésta debe ser sana, sin nudos ni grietas que puedan lugar a roturas, siendo su espesor mínimo de 5 cm.

Si son metálicas, deben tener una resistencia suficiente al esfuerzo a que van a ser sometidas.

Se cargarán, únicamente, los materiales necesarios para asegurar la continuidad del trabajo.

Andamios tubulares

Los apoyos en el suelo se deben realizar sobre zonas que no ofrezcan puntos débiles, por lo que es preferible usar durmientes de madera o bases de hormigón, que repartan las cargas sobre una mayor superficie y ayuden a mantener la horizontalidad de la plataforma de trabajo.

Se deben disponer varios puntos de anclaje distribuidos por cada cuerpo de andamio y cada planta de la obra, para evitar vuelcos. Todos los cuerpos del conjunto deben disponer de arriostramientos del tipo de “cruces de San Andrés”.

Durante el montaje, se vigilará el grado de apriete de cada abrazadera para que sea el idóneo, evitando tanto que no sea suficiente y pueda soltarse, como que sea excesivo y pueda partirse.

En todo momento se debe mantener acotada la zona inferior a la que se realizan los trabajos y se eso no fuera suficiente, para evitar daños a terceros, se mantendrá una persona como vigilante.

Para los trabajos de montaje, desmontaje, ascenso y descenso, se utilizarán cinturones de seguridad y dispositivos anticaída, caso que la altura del conjunto supere en más de 3 metros o se dispongan escaleras laterales especiales con suficiente protección contra caídas desde altura.

1.8.3.2. Encofrados

No se permite la circulación de operarios entre puntales una vez terminado el encofrado, en todo caso se hará junto a puntales arriostrados sin golpearlos.

La circulación sobre tableros de fondo, de operarios y/o carretillas manuales, se debe realizar repartiendo la carga sobre tableros o elementos equivalentes. No se pueden transmitir al encofrado vibraciones de motores.

Los operarios, cuando trabajen en alturas superiores a 3 m, han de estar protegidos contra caída eventual, mediante red de protección y/o cinturón de seguridad anclado a punto fijo.

En épocas de fuertes vientos se deben atirantar con cables o cuerdas los encofrados de elementos verticales de hormigón con esbeltez mayor de 10.

En épocas de fuertes lluvias, se deben proteger los fondos de vigas, forjados o losas con lonas impermeabilizadas o plásticos.

El desencofrado se debe realizar cuando lo determine el director de las obras, siempre bajo la vigilancia del encargado de los trabajos y en el orden siguiente:

Al comenzar el desencofrado, se aflojan gradualmente las cuñas y los elementos de apriete.

La clavazón de retira por medio de barras con extremos preparados para ello.

Advertir que en el momento de quitar el apuntalamiento nadie permanezca bajo la zona de caída del encofrado. Para ello, al quitar los últimos puntales, los operarios se deben auxiliar con cuerdas que les eviten quedar bajo la zona de peligro.

Al finalizar los trabajos de desencofrado, las maderas y puntales se apilan de modo que no puedan caer elementos sueltos a niveles inferiores. Los clavos se eliminan o doblan, dejando la zona limpia de los mismos.

1.9. Disposiciones generales de seguridad y salud

La realización de este Estudio de Seguridad y Salud en las obras, y las decisiones tomadas en él, se atienen a la normativa siguiente:

- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio, por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud para la Utilización por Trabajadores de los Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 487/1997 de 14 de abril, sobre Manipulación de Cargas.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo.

- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Ley 31/1995, del 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto Legislativo 1/1995, de 24 de marzo, Estatuto de los Trabajadores.

En Palencia, junio de 2024

Fdo.: Virginia Fernández Negro

Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

2. Pliego de condiciones

Este pliego tiene por objeto establecer las condiciones particulares para la seguridad y salud en el desarrollo de las actividades relacionadas con la plantación de pistachos en regadío, conforme a la normativa vigente y a las mejores prácticas del sector agrícola.

Las presentes condiciones se aplican en todas las fases del proyecto, desde la preparación del terreno hasta la instalación del sistema de riego y las labores de mantenimiento. Abarca tanto las condiciones generales como las específicas de seguridad y salud en el trabajo.

2.1. Disposiciones legales de aplicación

- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, de 8 de noviembre.
- Reglamento de los Servicios de Prevención (Real Decreto 39/1997 de 17 de enero).
- Disposiciones mínimas de salubridad y salud en las obras de construcción (Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre).
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud (Real Decreto 485/1997 de 14 abril).
- Modelo de libro de incidencias en obras de construcción. O.M. 12-01-1998.
- Modelo de notificaciones de accidentes de trabajo. O.M 16-12.1987.
- Reglamento Seguridad e Higiene en el Trabajo de la Construcción. O.M 02-09-1966.
- Cuadro de enfermedades provisionales (Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre).
- Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo O.M. 09-03-1971.
- Ordenanza trabajo industria (vidrio, cerámica, etc.) O.M. 28-08.1970.
- Señalización y otras medidas en obras fijas en vías fuera de poblaciones. O.M 31-08-1987.
- Real Decreto 286/2006 de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Disposición mínima de seguridad y salud sobre manipulación manual de cargas (Real Decreto 487/1997 de 14 de abril).
- Reglamento sobre trabajos con riesgo de amianto. O.M. 31-10-1984.
- Medidas urgentes de protección social y de lucha contra la precariedad laboral en la jornada de trabajo y equipos de protección individuales (Real Decreto-ley 8/2019, de 8 de marzo)
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en equipos de protección individual (Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo).
- Equipos de protección individual contra caída de altura (UNE-EN365:2005).
- Requisitos y métodos de ensayo: calzado seguridad/protección/trabajo. UNE-EN ISO 2345:2005, 2346:2005 y 2347:2005.
- Especificaciones calzado de seguridad uso profesional. UNE-EN 345/AI.
- Especificaciones calzado protección uso profesional. UNE-EN 346/AI.
- Especificaciones calzado trabajo uso profesional. UNE-EN 347/AI.

2.1.1. Instalaciones y equipos de obra

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los equipos de trabajo (Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio).
- Reglamento Electrónico de Baja Tensión (Real decreto 842/2002 de 2 de agosto).
- Carretillas automotoras de manutención. UNE-EN 1459:1999.
- Reglamento de aparatos elevadores para obras. O.M 23-05-1977.
- Reglamento de seguridad para las máquinas (Real Decreto 1495/1986 de 26 de mayo).
- Regulación de la potencia acústica de la maquinaria (Real Decreto 212/2002 de 22 de febrero).
- Requisitos esenciales de Seguridad y Salud en las máquinas (Real Decreto 71/1992 de 27 de noviembre).

2.2. Condiciones técnicas de los medios de protección

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose a su término. Cuando por las circunstancias de trabajo se produzca un deterioro rápido en una prenda, se repondrá ésta, independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.

Toda prenda o equipo que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido (por un accidente, por ejemplo) será desechado y reemplazado al momento.

Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante, también será repuestas inmediatamente. El uso de una prenda o equipo de protección nunca representará un riesgo en sí mismo.

2.2.1. Protecciones personales

Todo elemento de protección personal se ajustará a las Normas de Homologación del Ministerio de Trabajo (O.M 17-05-1974). En los casos en que no exista norma de homologación oficial, serán de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones.

2.2.2. Protecciones colectivas

Los elementos de protección colectiva se ajustarán a:

Vallas de limitación y protección: tendrán como mínimo 0.9 metros de altura, estando construidas a base de tubo metálico, además de disponer de patas para mantener su verticalidad.

Topes de desplazamiento de vehículos: podrán realizar con un par de tabloncillos hembraados, 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 hembraados, firmemente sujetos al terreno. Estos elementos podrán ser también metálicos. Estarán calculados para soportar el impacto de los objetos.

Barandillas: dispondrán de un listón superior a una altura de 90 cm y de suficiente resistencia para garantizar la retención de personas. Llevarán un listón intermedio, así como el rodapié.

Redes: serán de poliamida y sus dimensiones principales serán tales que cumplan con garantía la función protectora.

Cables de sujeción de cinturón de seguridad y anclajes: tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos de acuerdo con su función protectora.

Extintores: serán los adecuados y se revisarán cada 6 meses como máximo.

Riesgos: los caminos para vehículos cercanos a las construcciones se regarán convenientemente para que no se produzca levantamiento de polvo por el tránsito de los mismos.

2.3. Coordinador en materia de Seguridad y Salud

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 del Coordinador en la elaboración del proyecto y en la ejecución de obra podrá recaer en la misma persona.

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.
- La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesario la designación del Coordinador.

2.4. Plan de Seguridad y Salud en el trabajo

En aplicación del Estudio Básico de Seguridad y Salud, el contratista, antes del inicio de la obra elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio Básico y en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio Básico.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes de inicio de la obra, por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.

Este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones

que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre con la aprobación expresa del Coordinador.

Cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes en la misma y los responsables de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. El Plan estará en la obra a disposición de la Dirección Facultativa.

Una vez comunicado la autorización de la apertura del centro de trabajo, y por tanto de inicio de las obras, el Plan de Seguridad estará a disposición permanente de la Inspección Técnica de Trabajo y Seguridad Social y de los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en las Administraciones públicas correspondiente.

2.5. Obligaciones de contratistas y subcontratistas

El contratista y los subcontratistas estarán obligados a:

- Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y en particular:
 - El mantenimiento de la obra en buen estado y limpieza.
 - La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
 - La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
 - El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control de obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
 - La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
 - Almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
 - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
 - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajos.
 - La cooperación entre todos los intervinientes de la obra.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Real Decreto.
- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a seguridad y salud.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en todo lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratado. Además responderán solidariamente a las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Las responsabilidades del Coordinador, de la Dirección Facultativa y del Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas

2.6. Obligación de los trabajadores autónomos

Los trabajadores autónomos están obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
 - El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
 - Almacenamiento y evacuación de los residuos y escombros.
 - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
 - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
 - La cooperación entre todos los intervinientes de la obra.
 - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anejo IV del Real Decreto.
- Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.
- Cumplir las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/97.
- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1997.
- Atender las indicaciones y cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
- Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

2.7. Libro de incidencias

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del Coordinador. Tendrán acceso al libro la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas interviniente, los representantes de los trabajadores y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el Coordinador estará obligado a remitir en el plazo de veinticuatro horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

2.7.1. 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.

2.7.2. 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

2.7.3. 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.

2.8. Paralización de los trabajos

Cuando el Coordinador y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimientos en el Libro de Incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de los trabajos, o en caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados de la paralización y los representantes de los trabajadores.

2.9. Derechos de los trabajadores

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de las medidas que hay que adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

Una copia del Plan de Seguridad y Salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

2.10. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud

Las obligaciones previstas en las tres partes del Anejo IV Real Decreto 1627/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

2.11. 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 total y correctamente las mismas y se les adjudicara 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, junio de 2024

Fdo.: Virginia Fernández Negro

Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

ANEJO XIII: Impacto ambiental

ÍNDICE ANEJO XIII

1. Introducción	4
2. Descripción de la actividad	4
3. Legislación vigente	4
4. Procedimientos administrativos	5
5. Estudio del entorno.....	6
5.1. Medio abiótico	6
5.1.1. Clima.....	6
5.1.2. Análisis del suelo.....	6
5.1.3. Análisis del agua	6
5.2. Medio biótico	7
5.2.1. Flora.....	7
5.2.2. Fauna.....	7
5.3. Medio perceptual	8
5.4. Medio socioeconómico	9
6. Valoración de los impactos	9
7. Impactos.....	10
7.1. Positivos	10
7.2. Negativos.....	11
8. Medidas preventivas y correctoras.....	11
8.1. Localización caseta y sistema de riego.....	11
8.2. Buenas prácticas y personal en el trabajo.....	12
8.3. Programa de vigilancia ambiental	12
9. Conclusiones	12

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Valoración de impactos.....	10
--------------------------------------	----

1. Introducción

El impacto ambiental se define como la alteración o variación que provoca en el medio ambiente una acción, actividad o proyecto determinado.

Este impacto se mide de manera que se diferencia la calidad ambiental existente antes de llevar a cabo el proyecto y la calidad ambiental que existirá una vez realizado el proyecto.

En este anejo se estudiarán las posibles alteraciones ambientales que se produjesen una vez se implante la plantación de pistacho y los efectos que se darán previsiblemente en todas las fases del proyecto construcción funcionamiento y levantamiento.

Con esto se quiere cumplir con todos los requisitos que determinan las leyes medioambientales a nivel nacional comunitario y autonómico.

2. Descripción de la actividad

Como se ha mencionado anteriormente, en este proyecto se va a realizar la implantación de una plantación del cultivo del pistacho, en el término municipal de Villasexmír (Valladolid) en la parcela 657 del polígono 3.

Las plantas se colocarán con un marco de 7 m x 6 m ocupando la superficie de 4.5 ha que tiene la parcela.

Para suplir el déficit hídrico durante los meses de mayo a septiembre se instalará un sistema de riego y sus componentes de bombeo irán protegidos en el interior de una caseta de riego de 7 m x 6 m.

3. Legislación vigente

La normativa vigente sobre la evaluación de impacto ambiental en Villasexmír (Valladolid) está principalmente regulada por la legislación autonómica de Castilla y León. La **Ley 11/2003, de 8 de abril, de Prevención Ambiental de Castilla y León**, establece los procedimientos necesarios para la evaluación de impacto ambiental, asegurando la protección del medio ambiente en proyectos que puedan afectarlo. Esta ley se encuentra en consonancia con la normativa estatal y europea, incorporando las disposiciones de la **Directiva 96/61/CE** sobre la prevención y el control integrados de la contaminación.

A nivel estatal, se debe tener en cuenta la **Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental**, que regula la evaluación ambiental en todo el territorio español. Esta ley establece los procedimientos para analizar los efectos ambientales de proyectos y planes, ya sean de ámbito local, regional o nacional, asegurando una elevada protección ambiental, simplificación y agilidad en los trámites, y garantizando la participación ciudadana.

En Castilla y León, la normativa autonómica complementa la legislación nacional, exigiendo la presentación de un Estudio de Impacto Ambiental ante la Consejería de Medio Ambiente. Este estudio debe pasar por un proceso de información pública y consulta a las administraciones implicadas, donde se analizan y resuelven las alegaciones que pudieran surgir.

El proceso administrativo comienza con la solicitud de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA), un informe preceptivo emitido por el órgano ambiental competente, que evalúa la incorporación de criterios ambientales en el proyecto. Este informe es vinculante y establece las condiciones para proteger el medio ambiente durante todas las fases del proyecto. La DIA se publica en el Boletín Oficial del Estado (BOE) o en el diario oficial correspondiente, y también puede consultarse en la sede electrónica de la Junta de Castilla y León.

4. Procedimientos administrativos

Para realizar dicho proyecto de plantación de pistachos en regadío en el municipio de Villasexmir (Valladolid), se deben llevar a cabo unos procedimientos administrativos relacionados con la evaluación de impacto ambiental de la zona. Se deben seguir los siguientes pasos:

- **Determinación de necesidad de evaluación:** dependiendo del tipo de proyecto, es necesario determinar si se requiere una evaluación de impacto ambiental completa. Esto se decide según las características del proyecto y su posible afectación al entorno.
- **Estudio de Impacto Ambiental:** si se determina que se requiere una evaluación, el promotor del proyecto debe presentar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), que incluya análisis sobre cómo el proyecto afectará al medio ambiente. Este estudio se presentará ante la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León.
- **Información Pública y Consultas:** el EIA se somete a un periodo de información pública, en el cual cualquier persona u organización puede presentar observaciones o alegaciones. Paralelamente, se consultan a las administraciones afectadas por el proyecto, como pueden ser organismos de protección ambiental o autoridades locales.
- **Resolución del Procedimiento:** tras el periodo de consultas, las administraciones competentes emiten un informe de impacto ambiental, que puede ser favorable o no al proyecto. En caso de recibir un informe favorable, el proyecto podrá seguir adelante, cumpliendo con las condiciones establecidas en el informe.
- **Seguimiento y Control:** si el proyecto es aprobado, se realiza un seguimiento para asegurar que se cumplen las condiciones impuestas por la resolución de impacto ambiental. Este seguimiento es supervisado por las autoridades competentes.

Se debe tener en cuenta que los proyectos pueden estar sujetos a una evaluación ordinaria o simplificada, dependiendo de su envergadura e impacto. Además, si el proyecto está dentro de la Red Natura 2000 o afecta a espacios protegidos, se deben seguir procedimientos adicionales específicos.

Es importante asegurarse de que todos los trámites y plazos establecidos en la normativa se cumplan adecuadamente para evitar sanciones o la paralización del proyecto. Además, se debe consultar la legislación ambiental vigente y la normativa específica de la Junta de Castilla y León.

5. Estudio del entorno

En este apartado se describirá todo aquello que exista dentro del entorno de la explotación.

Para ello se distinguirá entre el medio abiótico, biótico, perceptual y socioeconómico.

5.1. Medio abiótico

Este medio hace referencia a los elementos no vivos como son el clima, el suelo y el agua de la zona.

5.1.1. Clima

La zona de estudio posee un clima mediterráneo templado cálido. Tiene inviernos fríos y largos, con temperaturas mínimas que pueden descender por debajo de 0°C, especialmente durante los meses de diciembre y enero, por el contrario los veranos son calurosos, cortos, con temperaturas máximas que pueden superar los 30°C durante los meses de julio y agosto. Las precipitaciones son más frecuentes durante los meses de otoño y primavera, y escasas durante los meses de verano.

Dicha zona se caracteriza por tener vientos moderados y variables a lo largo del año. Y por heladas durante los meses de invierno, también se producen heladas tardías en primavera que pueden presentar un riesgo para los cultivos.

Se considera que la zona recibe una alta exposición a la radiación solar durante todo el año, lo que contribuye a tener climas cálidos en verano y fríos en invierno.

5.1.2. Análisis del suelo

Consideramos un suelo profundo de 2.5 m, con una textura franco-arcillosa. El resultado de los elementos analizados es el siguiente:

- pH: 8.4
- Materia orgánica: 2.92 %
- Fósforo: 127 mg P₂O₅/ Kg suelo
- Potasio: 791 mg de K₂O/ Kg suelo

Como se presenta en el Anejo I. Condicionantes se trata de un suelo con unas características físicas adecuadas para el cultivo de cualquier especie frutal. Es un suelo con estructura migajosa y con una buena permeabilidad. Por todo ello se espera un adecuado desarrollo radicular de los árboles, con ausencia de problemas de asfixia radicular.

5.1.3. Análisis del agua

El agua que empleamos para el riego procede un pozo que está en la propia parcela de estudio, como se menciona en el Anejo I. Condicionantes.

Dicha agua se ha analizado en laboratorio, obteniéndose unos resultados aptos para el riego.

5.2. Medio biótico

El medio biótico se refiere a la parte del medio ambiente que está compuesta por organismos vivos, incluyendo plantas, animales, hongos, bacterias y otros microorganismos. Este componente del medio ambiente interactúa con los elementos abióticos (como el suelo, el agua y el aire) para formar los ecosistemas naturales.

El medio biótico desempeña un papel fundamental en la regulación de procesos como el ciclo de nutrientes, la polinización, la descomposición de la materia orgánica, y la regulación de poblaciones a través de las interacciones entre especies.

5.2.1. Flora

Las especies más comunes son:

Vegetación arbórea:

- *Populus alba* (álamo blanco)

Vegetación arbustiva:

- *Lavandula latifolia* (espliego)
- *Thymus zygis* (tomillo salsero)
- *Thymus mastichina* (tomillo blanco)
- *Crataegus monogyna* (majuelo)

Vegetación herbácea:

- *Avena sterilis* (avena loca)
- *Triticum aestivum* (trigo blando)
- *Cynodon dactillon* (grama común)
- *Papaver rhoeas* (amapola silvestre)
- *Lolium rigidum* (vallico)
- *Hordeum murinum* (cebadilla ratonera)
- *Hordeum vulgare* (cebada)
- *Onopordum acanthium* (cardo borriquero)
- *Bellis perennis* (margarita común)

5.2.2. Fauna

Las especies más comunes son:

Mamíferos:

- Conejo (*Oryctolagus cuniculus*)
- Liebre ibérica (*Lepus granatensis*)
- Zorro (*Vulpes vulpes*)
- Corzo (*Capreolus capreolus*)

- Jabalí (*Sus scrofa*)
- Topillo campesino (*Microtus arvalis*)
- Murciélago (*rhinolopus hipposideros*)

Aves:

- Codorniz (*Coturnix coturnix*)
- Perdiz roja (*Alectoris rufa*)
- Paloma bravía (*Columba livia*)
- Paloma torcaz (*Columba palumbus*)
- Paloma zurita (*Columba oenas*)
- Tórtola común (*Streptopelia turtur*)
- Urraca (*Pica pica*)
- Milano negro (*Milvus migrans*)
- Búho real (*Bubo bubo*)
- Jilguero (*carduelis carduelis*)
- Gorrión chillón (*Petronia petronia*)

Reptiles:

- Culebra de collar (*Natrix natrix*)
- Culebra bastarda (*Malpolon monspessulanus*)
- Lagartija ibérica (*Podarcis hispánica*)
- Lagarto ocelado (*Lacerta lepida*)

Anfibios:

- Sapo corredor (*Bufo calamita*)
- Rana común (*Pelophylax perezi*)

5.3. Medio perceptual

Este medio hace referencia a todo aquello relacionado con el paisaje, los olores y el ruido en el medio que rodea la parcela. El entorno está compuesto por estímulos sensoriales como la luz, el sonido, los olores, los sabores y las sensaciones táctiles, así como por la interpretación cognitiva de estos estímulos por parte del cerebro.

El paisaje de la zona en la que se sitúa este proyecto está formado por campos de cultivo de cereal junto a grandes manchas de pinar.

En cuanto a la plantación se refiere, el cultivo del pistacho es una especie que no se ve en los alrededores de la parcela, por lo que si supondrá un impacto visual pero en menor medida al estar la explotación rodeada de explotaciones de otro tipo de cultivos, cereales principalmente, y monte.

Los olores desprendidos al instalar la plantación y al realizar las labores de mantenimiento serán escasos, similares a los producidos actualmente en las parcelas agrícolas adyacentes.

Con los ruidos ocurrirá un caso similar, ya que estos se producirán a causa de la realización de las labores de mantenimiento y de instalación de los cultivos. Pero estos ruidos también se producen en las parcelas agrícolas de los alrededores.

El único ruido que puede causar más impacto sería el de la motobomba de riego, durante los meses de riego pero esto se verá atenuado debido a que la instalación de riego se encuentra en el interior de la caseta de riego.

5.4. Medio socioeconómico

Este medio sí que sufrirá una pequeña variación ya que la zona donde se va a instalar dicho proyecto es una zona de plantaciones cerealísticas de secano principalmente. Aunque como se ha mencionado anteriormente la variación es mínima al estar rodeado de masas boscosas de pinar. El patrimonio, la ordenación del territorio y su arqueología no se verán alterados debido a la instalación de la plantación.

En cuanto al nivel de empleo de la zona sí que se producirá un incremento de éste, ya que con la construcción, instalación y mantenimiento de la plantación, se dará trabajo a técnicos, especialistas en construcción, peones, maquinistas, camioneros, tractoristas, etc. Cabe explicar que estos puestos de trabajo no serán fijos.

6. Valoración de los impactos

Se analizarán las acciones a realizar en la plantación, debido a que estas pueden ocasionar alteraciones en el entorno. Son las siguientes:

- Análisis de la tierra: causa erosión en el terreno y modifica los horizontes del suelo.
- Preparación del terreno: provoca erosión en el terreno al utilizar maquinaria y alteración de los horizontes. Afecta levemente a la fauna y en mayor medida a la flora.
- Sistema de riego: al abrir las zanjas para instalar la red de distribución se modifica la posición y la forma de los estratos del suelo. Cuando el sistema se haya instalado solamente producirá impacto cuando el equipo esté funcionando, produciendo la instalación de riego impacto acústico y los aspersores impacto visual.
- Obras de la caseta de riego: se produce compactación en el terreno que se encuentra alrededor de la construcción.
- Caseta de riego: genera un pequeño impacto visual.
- Marqueo de la plantación: no producirá apenas impacto ni alteraciones.
- Plantación: se producirá impacto visual ya que no son variedades que se den en la zona, pero se disimulara al ser una zona de cultivos y monte.
- Mantenimiento del suelo mediante laboreo: causa erosión y alteración del terreno debido a la eliminación de la vegetación adventicia de la parcela.
- Defensa fitosanitaria: los residuos de los productos fitosanitarios se acumulan en el suelo y pueden ocasionar daños a la flora y la fauna del medio. También pueden contaminar los acuíferos y aguas subterráneas próximas a la zona. El

uso de estos productos fitosanitarios se restringirá solo a ocasiones que sean estrictamente necesarios.

- Poda: los restos de las podas, tanto si se queman todos juntos en un borde de la parcela, como si se entierran en las labores de mantenimiento, se producirán modificaciones de los componentes del suelo.
- Recolección: no se producirán impactos ni efectos relevantes.

Una vez identificados y descritos los distintos impactos se pasará a determinar la cantidad de daño que causan. Para esto se procederá a clasificarlos en función de los grados de efecto que causan. Los grados pueden ser:

- Inapreciable (Ina)
- Leve (Le)
- Media (Me)
- Grave (Gra)
- Inviabile (Inv)

Estos grados quedaran evaluados en cada acción descrita anteriormente en la siguiente tabla:

Tabla 1. Valoración de impactos.

Impactos	Medio abiótico			Medio biótico		Medio perceptual	Medio socioeconómico
	Suelo	Atmósfera	Agua	Flora	Fauna		
Análisis de tierra	Le	Ina	Ina	Le	Le	Le	Le
Preparación del terreno	Gra	Ina	Ina	Me	Le	Le	Le
Sistema de riego	Me	Ina	Me	Me	Le	Me	Le
Obras caseta de riego	Me	Le	Le	Me	Me	Me	Me
Caseta de riego	Le	Ina	Ina	Ina	Ina	Le	Le
Marqueo de la plantación	Le	Ina	Ina	Ina	Le	Le	Le
Plantación	Me	Ina	Ina	Me	Le	Le	Le
Mantenimiento del suelo por laboreo	Me	Ina	Ina	Gra	Le	Le	Le
Poda	Ina	Ina	Ina	Ina	Le	Le	Le

7. Impactos

7.1. Positivos

Hay ciertos impactos que conllevan a modificaciones con aspecto beneficioso, los cuales son:

- **Erosión:** al bajar la intensidad de las labores que se producen en el terreno, se consigue disminuir la erosión.
- **Calidad de las aguas superficiales y subterráneas:** al utilizar un menor número de productos fitosanitarios que cuando la parcela estaba cultivada de cereal, la calidad del agua mejorará.
- **Enriquecimiento del hábitat faunístico:** se mejora el hábitat de los animales silvestres y de las aves, debido a que se proporciona una zona de refugio y alimento donde instalarse.
- **Dinamización de la zona:** se crearán puestos de trabajo.

7.2. Negativos

Al igual que hay impactos que conllevan a modificaciones que mejoran el hábitat se encuentran impactos que lo modifican negativamente, de los que destacamos:

- **Lubricación de la maquinaria:** será un impacto leve cuando se realiza de forma correcta, manteniendo las precauciones. Pero si no se toman las medidas adecuadas se podría causar una contaminación del suelo y del agua irreversible.
- **Mantenimiento de la maquinaria:** para llevar a cabo el mantenimiento de la maquinaria, esta debe hacerse en talleres autorizados. De esta manera se evita que se viertan aceites, grasas, combustibles, etc. al medio natural. También se deben revisar las máquinas antes y durante la realización de las labores para evitar pérdidas de cualquier fluido contaminante durante la realización de los trabajos.

8. Medidas preventivas y correctoras

Una vez identificados y valorados los impactos ambientales más importantes se tomarán las medidas necesarias para intentar evitar lo máximo posible el daño que estos produzcan en el medio natural. Estas medidas son:

8.1. Localización caseta y sistema de riego

Se usarán materiales con colores similares a los del entorno, de esta manera la caseta se mimetizará con el entorno. Se colocará la caseta en una zona de la parcela donde no se vea demasiado.

Para la revisión de las máquinas que se van a usar en talleres autorizados para prevenir la contaminación atmosférica, acústica y a nivel de suelo. Al concluir la instalación, se procederá a limpiar el área de trabajo, eliminando cualquier residuo o escombros presente. Posteriormente, se realizará el acondicionamiento del terreno para dejarlo en el mismo estado en que se encontraba antes del inicio de la obra.

En el caso del sistema de riego, se colocarán tuberías de distribución del agua de manera subterránea para evitar que se produzca impacto visual en la parcela.

8.2. Buenas prácticas y personal en el trabajo

Se hará un mantenimiento de la maquinaria para prevenir averías en talleres autorizados, de esta manera se evitará el derrame de aceites, combustibles, etc., cuando las máquinas se encuentren en funcionamiento. Se deberá tener un lugar adecuado para realizar pequeñas reparaciones, tratando de evitar que cualquier sustancia peligrosa este en contacto con el medio natural. Para evitar la rotura de piezas de la maquinaria por fricción se engrasarán de forma adecuada, al igual que para limpiar la maquinaria y equipos se evitará el uso de productos contaminantes. Siempre se desconectarán los equipos cuando no estén en funcionamiento con el fin de prolongar su vida útil.

Se le proporcionará al personal de toda la información y conocimientos necesarios para evitar la contaminación del entorno y evitar así, problemas mayores. Además, también deberá tener conocimiento de la legislación vigente de la zona para evitar cualquier tipo de sanción.

8.3. Programa de vigilancia ambiental

Se harán los seguimientos necesarios durante la fase de ejecución y producción de la explotación. Para esto se tendrán registrados los distintos impactos que ocurran y se compararán con aquellos que se han estudiado y de esta manera se podrá comprobar que lo estudiado anteriormente se está cumpliendo. Si en alguno de estos controles se observa cualquier incumplimiento de la ley, se deberá corregir el problema para evitar posibles sanciones administrativas.

9. Conclusiones

Se prevé que la plantación produzca un impacto visual leve ya que a pesar de ser cultivos novedosos en la zona esta es una zona altamente agrícola por lo que estará rodeada de otros cultivos.

El mayor impacto visual estará producido por la caseta de riego. Este impacto se reducirá al instalar materiales acordes con el entorno.

El impacto sobre el ecosistema no será un factor para tener en cuenta debido a que la cantidad de emisiones y residuos contaminantes será mínima.

El impacto sobre el suelo será medio en el caso de que a la hora de realizar las labores preparatorias y de mantenimiento el terreno se encuentre en óptimas condiciones y estas se realicen de la manera correcta. Se producen más y mayores impactos positivos que negativos.

Con la implantación de la explotación se conseguirá reducir la erosión en el terreno y por lo tanto se mejora la calidad del suelo, se aportará en menor medida fertilizantes y productos fitosanitarios al terreno lo que hará reducir su contaminación. Se mejorará el hábitat para la fauna que vive en la zona y se activará el empleo en la zona creando puestos de trabajo.

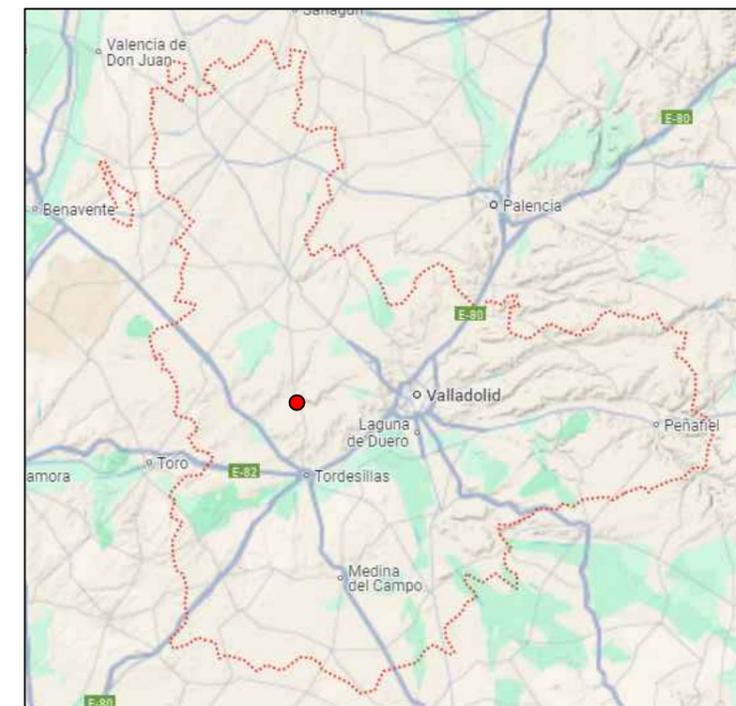
DOCUMENTO 2: PLANOS

ÍNDICE PLANOS

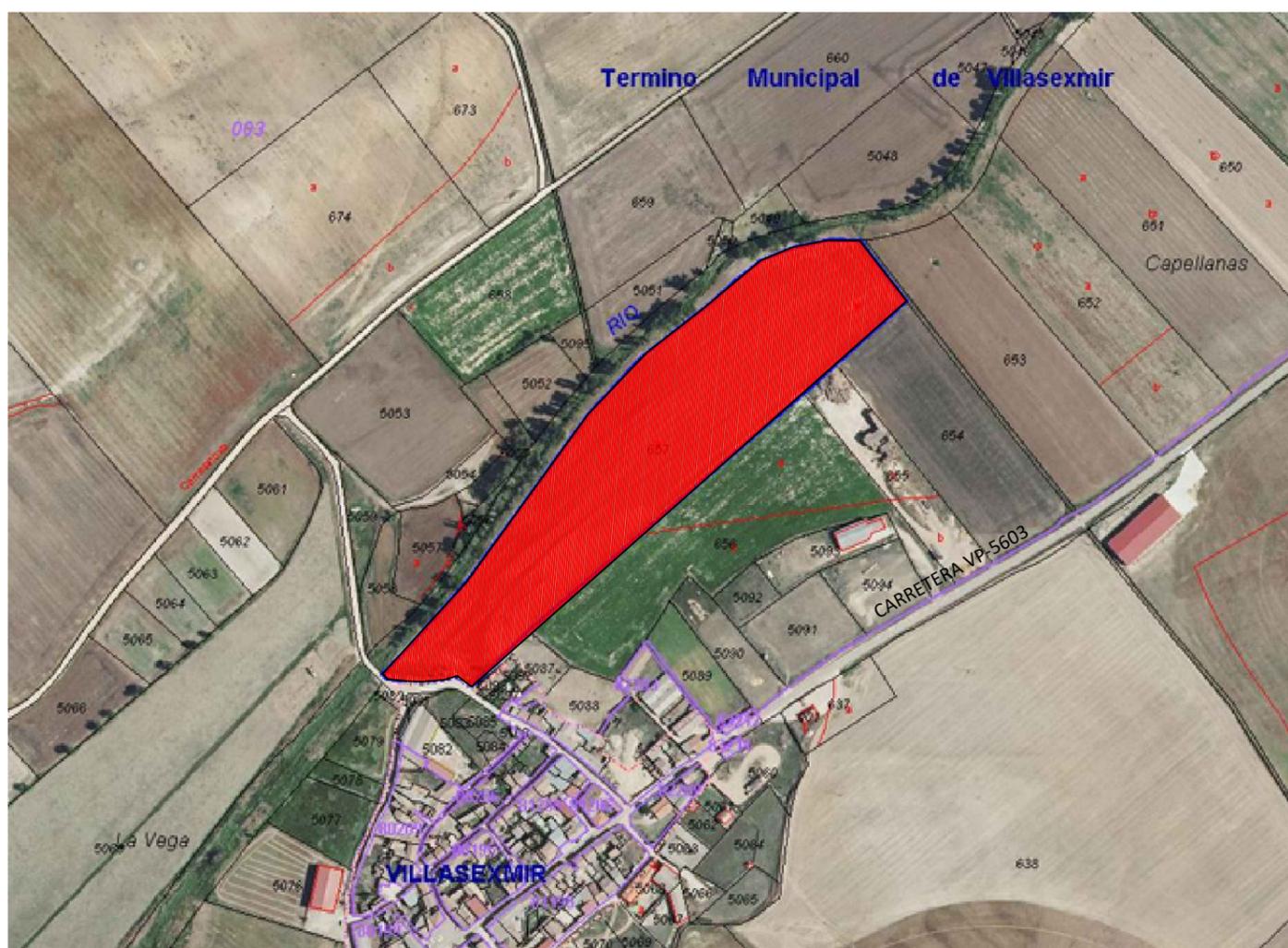
- Plano 1. Situación y emplazamiento
- Plano 2. Distribución general de la plantación
- Plano 3. Detalle de la plantación
- Plano 4. Caseta de riego
- Plano 5. Estructura de la caseta
- Plano 6. Detalle del sistema de riego
- Plano 7. Distribución del sistema de riego
- Plano 8. Cabezal de riego
- Plano 9. Instalación eléctrica
- Plano 10. Esquema unifilar



UBICACIÓN EN TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLASEXMIR



UBICACIÓN EN LA PROVINCIA DE VALLADOLID

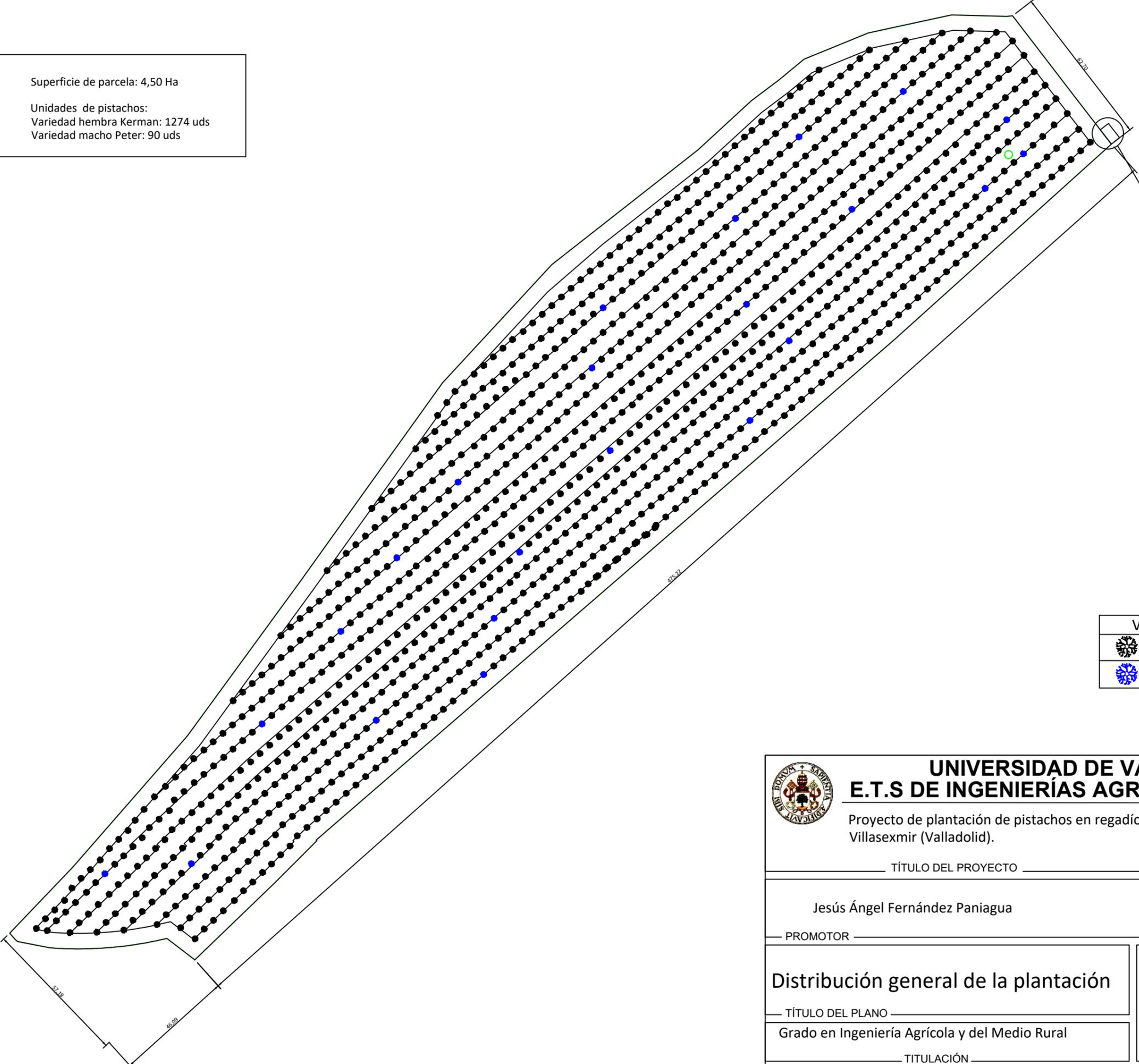


UBICACIÓN EN MUNICIPIO DE VILLASEXMIR


 Polígono 3, parcela 657.
 Término municipal de Villasexmir, 47134
 Valladolid
 Coordenadas UTM: USO 30 ETRS89

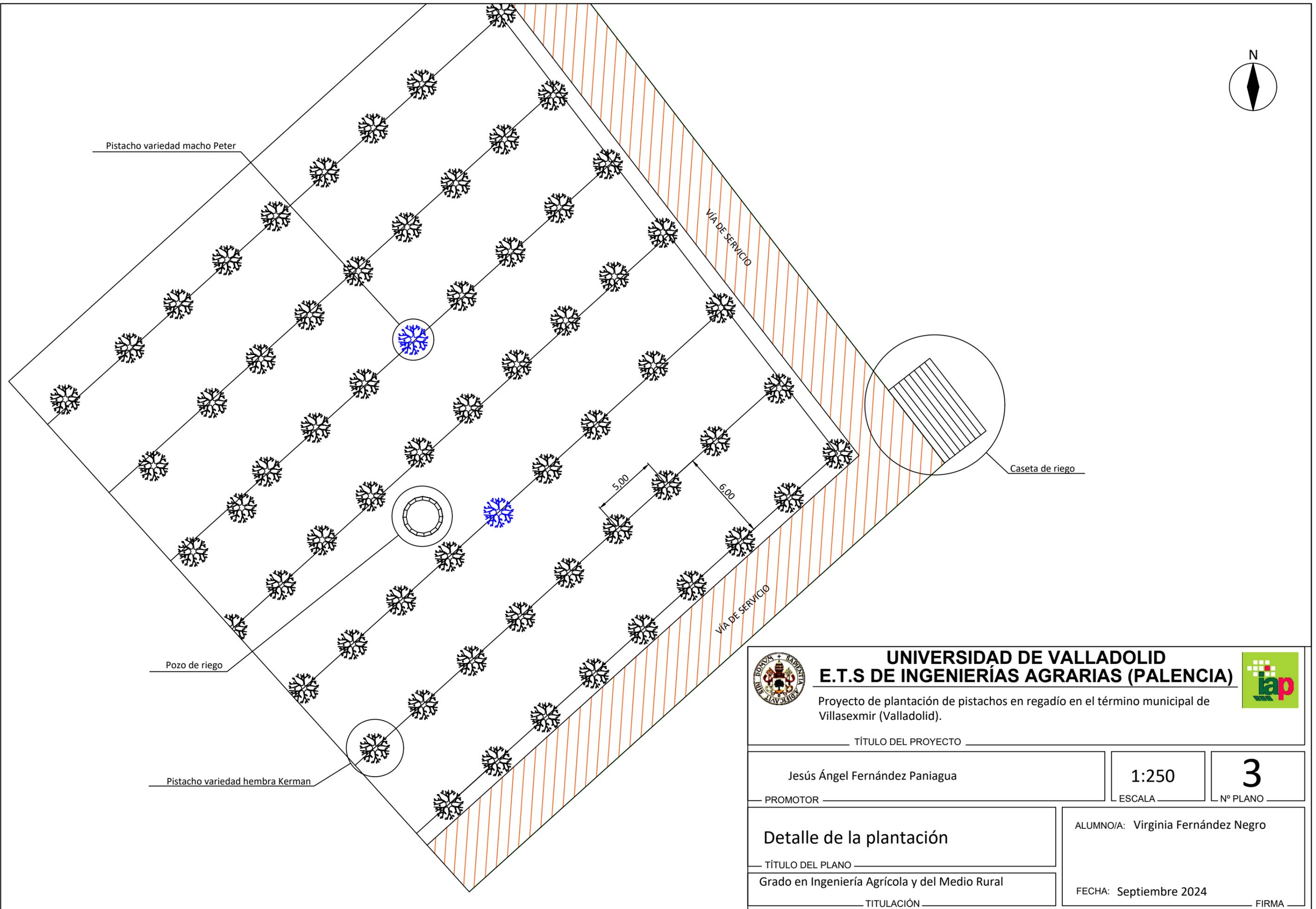
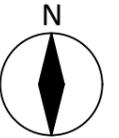
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)		Proyecto de plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid). TÍTULO DEL PROYECTO _____	
		PROMOTOR Jesús Ángel Fernández Paniagua	ESCALA S/E
TÍTULO DEL PLANO Situación y emplazamiento		ALUMNO/A: Virginia Fernández Negro	
TITULACIÓN Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural		FECHA: Septiembre 2024	
FIRMA _____		FIRMA _____	


 Superficie de parcela: 4,50 Ha
 Unidades de pistachos:
 Variedad hembra Kerman: 1274 uds
 Variedad macho Peter: 90 uds



VARIEDADES PISTACHO	
	VARIEDAD HEMBRA KERMAN
	VARIEDAD MACHO PETER

 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)		Proyecto de plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid).	
		TÍTULO DEL PROYECTO _____	
PROMOTOR <u>Jesús Ángel Fernández Paniagua</u>		ESCALA <u>1:1500</u>	N° PLANO <u>2</u>
TÍTULO DEL PLANO <u>Distribución general de la plantación</u>		ALUMNO/A: <u>Virginia Fernández Negro</u>	
TITULACIÓN <u>Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural</u>		FECHA: <u>Septiembre 2024</u>	
_____		FIRMA _____	



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



Proyecto de plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid).

TÍTULO DEL PROYECTO

Jesús Ángel Fernández Paniagua

PROMOTOR

1:250

ESCALA

3

Nº PLANO

Detalle de la plantación

TÍTULO DEL PLANO

Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

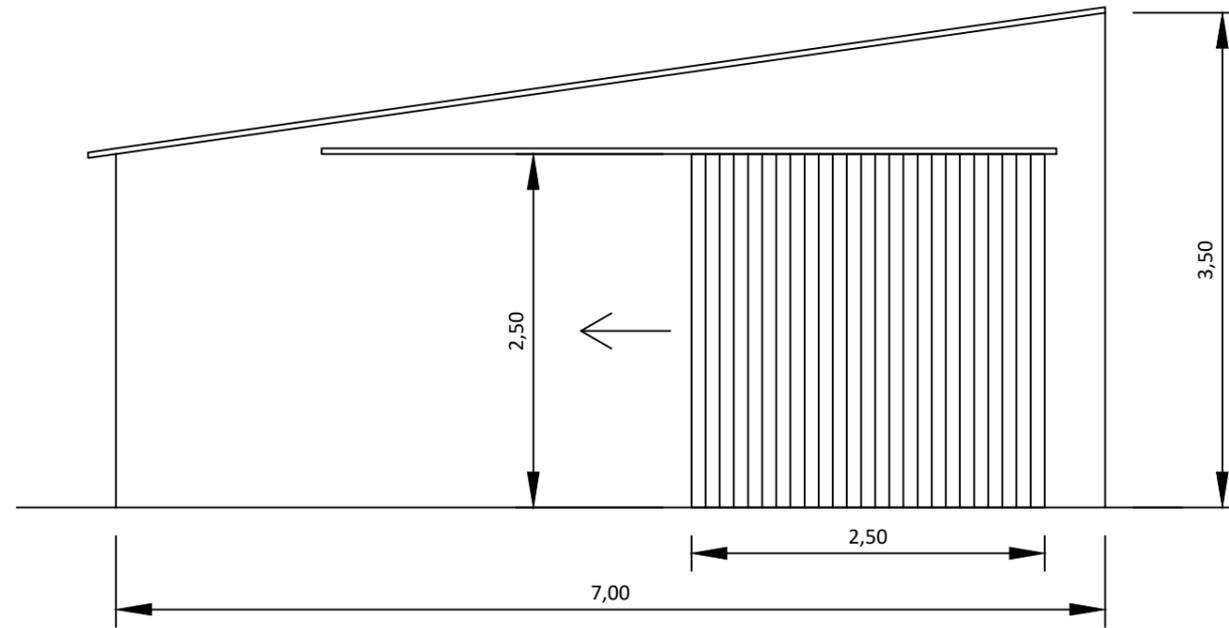
TITULACIÓN

ALUMNO/A: Virginia Fernández Negro

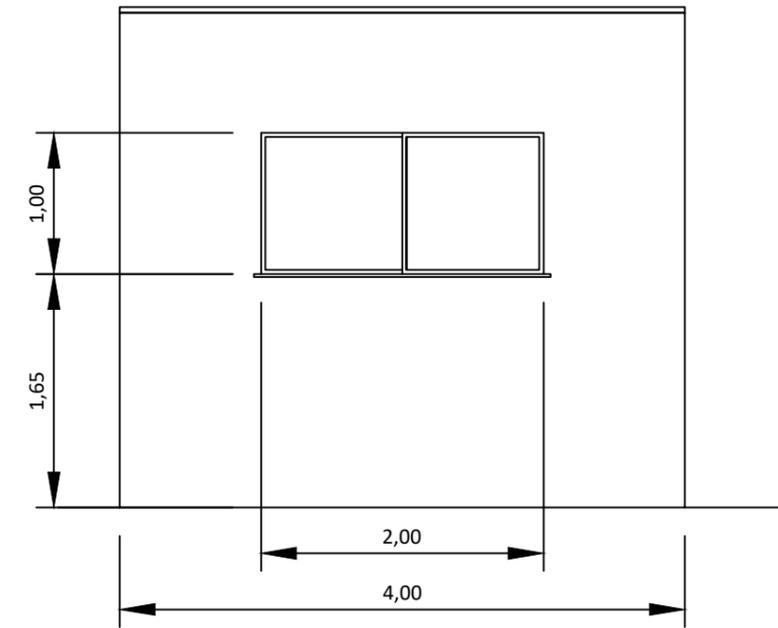
FECHA: Septiembre 2024

FIRMA

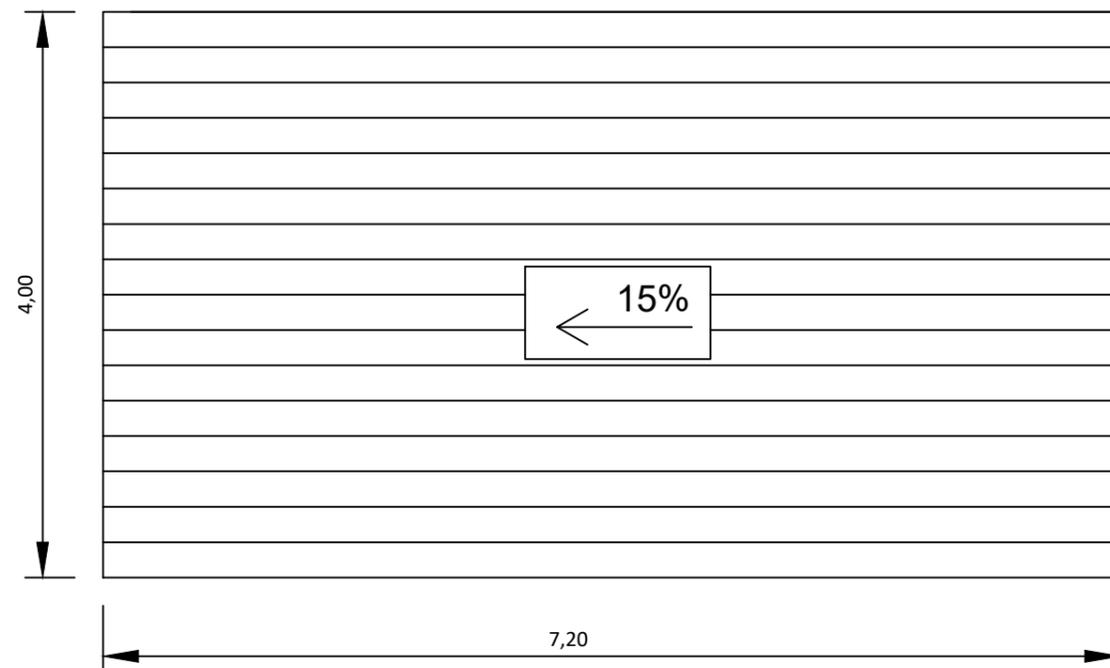
Alzado



Perfil derecho



Cubierta



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



Proyecto de plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid).

TÍTULO DEL PROYECTO _____

Jesús Ángel Fernández Paniagua

PROMOTOR _____

1:50

ESCALA _____

4

Nº PLANO _____

Caseta de riego

TÍTULO DEL PLANO _____

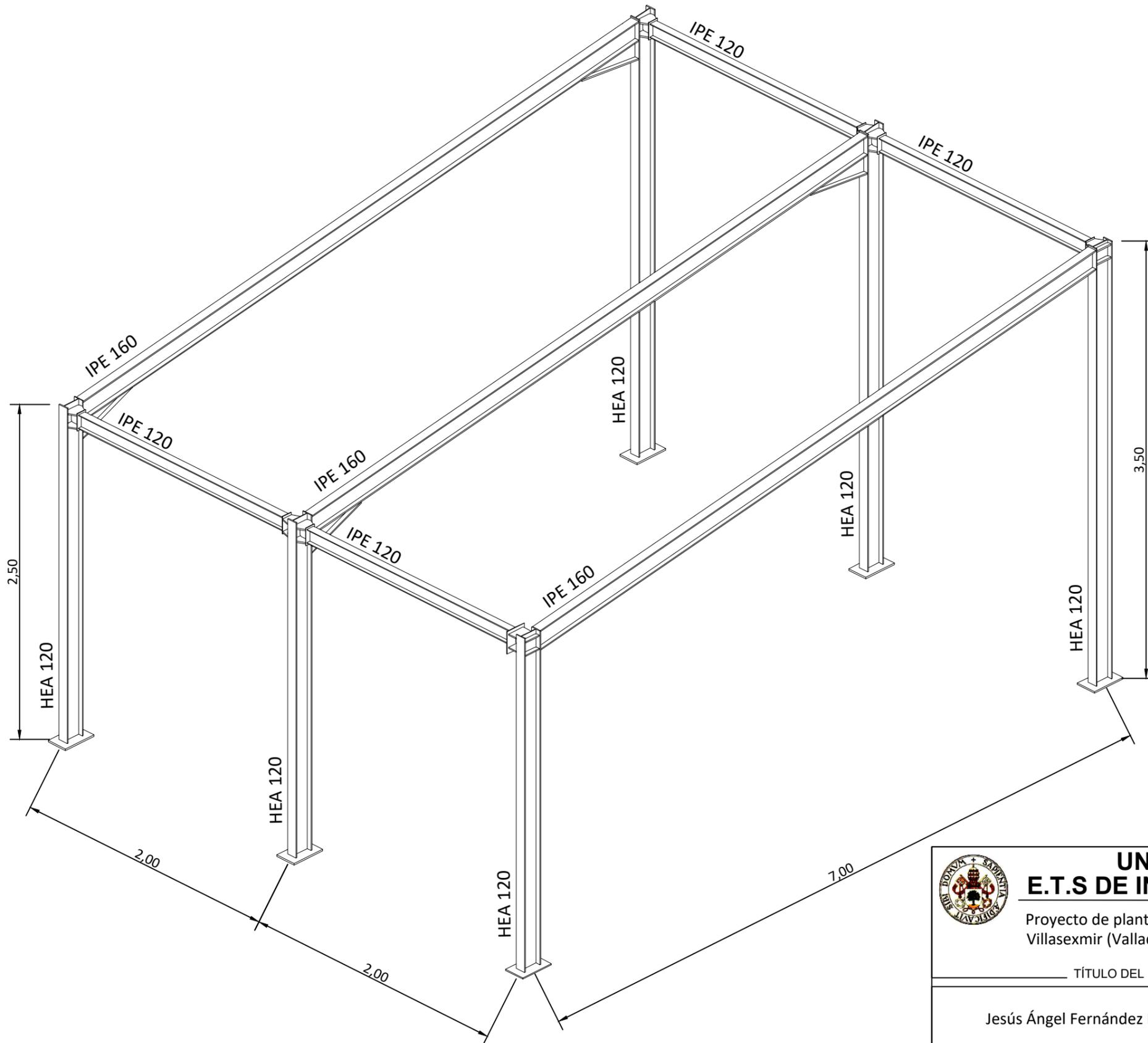
Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

TITULACIÓN _____

ALUMNO/A: Virginia Fernández Negro

FECHA: Septiembre 2024

FIRMA _____



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



Proyecto de plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid).

TÍTULO DEL PROYECTO

Jesús Ángel Fernández Paniagua
 PROMOTOR

S/E
 ESCALA

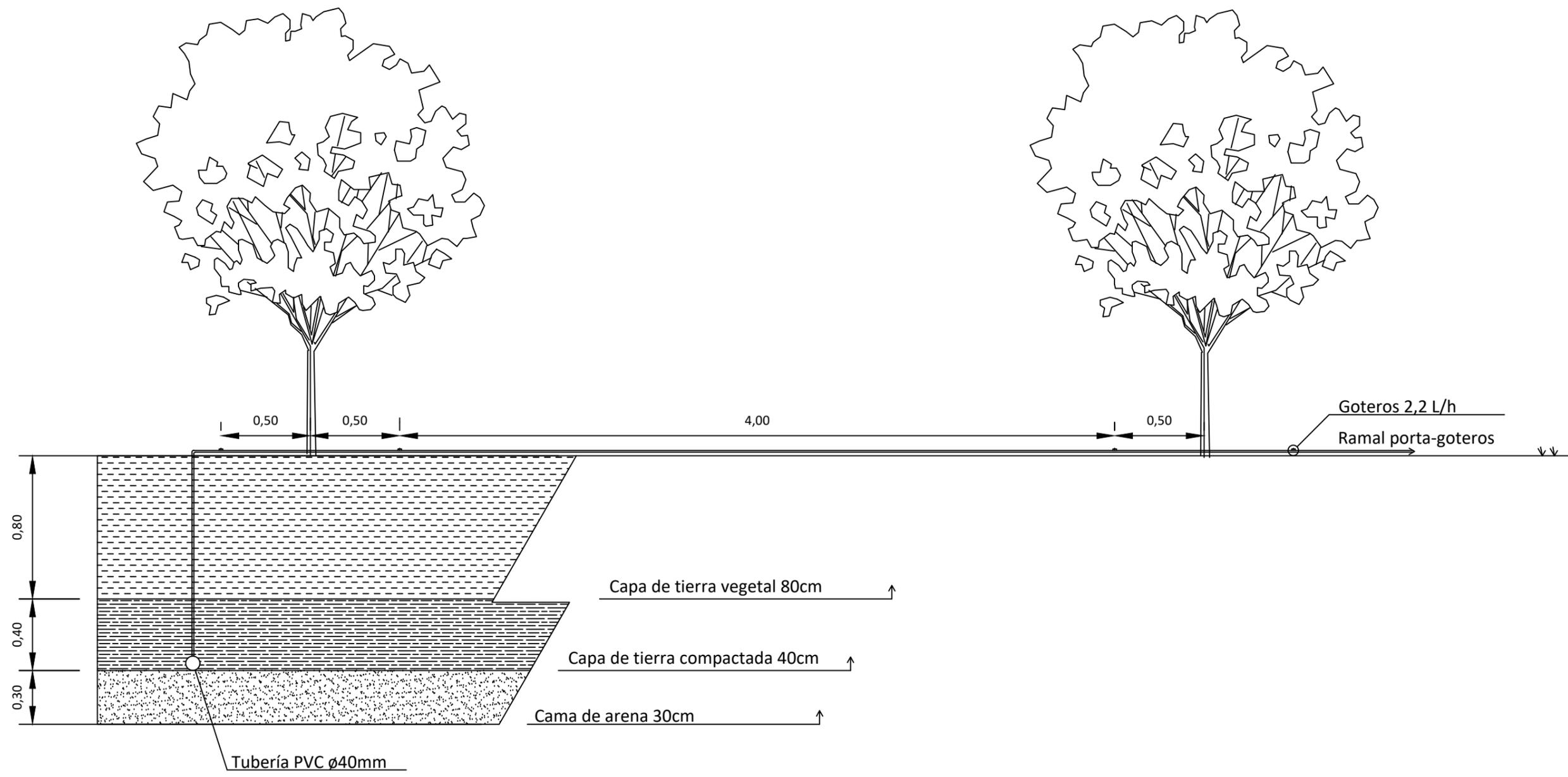
5
 N° PLANO

Estructura de la caseta
 TÍTULO DEL PLANO

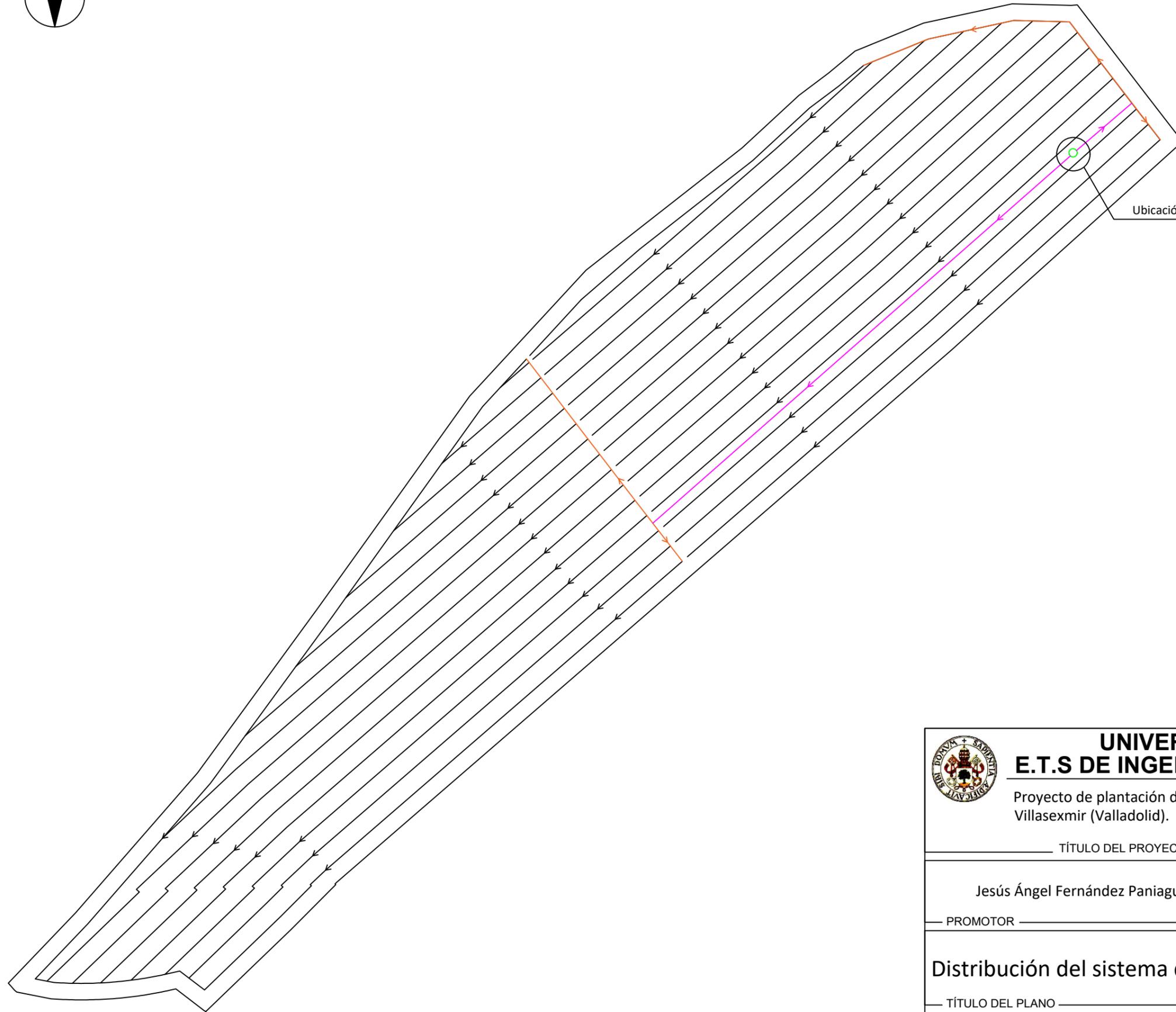
ALUMNO/A: Virginia Fernández Negro

Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural
 TITULACIÓN

FECHA: Septiembre 2024
 FIRMA



	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)		
	Proyecto de plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid).		
TÍTULO DEL PROYECTO _____			
Jesús Ángel Fernández Paniagua PROMOTOR _____		1:25 ESCALA _____	6 N° PLANO _____
Detalle del sistema de riego TÍTULO DEL PLANO _____		ALUMNO/A: Virginia Fernández Negro	
Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural TITULACIÓN _____		FECHA: Septiembre 2024 FIRMA _____	



Ubicación del pozo de riego

DISEÑO DE TUBERÍAS DE RIEGO	
	TUBERÍA PRINCIPAL
	TUBERÍAS SECUNDARIAS
	TUBERÍAS TERCARIAS



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



Proyecto de plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid).

TÍTULO DEL PROYECTO _____

Jesús Ángel Fernández Paniagua

PROMOTOR _____

1:1500

ESCALA _____

7

Nº PLANO _____

Distribución del sistema de riego

TÍTULO DEL PLANO _____

Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

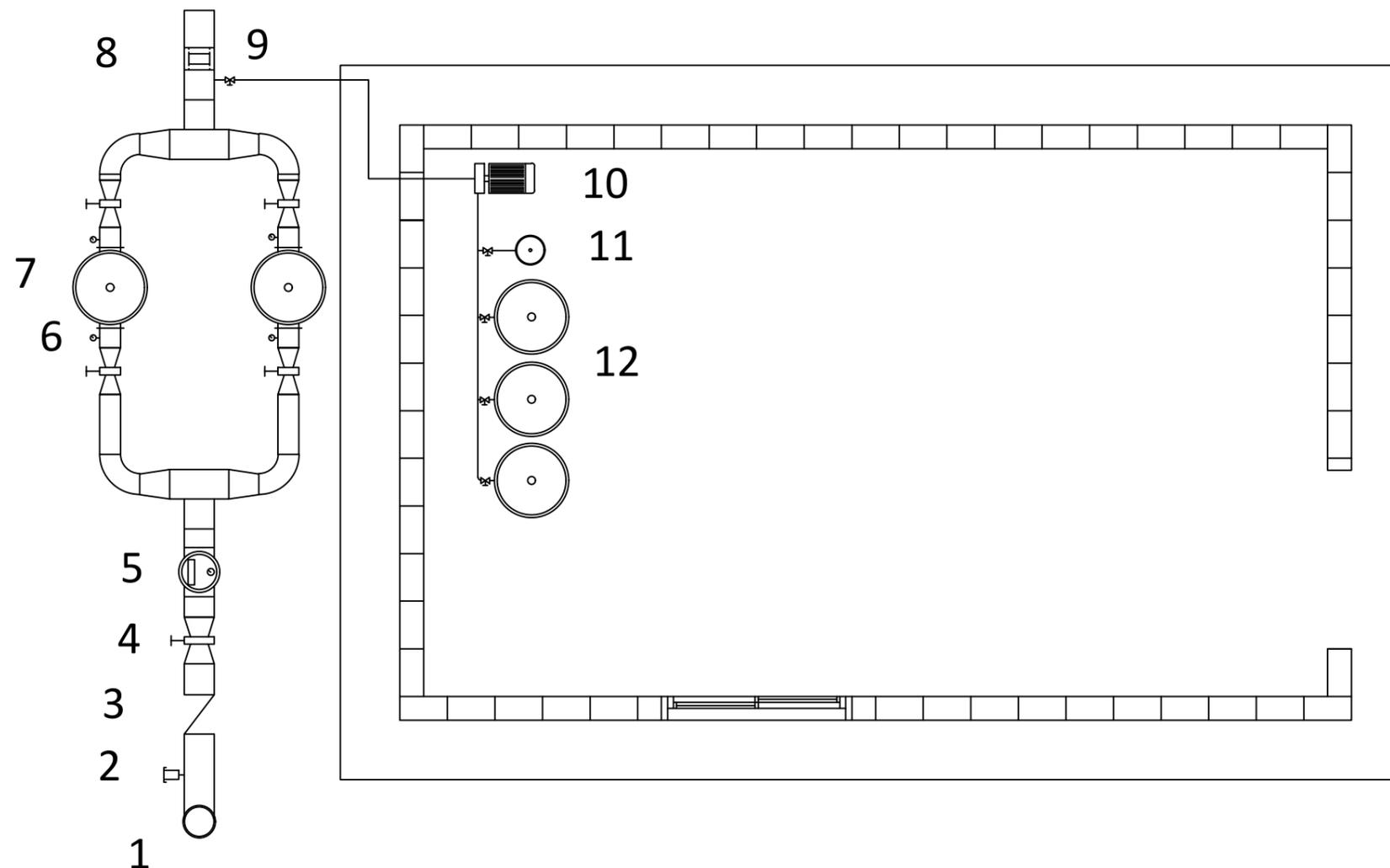
TITULACIÓN _____

ALUMNO/A: Virginia Fernández Negro

FECHA: Septiembre 2024

FIRMA _____

Leyenda elementos cabezal de riego	
1	Bomba
2	Ventosa
3	Válvula de retención
4	Válvula de mariposa
5	Contador Woltman
6	Manómetro
7	Filtro de arena
8	Filtro de malla
9	Llave de paso
10	Bomba dosificadora
11	Depósito de 500L
12	Depósito de 1000L



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



Proyecto de plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid).

TÍTULO DEL PROYECTO _____

Jesús Ángel Fernández Paniagua

PROMOTOR _____

S/E

ESCALA _____

8

Nº PLANO _____

Cabezal de riego

TÍTULO DEL PLANO _____

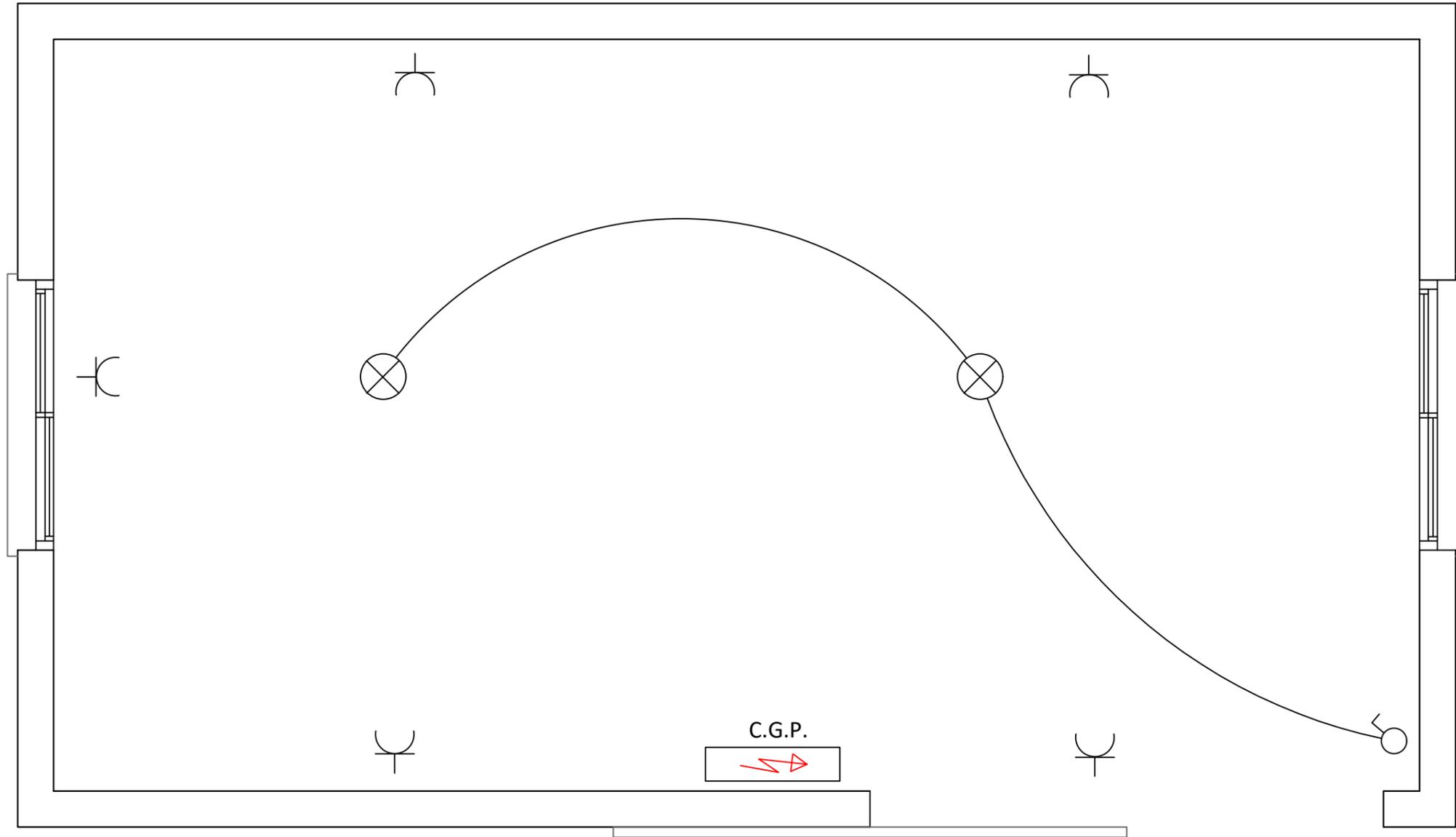
Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

TITULACIÓN _____

ALUMNO/A: Virginia Fernández Negro

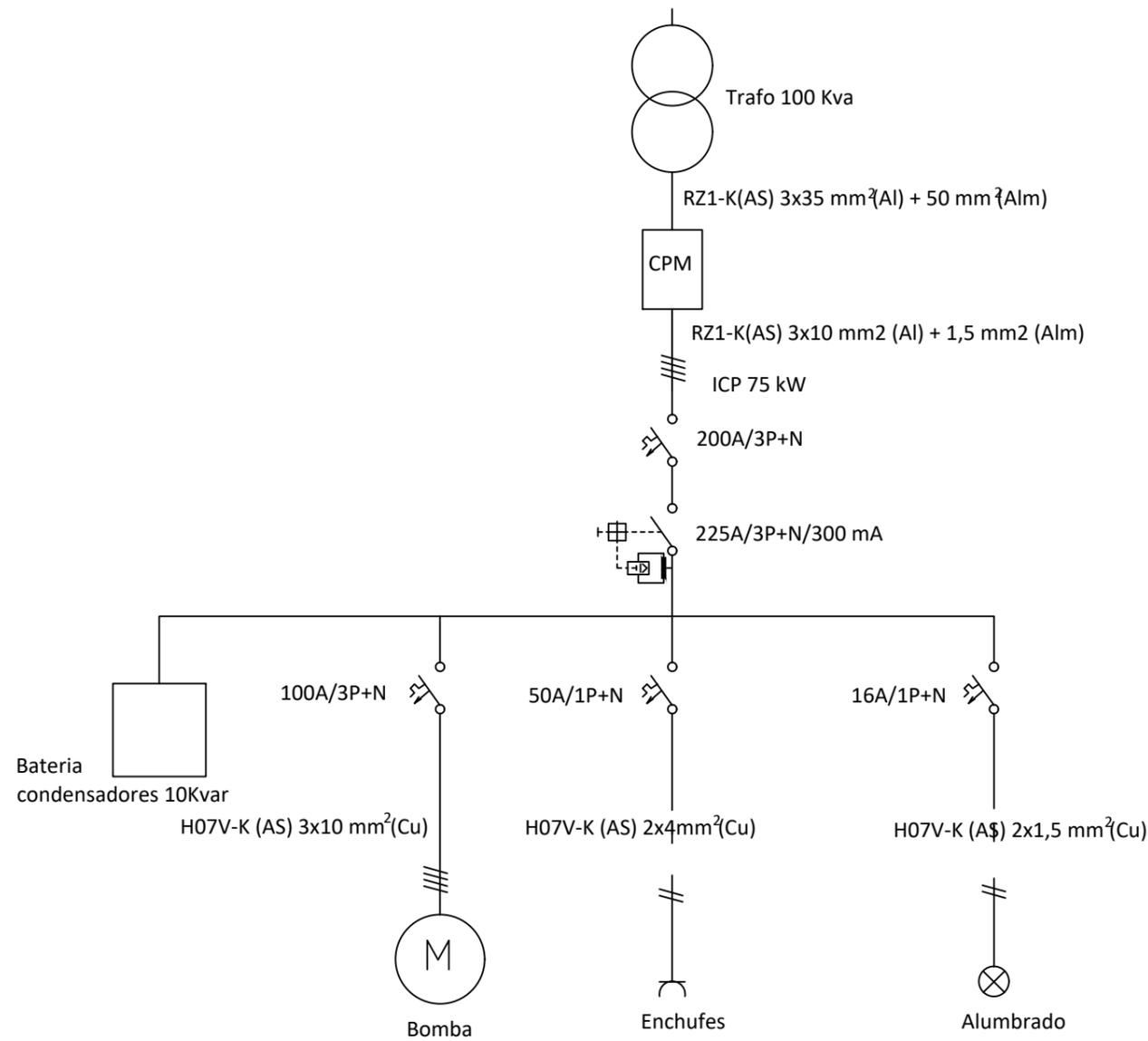
FECHA: Septiembre 2024

FIRMA _____



Leyenda elementos eléctricos	
	Cuadro general de mando y protección
	Interruptor simple
	Toma de corriente monofásica
	Punto de luz

	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)		
	Proyecto de plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid).		
TÍTULO DEL PROYECTO _____			
Jesús Ángel Fernández Paniagua		1:25	9
PROMOTOR _____		ESCALA _____	N° PLANO _____
Instalación eléctrica		ALUMNO/A: Virginia Fernández Negro	
TÍTULO DEL PLANO _____		FECHA: Septiembre 2024	
Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural		FIRMA _____	
TITULACIÓN _____			



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



Proyecto de plantación de pistachos en regadío en el término municipal de Villasexmir (Valladolid).

TÍTULO DEL PROYECTO _____

Jesús Ángel Fernández Paniagua

PROMOTOR _____

S/E

ESCALA _____

10

Nº PLANO _____

Esquema unifilar

TÍTULO DEL PLANO _____

Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

TITULACIÓN _____

ALUMNO/A: Virginia Fernández Negro

FECHA: Septiembre 2024

FIRMA _____

DOCUMENTO 3: PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES

TITULO I: CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES	4
PRIMERA PARTE: CONDICIONES GENERALES.....	4
Artículo 1. Naturaleza y objeto del pliego general.....	4
Artículo 2. Documentación del contrato de obra	4
Artículo 3. Calidad de los materiales	4
Artículo 4. Pruebas y ensayos de materiales.....	4
Artículo 5. Materiales no consignados en proyecto.....	4
Artículo 6. Condiciones generales de ejecución	5
SEGUNDA PARTE: DE CARÁCTER AGRARIO	5
CAPÍTULO I : LABORES GENERALES DE CULTIVO	5
Artículo 1. Diseño de plantación	5
Artículo 2. Labores previas.....	5
Artículo 3. Plantación	5
Artículo 4. Procedencia y tipo de plántulas.....	5
Artículo 5. Plazo de plantación	5
Artículo 6. Reposición de marras.....	5
CAPÍTULO II: TÉCNICAS DE CULTIVO	5
Artículo 7. Calendario de las labores.....	5
CAPÍTULO III: FORMACIÓN Y PODA	6
Artículo 8. Normas a seguir	6
Artículo 9. Mano de obra	6
Artículo 10. Mantenimiento.....	6
Artículo 11. Restos de poda	6
CAPÍTULO IV: RIEGO	6
Artículo 12. Calendario y dosis de riego	6
Artículo 13. Revisiones.....	6
Artículo 14. Reparaciones	6
Artículo 15. Mantenimiento.....	6
CAPÍTULO V: FERTILIZANTES Y FERTIRRIGACIÓN	6
Artículo 16. Normativa.....	6
Artículo 17. Riqueza de los fertilizantes.....	7
Artículo 18. Envasado y etiquetado.....	7
Artículo 19. Facturas	7
Artículo 20. Fraude.....	7
Artículo 21. Peticiones.....	7

Artículo 22. Manejo	7
Artículo 23. Almacenamiento.....	7
Artículo 24. Empleo.....	7
CAPÍTULO VI: MANTENIMIENTO DEL SUELO	7
Artículo 25. Normas a seguir	7
Artículo 26. Mano de obra	7
Artículo 27. Forma y dosis de aplicación	7
Artículo 28. Labor de segadora	8
CAPÍTULO VII: PRODUCTOS FITOSANITARIOS.....	8
Artículo 29. Manejo	8
Artículo 30. Limpieza.....	8
Artículo 31. Almacenamiento.....	8
Artículo 32. Normativa.....	8
Artículo 33. Fraude.....	8
Artículo 34. Seguridad.....	8
Artículo 35. Mezcla.....	8
Artículo 36. Aplicación.....	8
Artículo 37. Envasado y etiquetado.....	9
Artículo 38. Facturas	9
Artículo 38b. Cuaderno de la explotación	9
CAPÍTULO VIII: RECOLECCIÓN	9
Artículo 39. Normas a seguir	9
Artículo 40. Mano de obra	9
Artículo 41. Plazo de tiempo.....	9
Artículo 42. Material	9
CAPÍTULO IX: MAQUINARIA Y EQUIPOS	9
Artículo 43. Características	9
Artículo 44. Utilización.....	9
Artículo 45. Manejo y mantenimiento	10
Artículo 46. Almacenamiento.....	10
Artículo 47. Averías.....	10
Artículo 48. Seguridad personal	10
Artículo 49. Reglamentación	10
CAPÍTULO X: OBLIGACIONES DEL CAPATAZ Y EMPLEADOS.....	10
Artículo 50. Obligaciones del capataz.....	10
Artículo 51. Obligaciones del empleado	11
CAPÍTULO XI: COMERCIALIZACIÓN.....	11

Artículo 52. Manejo	11
Artículo 53. Transporte.....	11
TERCERA PARTE: CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN.....	11
CAPÍTULO I: CONDICIONES GENERALES DE LOS MATERIALES Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	11
Artículo 1. Emplazamiento.....	11
Artículo 2. Sistema general de distribución.....	11
Artículo 3. Profundidad de la cimentación	11
Artículo 4. Obras accesorias	11
Artículo 5. Movimiento de tierras	12
5.1. Explanación y préstamos	12
5.1.2. De la ejecución.....	12
5.1.3. Medición y abono	14
5.2. Excavación en zanjas y pozos.....	14
5.2.1. De los componentes.....	14
5.2.2. De la ejecución.....	15
5.2.3. Medición y abono	17
5.3. Relleno y apisonado de zanjas y pozos.....	17
5.3.1. De los componentes.....	17
5.3.2. De la ejecución.....	18
5.3.3. Medición y abono	18
Artículo 6. Base de zahorra natural	19
Artículo 7. Hormigones.....	20
7.1. De los componentes.....	20
7.2. De la ejecución del elemento.....	28
7.3. Medición y abono	34
Artículo 8. Morteros.....	34
Artículo 9. Carpintería metálica	35
9.1. De los Componentes	35
9.2. De la ejecución.....	36
9.3. Medición y abono	37
9.4. Mantenimiento.....	38
Artículo 10. Pintura.....	38
10.1. De los componentes.....	38
10.2. De la ejecución.....	39
Artículo 11. Instalación eléctrica baja tensión.....	40
11.1. De los componentes.....	40

11.2. De la ejecución.....	42
11.3. Medición y abono	44
11.4. Mantenimiento.....	44
Artículo 12. Precauciones que adoptar.....	45
Artículo 13. Control del hormigón	45
CUARTA PARTE: CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA DEL SISTEMA DE RIEGO	45
CAPÍTULO I. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LOS EMISORES UTILIZADOS EN EL RIEGO LOCALIZADO.....	45
Artículo 1. Definición	45
1.1. Emisor (gotero).....	45
1.2. Emisor autocompensante (o de caudal fijo).....	45
1.3. Entrada del emisor	45
1.4. Salida del emisor.....	45
1.5. Presión nominal de ensayo (Pn).....	45
1.6. Campo de variación de presiones de trabajo.....	45
1.7. Intervalo de regulación	45
1.8. Caudal nominal de ensayo (qn).....	45
Artículo 2. Clasificación	46
2.1. Uniformidad categoría A.....	46
2.2. Uniformidad categoría B.....	46
Artículo 3. Identificación	46
4.1. Construcción	46
4.2. Materiales.....	46
Artículo 5. Muestras y condiciones generales de los ensayos	47
5.1. Muestras para ensayo	47
5.2. Descripción de las condiciones del ensayo	47
5.3. Precisión de los aparatos de medida.....	47
Artículo 6. Ensayos de comprobación de características.....	47
6.1. Aspecto	47
6.2. Conductos interiores del emisor	47
6.3. Resistencia a la presión hidrostática	47
Artículo 7. Ensayos de funcionamiento.....	48
7.1. Uniformidad de caudal.....	48
7.1.1. Emisores autocompensantes	48
7.2. Curva caudal-presión	48
7.2.1. Emisores autocompensantes	49

Artículo 8. Datos para facilitar por el fabricante	49
8.1. Indicaciones generales.....	49
8.2. Instrucciones de funcionamiento	49
CAPÍTULO II. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LAS TUBERÍAS DE POLIETILENO UTILIZADAS EN EL RIEGO LOCALIZADO	50
Artículo 1. Condiciones generales.....	50
1.2. Definiciones.....	50
1.2.1. Polietileno.....	50
1.2.2. Tubo de polietileno	50
1.2.3. Tubo de polietileno de baja densidad (LDPE).....	50
1.2.4. Diámetro nominal	50
1.2.5. Diámetro exterior medio en una recta (De).....	50
1.2.6. Diámetro exterior en un punto cualquiera (Di)	50
1.2.7. Espesor nominal (e)	50
1.2.8. Espesor en un punto cualquiera (ei)	50
1.2.9. Espesor medio (em)	50
1.2.10. Diámetro interior medio en una sección recta (Di)	51
1.2.11. Ovalación	51
1.2.12. Presión nominal (Pn)	51
1.2.13. Presión de trabajo (Pt).....	51
1.2.14. Esfuerzo tangencial de trabajo (σ).....	51
1.2.15. Serie.....	51
Artículo 2. Medidas y tolerancias.....	51
2.1. Medidas y tolerancias.....	51
2.2. Diámetros nominales.....	51
2.3. Diámetro exterior medio	51
2.4. Espesor puntual	52
2.5. Diámetro interior medio	52
2.6. Ovalación	52
2.7. Longitud de los tubos	52
Artículo 3. Materias primas. Características y métodos de ensayo.....	52
3.1. Materiales componentes de los tubos de PE.....	52
3.2. Ensayos de los materiales.....	53
3.2.1. Aspecto	53
3.2.2. Determinación de la densidad	53
3.2.3. Determinación del índice de fluidez	53
3.2.4. Contenido en volátiles	54

3.2.5. Contenido en cenizas	54
Artículo 4. Fabricación.....	54
4.1. Procedimiento de fabricación	54
4.2. Acabado de tuberías	54
4.3. Laboratorio y banco de pruebas	54
Artículo 5. Características de los tubos	54
5.1. Aspecto	54
5.2. Contenido en negro de carbono	54
5.3. Dispersión del negro de carbono.....	55
5.4. Índice de fluidez	55
5.5. Resistencia a la tracción.....	55
5.6. Alargamiento en la rotura	55
5.7. Resistencia a la presión interna en función del tiempo	55
5.8. Estandaridad	55
5.9. Comportamiento al calor	55
5.10. Juntas.....	56
5.11. Uniformidad.....	56
5.12. Marcado de tubos y accesorios	56
6.1. Ensayos y pruebas en fábrica	56
6.1.1. Prueba de aspecto	57
6.1.2. Determinación de las dimensiones	57
6.1.3. Determinación de la densidad	57
6.1.4. Determinación del contenido en negro de carbono.....	58
6.1.5. Determinación de la dispersión del negro de carbono	58
6.1.6. Determinación de la resistencia a la tracción y del alargamiento en la rotura	58
6.1.7. Determinación de la resistencia a la presión interna en función del tiempo ...	58
6.1.8. Prueba de estanqueidad	58
6.1.9. Determinación del comportamiento al calor.....	58
6.2. Pruebas de obra.....	58
6.2.1. Prueba de presión hidráulica	58
CAPÍTULO III. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LAS TUBERÍAS DE PRESIÓN DE PVC NO PLASTIFICADO UTILIZADAS EN EL RIEGO LOCALIZADO	59
Artículo 1. Condiciones generales.....	59
1.1. Campo de aplicación	59
1.2. Definiciones.....	59
1.2.1. Tubos de policloruro de vinilo (PVC) no plastificado.....	59

1.2.2. Accesorios de policloruro de vinilo no plastificado	59
1.2.3. Piezas especiales.....	59
1.2.4. Juntas.....	59
1.2.5. Longitud del tubo.....	59
1.2.6. Diámetro nominal (Dn)	59
1.2.7. Diámetro exterior medio (De)	59
1.2.8. Espesor nominal (e)	59
1.2.9. Espesor en un punto cualquiera (ef).....	60
1.2.10. Espesor medio (em)	60
1.2.11. Ovalación en una sección recta de los tubos.....	60
1.2.12. Ovalación en una sección recta de los accesorios inyectados.....	60
1.2.13. Presión nominal (Pn)	60
1.2.14. Presión de trabajo (Pt).....	60
1.3 .Características de los tubos	60
1.3.1. Características físicas de los tubos	60
1.3.2. Características físicas de los accesorios	61
1.3.3. Aspecto	61
1.3.4. Características geométricas de tubos y accesorios	61
1.3.5. Resistencia a la presión interna.....	61
1.3.6. Resistencia al impacto a 0°C y 200 °C	61
1.3.7. Comportamiento del calor.....	61
1.3.8. Absorción de agua.....	61
1.4. Tipos de juntas	62
1.4.1. Juntas por encolado	62
1.4.2. Juntas elásticas.....	62
1.5. Accesorios para tuberías.....	62
1.6. Uniformidad.....	63
1.7. Marcado de los tubos y accesorios.....	63
Artículo 2. Materiales.....	63
2.1. Materiales componentes de las tuberías de policloruro de vinilo (PVC) rígido ..	63
2.2. Resina sintética de policloruro de vinilo	63
2.3. Policloruro de vinilo no plastificado (rígido).....	64
2.4. Aditivos empleados en la fabricación del PVC no plastificado	64
2.5. Adhesivos disolventes para juntas soldadas	64
2.6. Lubricantes para juntas elásticas.....	64
2.7. Pintura y otros revestimientos	64
2.8. Otros materiales no especificados.....	65

Artículo 3. Fabricación.....	65
3.1. Procedimiento de fabricación de los tubos	65
3.2. Procedimiento de fabricación de los accesorios	65
3.3. Fabricación en serie	65
3.4. Laboratorio y banco de pruebas	65
Artículo 4. Pruebas y métodos de ensayo	65
4.1 .Clasificación	65
4.2. Pruebas en fábrica	66
4.2.1. Normativa general	66
4.2.2. Ensayos de materias primas	66
4.2.3. Control del proceso de fabricación	66
4.2.4. Pruebas sobre los productos acabados.....	66
4.3. Pruebas en obra.....	69
4.3.1. Prueba a presión hidráulica interior	69
4.3.2. Prueba de estanqueidad	69
4.3.3. Prueba de estanqueidad en llaves y ventosas.....	70
Artículo 5. Tolerancias.....	70
5.1. Tolerancias en el diámetro exterior medio	70
5.2. Tolerancias en el espesor de la pared.....	71
5.3. Tolerancias en la ovalación para tubos y accesorios.....	71
5.4. Tolerancia en la longitud nominal	71
5.5. Tolerancias en la longitud de la embocadura de tubos y accesorios para uniones por encolado y por junta elástica	71
5.6. Tolerancias en el diámetro interior de la embocadura de tubos y accesorios para uniones por encolado y por junta elástica.....	71
5.7. Tolerancias en la ortogonalidad de los extremos.....	71
5.8. Tolerancias en la alineación	71
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	74
1.5. Automatización de estaciones de bombeo	74
1.6. Condiciones para los acopios.....	74
1.7. Características de las bombas utilizadas.....	74

1.8. Condiciones de los materiales	74
1.9. Ejecuciones generales	75
1.10. Ensayo y pruebas.....	75
Artículo 2. Filtro	76
2.1. Definición	76
2.2. Etiquetado	76
2.3. Velocidad de filtración y composición de filtros.....	76
2.4. Pérdidas de carga y determinación del momento de la limpieza	76
Artículo 3. Válvulas.....	77
3.1. Válvulas de compuerta	77
3.2. Válvulas de mariposa	78
3.3. Válvulas de pequeño diámetro	79
Artículo 4. Tubería de acero galvanizado	79
4.1. Definición	79
4.2. Espesores y timbrajes	79
4.3. Pruebas en las conducciones.....	80
Artículo 5. Ventosas	80
5.1. Calidad de los materiales	80
5.2. Control de calidad	80
5.2.1. Resistencia mecánica.....	81
5.2.2. Estanqueidad	81
5.2.3. Características neumáticas	82
5.2.4. Resistencia a la fatiga	82
5.3. Marcado	82
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.....	84
Artículo 4. El Constructor.....	84
Artículo 5. El Promotor	85
Artículo 6. El proyectista.....	85
Artículo 7. El director de obra	85
Artículo 8. El director de la ejecución de la obra.....	86
Artículo 9. Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación ..	86
Artículo 10. Los suministradores de productos	86
Artículo 11. Agentes que intervienen en la obra	86

Artículo 12. Agentes en materia de seguridad y salud.....	86
Artículo 13. La dirección facultativa.....	86
Artículo 14. Visitas facultativas.....	86
CAPÍTULO II. OBLIGACIONES DE LOS AGENTES INTERVINIENTES.....	87
Artículo 1. El promotor.....	87
Administraciones competentes.....	87
Artículo 2. El proyectista.....	87
Artículo 3. El constructor o contratista.....	88
Artículo 4. El director de obra.....	90
Artículo 5. El director de la ejecución de la obra.....	91
Artículo 6. Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación.....	93
Artículo 7. Los propietarios y los usuarios.....	93
Artículo 8. Documentación final de obra: libro del edificio.....	94
Artículo 9. Los propietarios y los usuarios.....	94
TITULO III: CONDICIONES ECONÓMICAS.....	94
CAPÍTULO I: PRINCIPIO GENERAL.....	94
Artículo 1.....	94
Artículo 2.....	94
CAPÍTULO II: FIANZAS Y GARANTÍAS.....	94
Artículo 3.....	94
Artículo 4. Fianza provisional.....	94
Artículo 5. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza.....	95
Artículo 6. De su devolución general.....	95
Artículo 7. Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales.....	95
CAPÍTULO III: DE LOS PRECIOS.....	95
Artículo 8. Composición de los precios unitarios.....	95
Artículo 9. Precios de contrata. Importe de contrata.....	97
Artículo 10. Precios contradictorios.....	97
Artículo 11. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios.....	97
Artículo 12. De la revisión de los precios contratados.....	97
Artículo 13. Acopio de materiales.....	97
CAPÍTULO IV: OBRAS POR ADMINISTRACIÓN.....	98
Artículo 14. Administración.....	98
Artículo 15. Obras por Administración directa.....	98
Artículo 16. Obras por Administración delegada o indirecta.....	98
Artículo 17. Liquidación de obras por Administración.....	99
Artículo 18. Abono al Constructor de las cuentas de Administración delegada.....	99

Artículo 19. Normas para la adquisición de materiales y aparatos.....	99
Artículo 20. Del Constructor en el bajo rendimiento de los obreros	99
Artículo 21. Responsabilidad del Constructor	100
CAPÍTULO V: DE LA VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS	100
Artículo 22. Formas varias de abono de las obras.....	100
Artículo 23. Relaciones valoradas y certificaciones	101
Artículo 24. Pagos.....	101
Artículo 25. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía	102
CAPÍTULO VI: DE LAS INDEMNIZACIONES MUTUAS.....	102
Artículo 29. Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras	102
Artículo 30. Demora de los pagos por parte del propietario	102
CAPÍTULO VII: VARIOS.....	103
Artículo 31. Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios.....	103
Artículo 32. Unidades de obra defectuosas pero aceptables	103
Artículo 33. Seguro de las obras	103
Artículo 34. Conservación de la obra.....	104
Artículo 35. Uso por el Contratista de edificio o bienes del Promotor	104
TITULO IV: PRESCRIPCIONES EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDAD DE OBRA	104
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....	105
NORMATIVA DE APLICACIÓN.....	105
CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.....	105
CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA	105
TITULO V: PRESCRIPCIONES SOBRE VERIFICACIONES EN EL EDIFICIO TERMINADO	105
C CIMENTACIONES.....	105
E ESTRUCTURAS.....	106
I INSTALACIONES.....	106
TITULO VI. PRESCRIPCIONES EN RELACIÓN CON EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.....	107

TITULO I: CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

PRIMERA PARTE: CONDICIONES GENERALES

Artículo 1. Naturaleza y objeto del pliego general

El presente Pliego de Condiciones particulares del Proyecto tiene como objetivo regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al Promotor o dueño de la obra, al Contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, al Ingeniero, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

Artículo 2. Documentación del contrato de obra

Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

1. Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiera.
2. Memoria, planos, mediciones y presupuesto.
3. El presente Pliego de Condiciones particulares.
4. El Pliego General de Condiciones.

Las órdenes e instrucciones de la Dirección facultativa de las obras se incorporan al Proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

Artículo 3. Calidad de los materiales

Todos los materiales que se van 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 el Reglamento (UE) N.º 305/2011, que establece condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción en la Unión Europea.

Artículo 4. Pruebas y ensayos de materiales

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad y seguridad.

Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

Artículo 5. Materiales no consignados en proyecto

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Artículo 6. Condiciones generales de ejecución

Condiciones generales de ejecución. Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán minuciosamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción, de acuerdo con las condiciones establecidas en el artículo 7, del Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Este Real Decreto establece las exigencias básicas de calidad y seguridad que deben cumplir los edificios y las instalaciones en función de su uso.

SEGUNDA PARTE: DE CARÁCTER AGRARIO

CAPÍTULO I : LABORES GENERALES DE CULTIVO

Artículo 1. Diseño de plantación

La disposición de la plantación, densidad, marco de plantación y orientación de las filas, se realizará de acuerdo con las descripciones efectuadas en el Anejo III: Estudio de alternativas.

Artículo 2. Labores previas

Las labores previas a la plantación se realizarán conforme al orden en que se describen en el Anejo IV: Ingeniería del proceso.

Artículo 3. Plantación

La plantación de los árboles se realizará con el arado plantador de la forma que se indica en el Anejo IV: Ingeniería del proceso, realizándose seguidamente un riego de plantación y una revisión de plantones.

Artículo 4. Procedencia y tipo de plantones

Los plantones utilizados procederán de viveros especializados, que garanticen la calidad y sanidad de los mismos, siendo estos de las características que se adjuntan en el Anejo IV: Ingeniería del proceso. Dichos plantones serán revisados por el capataz inmediatamente después de ser recibidos, pudiendo éste rechazar aquellos que no cumplan las condiciones exigidas

El material vegetal utilizado será selecto y de calidad, es decir, será planta certificada por el Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero, sometida a la selección clonal y libre de virus.

Artículo 5. Plazo de plantación

La plantación se realizará siguiendo rigurosamente normas, orden y tiempos que se marcan en el Anejo IV: Ingeniería del proceso.

Artículo 6. Reposición de marras

A principios del mes de mayo, del mismo año en que se lleva a cabo la plantación, se procederá a la revisión de la plantación, realizando la reposición de marras habidas en la plantación, y realizando las posibles correcciones de las mismas, así como, la revisión sanitaria de los plantones.

CAPÍTULO II: TÉCNICAS DE CULTIVO

Artículo 7. Calendario de las labores

En la recolección, poda y tratamientos fitosanitarios, se deberán de cumplir las fechas de inicio y de fin de las mismas, impuestas por afección al cultivo o comercialización de los frutos.

El capataz o encargado de la plantación, puede contratar personal eventual en horas extras, si fuese necesario, para cumplir las normas que se indican en el Anejo IV: Ingeniería del proceso.

El capataz de la finca podrá variar los calendarios de labores, siempre y cuando haya una causa que los justifique y no afecten a las normas básicas y principios expresados en el Documento 1: Memoria, haciendo hincapié en lo referente al mantenimiento del suelo y la formación de árboles.

CAPÍTULO III: FORMACIÓN Y PODA

Artículo 8. Normas a seguir

El sistema de formación elegido se realizará conforme a lo establecido, siguiendo los pasos y fechas descritos en el Anejo IV: Ingeniería del proceso, teniendo especial cuidado con la formación del árbol, ya que de ello depende el futuro de la plantación y su buena recolección.

Artículo 9. Mano de obra

Durante el primer año la poda será realizada por el capataz. En los años sucesivos se llevará a cabo por el capataz ayudado de personal cualificado en esta tarea.

Artículo 10. Mantenimiento

El equipo utilizado en la poda (tijeras neumáticas) será cuidado y mantenido con buen filo, así como desinfectado en una solución anticriptogámica, para evitar enfermedades.

Artículo 11. Restos de poda

Los restos de poda serán triturados con una segadora-trituradora, con el fin de que no entorpezcan el paso por la calle.

CAPÍTULO IV: RIEGO

Artículo 12. Calendario y dosis de riego

Se autoriza al capataz de la explotación a realizar los cambios oportunos en el calendario de riegos y dosis por año, conforme a las directrices marcadas en el Anejo IV: Ingeniería del proceso, siempre que los cambios se ajusten a la realidad de la finca.

Artículo 13. Revisiones

El técnico de la instalación instruirá y asesorará al capataz en el manejo y mantenimiento del sistema de riego, ya que será el encargado de su mantenimiento y funcionamiento.

Artículo 14. Reparaciones

En caso de avería importante del sistema y que requiera la presencia de un técnico, el capataz será el encargado de llamar lo antes posible al técnico correspondiente para que la avería suponga el mínimo trastorno posible en el calendario de riego.

Artículo 15. Mantenimiento

Se tendrá en la finca las piezas de reposición más frecuentes, así como las herramientas necesarias para su colocación.

El capataz, como encargado del mantenimiento, realizará la limpieza asidua de las tuberías y depósitos con ácido nítrico, y realizará lavados de arena y anillas de los filtros, así como la limpieza de los goteros obstruidos.

CAPÍTULO V: FERTILIZANTES Y FERTIRRIGACIÓN

Artículo 16. Normativa

Los abonos orgánicos y minerales que se utilicen en la explotación deberán ajustarse a la normativa vigente relativa a la pureza y a la composición de los mismos.

Artículo 17. Riqueza de los fertilizantes

La riqueza de los fertilizantes debe venir expresada como N, para el nitrógeno, P₂O₅ para el fósforo y K₂O para el potasio.

Artículo 18. Envasado y etiquetado

Todos los abonos envasados o transportados en camiones cisterna, deberán llevar en la etiqueta de la factura, expresado en letra, el porcentaje de riqueza de cada elemento fertilizante, la denominación y clase de abono, el peso neto y la dirección del fabricante o comerciante que los elabore o manipule. Los envases y camiones cisterna deben de ir precintados.

Artículo 19. Facturas

Además de los detalles expuestos en el artículo 18, en las facturas deberán figurar el número y clase de envase, el precio total de la partida y la firma de conformidad de ambas partes.

Artículo 20. Fraude

En caso de fraude o sospecha del mismo, con relación a los fertilizantes adquiridos, se inmovilizará la partida en cuestión y se tomarán tres muestras por los ingenieros agrónomos o técnicos agrícolas del Servicio de Defensa contra Fraudes, para su posterior análisis, del que derivarán las responsabilidades mencionadas anteriormente.

Artículo 21. Peticiones

El capataz será el encargado de realizar la petición de las partidas de abonos, así como de programar la fertiirrigación conforme a lo expuesto en el Anejo IV. Ingeniería del proceso.

Artículo 22. Manejo

Las mezclas y distribución de abonos se harán bajo las recomendaciones técnicas que correspondan a cada caso, ajustándose siempre a los criterios de compatibilidad de los abonos.

Artículo 23. Almacenamiento

El almacenamiento de los abonos se hará siempre de modo que conserven intactas todas sus propiedades, guardándose en los tanques de la caseta preservados de toda humedad.

Artículo 24. Empleo

Se seguirán las normas, en cuanto a las dosis y tipos de fertilizantes, expresadas en el proyecto. En caso de no disponer de ninguno de ellos, se consultará la utilización de otro producto alternativo.

CAPÍTULO VI: MANTENIMIENTO DEL SUELO

Artículo 25. Normas a seguir

El sistema de mantenimiento elegido se realizará conforme a lo establecido (siguiendo los pasos y fechas) en el Anejo IV. Ingeniería del proceso, teniendo especial cuidado durante los primeros años, debido a que en estos el árbol será más delicado.

Artículo 26. Mano de obra

Dichas labores de mantenimiento serán realizadas por el capataz.

Artículo 27. Forma y dosis de aplicación

La aplicación de los herbicidas será por medio del pulverizador. El tipo y dosis de estos productos se especifica en el Anejo IV. Ingeniería del proceso.

Artículo 28. Labor de segadora

Se realizará con la trituradora de restos de poda, siguiendo la forma de llevarla a cabo y la época que se reseña en el proyecto (Anejo IV. Ingeniería del proceso).

CAPÍTULO VII: PRODUCTOS FITOSANITARIOS

Artículo 29. Manejo

El capataz será el encargado de la conducción del tractor y aplicación de los productos fitosanitarios por medio del atomizador. El usuario deberá ir con el equipo de protección, compuesto por una máscara, traje y guantes.

Artículo 30. Limpieza

Después de cada tratamiento fitosanitario, se realizará una limpieza del equipo de tratamientos, para evitar la mezcla de los mismos. El capataz se encargará de realizar estas operaciones.

Artículo 31. Almacenamiento

Los productos fitosanitarios se guardarán en la nave almacén, bien cerrados y en sus envases, siendo controlado su uso y llevando un riguroso control de las cantidades utilizadas. El capataz será el encargado de realizar estas tareas.

Artículo 32. Normativa

Los productos fitosanitarios que se empleen en la explotación deberán cumplir la normativa vigente, según el Real Decreto 1311/2012 – BOE con sus posteriores modificaciones Última modificación: 28 de septiembre de 2019.

Artículo 33. Fraude

En caso de duda sobre la autenticidad de los productos o de sus etiquetas, se realizarán los análisis oportunos en la delegación de agricultura, o bien en el servicio de defensa contra fraudes del ministerio de agricultura.

Artículo 34. Seguridad

En caso de utilizar cualquier producto se adoptarán las medidas que se reflejan en el artículo 29, pero en caso de afección o intoxicado se seguirán las indicaciones que aparezcan en la etiqueta del producto usado.

En los tratamientos, fundamentalmente en los previos a la recolección, se tendrán en cuenta los plazos de seguridad que estipula el fabricante y se cumplirán estrictamente.

Se instalará un botiquín de urgencia equipado según las normas del ministerio de sanidad y seguridad social, en el que figuren visiblemente las pautas a seguir en caso de intoxicación.

Artículo 35. Mezcla

El uso y mezcla de productos fitosanitarios se hará bajo asesoramiento técnico y con las correspondientes medidas de seguridad.

Artículo 36. Aplicación

El capataz, como encargado jefe de la explotación no usará nuevos productos fitosanitarios, ni variará la dosis de los utilizados, sin consultar previamente con el director técnico, el cual deberá determinar por escrito las normas de utilización de los mismos. Los tratamientos fitosanitarios se darán en la época y forma en que se explica en los cuadros de cultivo y a la dosis estrictamente indicada en el Anejo IV: Ingeniería del proceso.

Artículo 37. Envasado y etiquetado

Los productos deberán estar envasados, precintados y etiquetados según el modelo oficial. En él constará el número de registro del producto y la composición química, así como la expresión de riqueza de la materia activa.

Artículo 38. Facturas

Las facturas de compra de productos fitosanitarios consignarán todos los datos que se relacionan en las etiquetas, expuestos en el artículo 37, así como el firmado de conformidad de ambas partes.

Artículo 38b. Cuaderno de la explotación

Según El Real Decreto 1311/2012 en su artículo 16.1, establece que cada explotación agraria deberá mantener actualizado un registro de tratamientos fitosanitarios denominado “cuaderno de explotación” en el que se anotarán todos los tratamientos fitosanitarios realizados.

CAPÍTULO VIII: RECOLECCIÓN

Artículo 39. Normas a seguir

Las pautas a seguir en la recolección serán las expresadas en el Anejo IV. Ingeniería del proceso.

Artículo 40. Mano de obra

Se contratarán peones no especializados para la recolección, siendo esta una operación supervisada por el capataz.

Artículo 41. Plazo de tiempo

Se tendrá un cuidado extremo en las fechas de inicio y fin de la recolección, como se adjunta en el Anejo IV. Ingeniería del proceso.

Si fuese necesario se realizarán horas extras para llevar a cabo el cumplimiento de las mismas. Se podrán adelantar o retrasar estas fechas, siendo labor del capataz elegir la fecha adecuada, cuando la cosecha, debido a las condiciones climatológicas, se adelante o se retrase.

Artículo 42. Material

Las cajas y material utilizado en la recolección serán tal y como se reflejan en el Anejo IV. Ingeniería del proceso.

CAPÍTULO IX: MAQUINARIA Y EQUIPOS

Artículo 43. Características

Las características de la maquinaria están reseñadas en el Anejo IV. Ingeniería del proceso, maquinaria y equipos. Si por alguna circunstancia, no fueran exactamente estas, queda autorizado el capataz de la explotación a introducir las variantes oportunas, siempre y cuando las innovaciones introducidas estén de acuerdo con las labores a efectuar y la experiencia del capataz, sin que repercuta en las condiciones económicas y establecidas.

Artículo 44. Utilización

La maquinaria de la explotación solo será utilizada por manos expertas y en los trabajos para los cuales fueron adquiridas.

Artículo 45. Manejo y mantenimiento

Se cumplirán las normas que figuren en los libros de instrucciones de la maquinaria, en especial cuando concierne a engrase, ajuste y conservación de los diferentes elementos, siendo el capataz el que debe de realizarlo.

Todos los residuos de la maquinaria (aceites utilizados, ruedas gastadas, piezas...) serán depositados en contenedores especiales o lugares habilitados para ello.

Artículo 46. Almacenamiento

La maquinaria permanecerá en el almacén siempre que no se esté utilizando, evitando con ello su deterioro por exposición a la intemperie.

Artículo 47. Averías

Las averías producidas en la maquinaria durante su uso en la explotación son incumbencia del propietario y los gastos de reparación correrán por su cuenta. Para averías de reconocida entidad mecánica, solo estará facultado, para su reparación, el especialista de la casa distribuidora, recibiendo la ayuda, si esta fuera necesaria, del capataz.

Artículo 48. Seguridad personal

En lo que al uso de maquinaria se refiere, el operario deberá trabajar en las condiciones de máxima seguridad.

Artículo 49. Reglamentación

Los tractores deberán estar inscritos en la sección agronómica de las delegaciones de la conserjería de agricultura de la junta de Castilla y León, tienen que cumplir con los requisitos de dicha inscripción.

CAPÍTULO X: OBLIGACIONES DEL CAPATAZ Y EMPLEADOS

Artículo 50. Obligaciones del capataz

Es obligación del capataz el conocer las técnicas de cultivo de la plantación.

Es obligación del capataz el contratar al personal necesario para la realización de las labores de poda y de recolección, siempre con la previa conformidad del propietario.

El capataz atenderá a cuantas ordenes le sean comunicadas por el propietario o por el Director de obra.

Es obligación del capataz llevar al día las distintas partes de la organización y control de las técnicas de cultivo, llevando estrictamente el cuaderno diario de la explotación, donde anotará aspectos que tengan relación con la misma, como pueden ser los tiempos invertidos en las técnicas de cultivo, las fechas de realización de las mismas, las materias primas utilizadas, el personal eventual utilizado y su paga y el control de la maquinaria y del riego.

Todas las salidas y entradas en la explotación, en materias de contabilidad, serán anotadas y archivadas en forma de facturas y/o recibos.

Cualquier variación de los precios de los jornales debe de ser comunicada por el capataz al propietario de la explotación.

Es responsabilidad del capataz el abrir y cerrar la nave, cuidando que ningún material o equipo quede fuera de la nave, excepto causa de fuerza mayor, una vez se haya cerrado la nave.

Es obligación del capataz el empleo y realización de las técnicas de cultivo de la explotación que estén bajo su tutela, según el Documento 1. Memoria.

El capataz poseerá una copia de las técnicas de cultivo, de los jornales, del estudio económico... que se incluyen en el proyecto.

Artículo 51. Obligaciones del empleado

Es obligación de todos los empleados el cumplir las normas de uso y seguridad de la maquinaria y de los productos fertilizantes y fitosanitarios.

Una vez puestas en conocimiento del capataz estas condiciones, y verificando el oportuno reconocimiento, se podrán llevar esas condiciones a un documento, que deberá de ser firmado por el propietario y por empleados.

Los empleados serán los responsables de los fallos cometidos por el cumplimiento de las presentes condiciones.

CAPÍTULO XI: COMERCIALIZACIÓN

Artículo 52. Manejo

Los frutos serán depositados en remolques, de la forma especificada en el Anejo IV: Ingeniería del proceso.

Artículo 53. Transporte

Los remolques cargados con los frutos serán transportados hasta el almacén que haya comprado la producción, habiendo sido la compra previamente pactada.

TERCERA PARTE: CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN

CAPÍTULO I: CONDICIONES GENERALES DE LOS MATERIALES Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Artículo 1. Emplazamiento

El emplazamiento de la explotación será el indicado en el Documento 2. Planos.

Artículo 2. Sistema general de distribución

Todas las unidades de obra que se detallan en las hojas adjuntas de mediciones, presupuesto y las complementarias, serán ejecutadas de acuerdo con las normas de la construcción.

Artículo 3. Profundidad de la cimentación

Por la propia naturaleza de la cimentación, se entenderá que las cotas de profundidad que se citan en el proyecto no son sino un primer dato aproximado, dicho dato puede confirmarse o variarse parcial o totalmente en vista de la naturaleza real del terreno, sin que el contratista tenga otro derecho que el de percibir el importe que resulta en caso de la variación.

Artículo 4. Obras accesorias

Se consideran obras accesorias aquellas de importancia secundaria o que por su naturaleza no pueden ser previstas en todos sus detalles, sino a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Se consideran con arreglo a los proyectos particulares que se redacten durante la construcción, a medida que se vaya conociendo su necesidad, y quedarán sujetos a las mismas condiciones que rigen para los análogos que figuran en la contrata con proyecto definido.

Artículo 5. Movimiento de tierras

5.1. Explanación y préstamos

Comprende los trabajos previos de limpieza y desbroce del terreno y la retirada de la tierra vegetal.

Los trabajos de limpieza del terreno consisten en extraer y retirar de la zona de excavación, los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, escombro, basuras o cualquier tipo de material no deseable, así como excavación de la capa superior de los terrenos cultivados o con vegetación, mediante medios manuales o mecánicos.

La retirada de la tierra vegetal consiste en rebajar el nivel del terreno mediante la extracción, por medios manuales o mecánicos, de la tierra vegetal para obtener una superficie regular definida por los planos donde se han de realizar posteriores excavaciones.

5.1.1. De los componentes.

Productos constituyentes

Tierras de préstamo o propias.

Control y aceptación

En la recepción de las tierras se comprobará que no sean expansivas, no contengan restos vegetales y no estén contaminadas.

El contratista comunicará al director de obra, con suficiente antelación, la apertura de los préstamos, a fin de que se puedan medir su volumen y dimensiones sobre el terreno natural no alterado.

En el caso de préstamos autorizados, una vez eliminado el material inadecuado, se realizarán los oportunos ensayos para su aprobación, si procede, necesarios para determinar las características físicas y mecánicas del nuevo suelo: Identificación granulométrica. Límite líquido. Contenido de humedad. Contenido de materia orgánica. Índice CBR e hinchamiento. Densificación de los suelos bajo una determinada energía de compactación (ensayos "Proctor Normal" y "Proctor Modificado").

El material inadecuado, se depositará de acuerdo con lo que se ordene al respecto.

Los taludes de los préstamos deberán ser suaves y redondeados y, una vez terminada su explotación, se dejarán en forma que no dañen el aspecto general del paisaje.

5.1.2. De la ejecución

Preparación

Se solicitará de las correspondientes compañías la posición y solución a adoptar para las instalaciones que puedan verse afectadas, así como las distancias de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

Se solicitará la documentación complementaria acerca de los cursos naturales de aguas superficiales o profundas, cuya solución no figure en la documentación técnica.

Replanteo. Se marcarán unos puntos de nivel sobre el terreno, indicando el espesor de tierra vegetal a excavar.

En el terraplenado se excavará previamente el terreno natural, hasta una profundidad no menor que la capa vegetal, y como mínimo de 15 cm, para preparar la base del terraplenado.

A continuación, para conseguir la debida trabazón entre el relleno y el terreno, se escarificará éste.

Cuando el terreno natural presente inclinaciones superiores a 1/5, se excavará, realizando mermas de una altura entre 50 y 80 cm y una longitud no menor de 1.50 m, con pendientes de mesetas del 4%, hacia adentro en terrenos permeables y hacia afuera en terrenos impermeables.

Si el terraplén hubiera de construirse sobre terreno inestable, turba o arcillas blandas, se asegurará la eliminación de este material o su consolidación.

Fase de ejecución

Durante la ejecución de los trabajos se tomarán las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia del terreno no excavado. En especial, se adoptarán las medidas adecuadas para evitar los siguientes fenómenos: inestabilidad de taludes en roca debida a voladuras inadecuadas o descontroladas, deslizamientos ocasionados por el descalce del pie de la excavación, erosiones locales y encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso de las obras.

Limpieza y desbroce del terreno y retirada de la tierra vegetal:

Todos los tocones y raíces mayores de 10 cm de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a 50 cm por debajo de la rasante de excavación y no menor de 15 cm bajo la superficie natural del terreno.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con material análogo al suelo que ha quedado descubierto, y se compactará hasta que su superficie se ajuste al terreno existente.

La tierra vegetal se extenderá en el interior de la finca objeto del proyecto

Evacuación de las aguas y agotamientos:

El contratista adoptará las medidas necesarias para evitar la entrada de agua y mantener libre de agua la zona de las excavaciones. Las aguas superficiales serán desviadas y encauzadas antes de que alcancen las proximidades de los taludes o paredes de la excavación, para evitar que la estabilidad del terreno pueda quedar disminuida por un incremento de presión del agua intersticial y para que no se produzcan erosiones de los taludes.

Tierra vegetal:

La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones y que no se hubiera extraído en el desbroce, se removerá y se acopiará para su utilización posterior en protección de taludes o superficies erosionables, o donde ordene el director de obra.

Todos los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos, y demás usos fijados en el proyecto, o que señale el director de obra. Las rocas o bolas de piedra que aparezcan en la explanada en zonas de desmonte en tierra deberán eliminarse.

La superficie de la explanada quedará limpia y los taludes estables.

Para aceptar la unidad, se realizarán 2 comprobaciones cada 1000 m² de planta.

Los puntos de observación para la realización de las comprobaciones serán los siguientes:

- Limpieza y desbroce del terreno.
- El control de los trabajos de desbroce se realizará mediante inspección ocular, comprobando que las superficies desbrozadas se ajustan a lo especificado. Se controlará:
 - Situación del elemento. Cota de la explanación. Situación de vértices del perímetro.
 - Distancias relativas a otros elementos. Forma y dimensiones del elemento.
 - Horizontalidad: nivelación de la explanada.
 - Altura: grosor de la franja excavada. Condiciones de borde exterior. Limpieza de la superficie de la explanada en cuanto a eliminación de restos vegetales y restos susceptibles de pudrición.
- Retirada de tierra vegetal: Comprobación geométrica de las superficies resultantes tras la retirada de la tierra vegetal.

Conservación hasta la recepción de las obras

No se concentrarán cargas superiores a 200 kg/m junto a la parte superior de bordes ataluzados ni se modificará la geometría del talud socavando en su pie o coronación.

Cuando se observen grietas paralelas al borde del talud se consultará a técnico competente que dictaminará su importancia y en su caso la solución a adoptar.

No se depositarán basuras, escombros o productos sobrantes de otros tajos, y se regará regularmente. Se mantendrán exentos de vegetación, tanto en la superficie como en los taludes.

5.1.3. Medición y abono

Metro cuadrado de limpieza y desbroce del terreno. Con medios manuales o mecánicos.

Metro cúbico de retirada de tierra vegetal. Retirado y apilado de capa de tierra vegetal, con medios manuales o mecánicos

5.2. Excavación en zanjas y pozos

Excavaciones abiertas y asentadas en el terreno, accesibles a operarios, realizadas con medios manuales o mecánicos, con ancho o diámetro no mayor de 2 m ni profundidad superior a 7 m.

Las zanjas son excavaciones con predominio de la longitud sobre las otras dos dimensiones, mientras que los pozos son excavaciones de boca relativamente estrecha con relación a su profundidad.

5.2.1. De los componentes

Productos constituyentes:

- **Entibaciones.** Tablones y codales de madera, clavos, cuñas, etc.
- **Maquinaria.** Pala cargadora, compresor, retroexcavadora, martillo neumático, martillo rompedor, motoniveladora, etc.
- **Materiales auxiliares.** Bomba de agua, etc.

5.2.2. De la ejecución

Preparación

Antes de comenzar las excavaciones, estarán aprobados por la dirección facultativa el replanteo y las circulaciones que rodean al corte.

Las camillas de replanteo serán dobles en los extremos de las alineaciones, y estarán separadas del borde del vaciado no menos de 1 m.

Se solicitará de las correspondientes Compañías, la posición y solución a adoptar para las instalaciones que puedan ser afectadas por la excavación, así como la distancia de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

Se dispondrán puntos fijos de referencia, en lugares que no puedan ser afectados por la excavación, a los que se referirán todas las lecturas de cotas de nivel y desplazamientos horizontales y/o verticales de los puntos del terreno y/o edificaciones próximas señalados en la documentación técnica. Las lecturas diarias de los desplazamientos referidos a estos puntos se anotarán en un estadillo para su control por la dirección facultativa.

Se determinará el tipo, situación, profundidad y dimensiones de cimentaciones que estén a una distancia de la pared del corte igual o menor de dos veces la profundidad de la zanja. Se evaluará la tensión de compresión que transmite al terreno la cimentación próxima.

El contratista notificará al director de las obras, con la antelación suficiente el comienzo de cualquier excavación, a fin de que éste pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado.

Fase de ejecución

Una vez efectuado el replanteo de las zanjas o pozos, el director de obra autorizará el inicio de la excavación.

La excavación continuará hasta llegar a la profundidad señalada en los planos y obtenerse una superficie firme y limpia a nivel o escalonada, según se ordene por la dirección facultativa.

El director de obra podrá autorizar la excavación en terreno meteorizable o erosionable hasta alcanzar un nivel equivalente a 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería o conducción a instalar y posteriormente excavar, en una segunda fase, el resto de la zanja hasta la rasante definitiva del fondo.

El comienzo de la excavación de zanjas o pozos, cuando sea para cimientos, se acometerá cuando se disponga de todos los elementos necesarios para proceder a su construcción, y se excavarán los últimos 30 cm en el momento de hormigonar.

Los fondos de las zanjas se limpiarán de todo material suelto y sus grietas o hendiduras se rellenarán con el mismo material que constituya el apoyo de la tubería o conducción.

En general, se evitará la entrada de aguas superficiales a las excavaciones, achicándolas lo antes posible cuando se produzcan, y adoptando las soluciones previstas para el saneamiento de las profundas.

En tanto se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondo de la excavación, se conservarán las contenciones, apuntalamientos y apeos realizados para la sujeción de las construcciones y/o terrenos adyacentes, así como de vallas y/o cerramientos.

Los productos de excavación de la zanja, aprovechables para su relleno posterior, se podrán depositar en caballones situados a un solo lado de la zanja, y a una separación del borde de la misma de un mínimo de 60 cm.

Acabados

Se retirarán los fragmentos de roca, lajas, bloques, y materiales térreos, que hayan quedado en situación inestable en la superficie final de la excavación, con el fin de evitar posteriores desprendimientos.

El refino de tierras se realizará siempre recortando y no recreciendo, si por alguna circunstancia se produce un sobreancho de excavación, inadmisibles bajo el punto de vista de estabilidad del talud, se rellenará con material compactado.

En los terrenos meteorizables o erosionables por lluvias, las operaciones de refino se realizarán en un plazo comprendido entre 3 y 30 días, según la naturaleza del terreno y las condiciones climatológicas del sitio.

Control y aceptación

Las zanjas se inspeccionarán cada 20 m o fracción, y los pozos cada unidad.

Controles durante la ejecución

Los puntos de observación serán los siguientes:

- **Replanteo.**
 - Cotas entre ejes.
 - Dimensiones en planta.
 - Zanjas y pozos. No aceptación de errores superiores al 2.5/1000 y variaciones iguales o superiores a ± 10 cm.
- **Durante la excavación del terreno.**
 - Comparar terrenos atravesados con lo previsto en Proyecto y Estudio Geotécnico.
 - Identificación del terreno de fondo en la excavación. Compacidad.
 - Comprobación cota de fondo.
 - Excavación colindante a medianerías. Precauciones.
 - Nivel freático en relación con lo previsto.
 - Defectos evidentes, cavernas, galerías, colectores, etc.

- Agresividad del terreno y/o del agua freática.
- Pozos. Entibación en su caso.
- **Comprobación final.**
 - El fondo y paredes de las zanjas y pozos terminados tendrán las formas y dimensiones exigidas, con las modificaciones inevitables autorizadas, debiendo refinarse hasta conseguir unas diferencias de ± 5 cm, con las superficies teóricas.
 - Las irregularidades localizadas, previa a su aceptación, se corregirán de acuerdo con las instrucciones de la dirección facultativa. Se comprobarán las cotas y pendientes, verificándolo con las estacas colocadas en los bordes del perfil transversal de la base del firme y en los correspondientes bordes de la coronación de la trinchera.

Conservación hasta la recepción de las obras

Se conservarán las excavaciones en las condiciones de acabado, tras las operaciones de refino, limpieza y nivelación, libres de agua y con los medios necesarios para mantener la estabilidad.

En los casos de terrenos meteorizables o erosionables por las lluvias, la excavación no deberá permanecer abierta a su rasante final más de 8 días sin que sea protegida o finalizados los trabajos de colocación de la tubería, cimentación o conducción a instalar en ella.

5.2.3. Medición y abono

- Metro cúbico de excavación a cielo abierto, medidos sobre planos de perfiles transversales del terreno, tomados antes de iniciar este tipo de excavación, y aplicadas las secciones teóricas de la excavación, en terrenos deficientes, blandos, medios, duros y rocosos, con medios manuales o mecánicos.
- Metro cuadrado de refino, limpieza de paredes y/o fondos de la excavación y nivelación de tierras. En terrenos deficientes, blandos, medios y duros, con medios manuales o mecánicos, sin incluir carga sobre transporte.

5.3. Relleno y apisonado de zanjas y pozos

Se definen como obras de relleno, las consistentes en la extensión y compactación de suelos procedentes de excavaciones o préstamos que se realizan en zanjas y pozos.

5.3.1. De los componentes

Productos constituyentes

Tierras o suelos procedentes de la propia excavación o de préstamos autorizados por la dirección facultativa.

Control y aceptación

Previa a la extensión del material se comprobará que es homogéneo y que su humedad es la adecuada para evitar su segregación durante su puesta en obra y obtener el grado de compactación exigido.

Los acopios de cada tipo de material se formarán y explotarán de forma que se evite su segregación y contaminación, evitándose una exposición prolongada del material a la

intemperie, formando los acopios sobre superficies no contaminantes y evitando las mezclas de materiales de distintos tipos.

El soporte

La excavación de la zanja o pozo presentará un aspecto cohesivo. Se habrán eliminado los lentejones y los laterales y fondos estarán limpios y perfilados.

5.3.2. De la ejecución

Preparación

Cuando el relleno haya de asentarse sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán las segundas, conduciéndolas fuera del área donde vaya a realizarse el relleno, ejecutándose éste posteriormente.

Fase de ejecución

En general, se verterán las tierras en el orden inverso al de su extracción cuando el relleno se realice con tierras propias. Se rellenará por tongadas apisonadas de 20 cm, exentas las tierras de áridos o terrones mayores de 8 cm.

En los últimos 50 cm se alcanzará una densidad seca del 100% de la obtenida en el ensayo Proctor Normal y del 95% en el resto. Cuando no sea posible este control, se comprobará que el pisón no deje huella tras apisonarse fuertemente el terreno y se reducirá la altura de tongada a 10 cm y el tamaño del árido o terrón a 4 cm. Si las tierras de relleno son arenosas, se compactará con bandeja vibratoria.

Control y aceptación

Las zanjas se inspeccionarán cada 50 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 zavorras naturales se podrán emplear siempre que las condiciones climatológicas no hayan producido alteraciones en la humedad del material tales que se supere en más de dos (2) puntos porcentuales la humedad óptima. Se suspenderá la ejecución con temperatura ambiente a la sombra, igual o inferior a dos grados centígrados (2°C).

En todos los extremos no señalados en el presente Pliego, la ejecución de esta unidad de obra se ajustará a lo indicado en el artículo “Zavorras” 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 sollicitaciones 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 el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, salvo indicación expresa distinta.

7.1. De los componentes

Productos constituyentes

- **Hormigón para armar.** Se tipificará de acuerdo con el artículo 39.2 indicando la resistencia característica especificada, que no será inferior a 25 N/mm² en hormigón armado, (artículo 30.5); el tipo de consistencia, medido por su asiento en cono de Abrams, (artículo 30.6); el tamaño máximo del árido (artículo 28.2) y la designación del ambiente (artículo 8.2.1).
- **Tipos de hormigón.**
 - Hormigón fabricado en central de obra o preparado.
 - Hormigón no fabricado en central.
- **Materiales constituyentes.**

Cemento.

Los cementos empleados podrán ser aquellos que cumplan la vigente Instrucción para la Recepción de Cementos (RC-16), correspondan a la clase resistente 32,5 o superior y cumplan las especificaciones del artículo 26 de la Instrucción para la recepción de cementos (RC-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 para la recepción de cementos (RC-08) recoge únicamente la utilización de cenizas volantes y el humo de sílice (artículo 29.2).

Las armaduras pasivas serán de acero y estarán constituidas por:

- Barras corrugadas: Los diámetros nominales se ajustarán a la serie siguiente: 6- 8-10 - 12 - 14 - 16 -20 -25 - 32 y 40 mm.

- **Mallas electrosoldadas:** Los diámetros nominales de los alambres corrugados empleados se ajustarán a la serie siguiente: 5 - 5,5 - 6- 6,5 - 7 - 7,5 - 8- 8,5 - 9 - 9,5 - 10 -10,5 - 11 - 11,5- 12 y 14 mm.

Cumplirán los requisitos técnicos establecidos en las UNE 36068:2011, entre ellos las características mecánicas mínimas, especificadas en el artículo 31 de la instrucción CTE.

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 934-2:2010+A1:2012, si lo hubiere, y en caso contrario, indicación expresa de que no contiene.
 - e) Procedencia y cantidad de adición (cenizas volantes o humo de sílice, artículo 29.2) si la hubiere, y en caso contrario, indicación expresa de que no contiene.
6. Designación específica del lugar del suministro (nombre y lugar).
7. Cantidad del hormigón que compone la carga, expresada en metros cúbicos de hormigón fresco.
8. Identificación del camión hormigonera (o equipo de transporte) y de la persona que proceda a la descarga, según artículo 69.2.9.2.
9. Hora límite de uso para el hormigón.

La dirección de obra podrá eximir de la realización del ensayo de penetración de agua cuando, además, el suministrador presente una documentación que permita el control documental sobre los siguientes puntos:

1. Composición de las dosificaciones de hormigón que se va a emplear.
2. Identificación de las materias primas.
3. Copia del informe con los resultados del ensayo de determinación de profundidad de penetración de agua bajo presión realizados por laboratorio oficial o acreditado, como máximo con 6 meses de antelación.
4. Materias primas y dosificaciones empleadas en la fabricación de las probetas utilizadas en los anteriores ensayos, que deberán coincidir con las declaradas por el suministrador para el hormigón empleado en obra.

– **Ensayos de control del hormigón.**

El control de la calidad del hormigón comprenderá el de su resistencia, consistencia y durabilidad:

1. Control de la consistencia (artículo 83.2). Se realizará siempre que se fabriquen probetas para controlar la resistencia, en control reducido o cuando lo ordene la dirección de obra.
2. Control de la durabilidad (artículo 85). Se realizará el control documental, a través de las hojas de suministro, de la relación a/c y del contenido de cemento. Si la clase de exposición es IV o cuando el ambiente presente cualquier clase de exposición específica, se realizará el control de la penetración de agua. Se realizará siempre que se fabriquen probetas para controlar la resistencia, en control reducido o cuando lo ordene la dirección de obra.
3. Control de la resistencia (artículo 84). Con independencia de los ensayos previos y característicos (preceptivos si no se dispone de experiencia previa en materiales, dosificación y proceso de ejecución previstos), y de los ensayos de información complementaria, la Instrucción CTE 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 CTE-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 CTE, Instrucción RC- 16).

Se establece la recepción del cemento conforme a la vigente Instrucción para la Recepción de Cementos (RC-16). El responsable de la recepción del cemento deberá conservar una muestra preventiva por lote durante 100 días.

Control documental

Cada partida se suministrará con un albarán y documentación anexa, que acredite que está legalmente fabricado y comercializado, de acuerdo con lo establecido en el apartado 9, Suministro e Identificación de la Instrucción RC-16

Ensayos de control

Antes de comenzar el hormigonado, o si varían las condiciones de suministro y cuando lo indique la dirección de obra, se realizarán los ensayos de recepción previstos en la Instrucción RC-16 y los correspondientes a la determinación del ion cloruro, según el artículo 26 de la Instrucción CTE.

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-CTE, 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- CTE, si el período de almacenamiento supera 1, 2 o 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-CTE 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 CTE.
- b) Aceros no certificados (sin distintivo reconocido o CC-CTE según artículo 1): Cada partida de acero irá acompañada de:
 1. Resultados de los ensayos correspondientes a la composición química, características mecánicas y geométricas.

2. Certificado específico de adherencia, en el caso de barras y alambres corrugados.
3. CC-CTE, 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 la 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 CTE 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:

2 cm

El diámetro de la mayor.

1,25 veces el tamaño máximo del árido.

Separadores. Los calzos y apoyos provisionales en los encofrados y moldes deberán ser de hormigón, mortero o plástico o de otro material apropiado, quedando prohibidos los de madera y, si el hormigón ha de quedar visto, los metálicos.

Se comprobarán en obra los espesores de recubrimiento indicados en proyecto, que en cualquier caso cumplirán los mínimos del artículo 37.2.4.

Los recubrimientos deberán garantizarse mediante la disposición de los correspondientes elementos separadores colocados en obra.

Anclajes. Se realizarán según indicaciones del artículo 66.5.

Empalmes. No se dispondrán más que aquellos empalmes indicados en los planos y los que autorice la dirección de obra. En los empalmes por solapo, la separación entre las bañas será de 4 diámetros como máximo.

En las armaduras en tracción esta separación no será inferior a los valores indicados para la distancia libre entre barras aisladas.

Para los empalmes por solapo en grupo de barras y de mallas electrosoldadas se ejecutará lo indicado respectivamente, en los artículos 66.6.3 y 66.6.4. Para empalmes mecánicos se estará a lo dispuesto en el artículo 66.6.6.

Los empalmes por soldadura deberán realizarse de acuerdo con los procedimientos de soldadura descritos en la UNE 36832:97, y ejecutarse por operarios debidamente cualificados.

Las soldaduras a tope de barras de distinto diámetro podrán realizarse siempre que la diferencia entre diámetros sea inferior a 3 mm.

– **Fabricación y transporte a obra del hormigón.**

Las materias primas se amasarán de forma que se consiga una mezcla íntima y uniforme, estando todo el árido recubierto de pasta de cemento.

La dosificación del cemento, de los áridos y en su caso, de las adiciones, se realizará por peso. No se mezclarán masas frescas de hormigones fabricados con cementos no compatibles debiendo limpiarse las hormigoneras antes de comenzar la fabricación de una masa con un nuevo tipo de cemento no compatible con el de la masa anterior.

Hormigón fabricado en central de obra o preparado.

En cada central habrá una persona responsable de la fabricación, con formación y experiencia suficiente, que estará presente durante el proceso de producción y que será distinta del responsable del control de producción.

En la dosificación de los áridos, se tendrá en cuenta las correcciones debidas a su humedad, y se utilizarán básculas distintas para cada fracción de árido y de cemento. El tiempo de amasado no será superior al necesario para garantizar la uniformidad de la mezcla del hormigón, debiéndose evitar una duración excesiva que pudiera producir la rotura de los áridos.

La temperatura del hormigón fresco debe, si es posible, ser igual o inferior a 30°C e igual o superior a 5°C en tiempo frío o con heladas. Los áridos helados deben ser descongelados por completo previamente o durante el amasado.

Hormigón no fabricado en central

La dosificación del cemento se realizará por peso. Los áridos pueden dosificarse por peso o por volumen, aunque no es recomendable este segundo procedimiento. El amasado se realizará con un período de batido, a la velocidad del régimen, no inferior a noventa segundos.

El fabricante será responsable de que los operarios encargados de las operaciones de dosificación y amasado tengan acreditada suficiente formación y experiencia.

Transporte del hormigón preparado.

El transporte mediante amasadora móvil se efectuará siempre a velocidad de agitación y no de régimen.

El tiempo transcurrido entre la adición de agua de amasado y la colocación del hormigón no debe ser mayor a una hora y media.

En tiempo caluroso, el tiempo límite debe ser inferior salvo que se hayan adoptado medidas especiales para aumentar el tiempo de fraguado.

– **Cimbras, encofrados y moldes (artículo 65).**

Serán lo suficientemente estancos para impedir una pérdida apreciable de pasta entre las juntas, indicándose claramente sobre el encofrado la altura a hormigonar y los elementos singulares.

El encofrado (los fondos y laterales) estará limpio en el momento de hormigonar, quedando el interior pintado con desencofrante antes del montaje, sin que se produzcan goteos, de manera que el desencofrante no impedirá la ulterior aplicación de revestimiento ni la posible ejecución de juntas de hormigonado, especialmente cuando sean elementos que posteriormente se hayan de unir para trabajar solidariamente. El empleo de estos productos deberá ser expresamente autorizado por la dirección facultativa. Las superficies internas se limpiarán y humedecerán antes del vertido del hormigón. La sección del elemento no quedará disminuida en ningún punto por la introducción de elementos del encofrado ni de otros.

No se transmitirán al encofrado vibraciones de motores. El desencofrado se realizará sin golpes y sin sacudidas.

Los encofrados se realizarán de madera o de otro material suficientemente rígido. Podrán desmontarse fácilmente, sin peligro para las personas y la construcción, apoyándose las cimbras, pies derechos, etc. que sirven para mantenerlos en su posición, sobre cuñas, cajas de arena y otros sistemas que faciliten el desencofrado.

Las cimbras, encofrados y moldes poseerán una resistencia y rigidez suficientes para garantizar el cumplimiento de las tolerancias dimensionales y para resistir sin deformaciones perjudiciales las acciones que puedan producirse como consecuencia del proceso de hormigonado, las presiones del hormigón fresco y el método de compactación empleado.

Las caras de los moldes estarán bien lavadas. Los moldes ya usados que deban servir para unidades repetidas serán cuidadosamente rectificadas y limpiadas.

Puesta en obra del hormigón

No se colocarán en obra masas que acusen un principio de fraguado.

No se colocarán en obra tongadas de hormigón cuyo espesor sea superior al que permita una compactación completa de la masa.

No se efectuará el hormigonado en tanto no se obtenga la conformidad de la dirección de obra.

El hormigonado de cada elemento se realizará de acuerdo con un plan previamente establecido en el que se deberán tenerse en cuenta las deformaciones previsibles de encofrados y cimbras.

En general, se controlará que el hormigonado del elemento se realice en una jornada.

Se adoptarán las medidas necesarias para que, durante el vertido y colocación de las masas de hormigón, no se produzca disgregación de la mezcla, evitándose los movimientos bruscos de la masa, o el impacto contra los encofrados verticales y las armaduras. Queda prohibido el vertido en caída libre para alturas superiores a un metro.

– Compactación, según artículo 70.2.

Se realizará mediante los procedimientos adecuados a la consistencia de la mezcla, debiendo prolongarse hasta que refluya la pasta a la superficie.

Como criterio general el hormigonado en obra se compactará por:

Picado con barra: los hormigones de consistencia blanda o fluida se picarán hasta la capa inferior ya compactada.

Vibrado normal en los hormigones plásticos o blandos. Vibrado enérgico: Los hormigones secos se compactarán, en tongadas no superiores a 20 cm.

– Hormigonado en temperaturas extremas.

La temperatura de la masa del hormigón en el momento de verterla en el molde o encofrado no será inferior a 5°C.

Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos cuya temperatura sea inferior a 0°C.

En general se suspenderá el hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

El empleo de aditivos anticongelantes requerirá una autorización expresa, en cada caso, de la dirección de obra. Cuando el hormigonado se efectúe en tiempo caluroso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar la evaporación del agua de amasado, en particular durante el transporte del hormigón y para reducir la temperatura de la masa.

Para ello, los materiales y encofrados deberán estar protegidos del soleamiento y una vez vertido se protegerá la mezcla del sol y del viento, para evitar que se 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 coqueas o irregularidades que perjudiquen al comportamiento de la obra a su aspecto exterior.

Para los acabados especiales se especificarán los requisitos directamente o bien mediante patrones de superficie.

Para el recubrimiento o relleno de las cabezas de anclaje, orificios, entalladuras, cajetines, etc., que deba efectuarse una vez terminadas las piezas, en general se utilizarán morteros fabricados con masas análogas a las empleadas en el hormigonado de dichas piezas, pero retirando de ellas los áridos de tamaño superior a 4mm. Todas las superficies de mortero se acabarán de forma adecuada.

Control y aceptación

- Directorio de agentes involucrados. Existencia de libros de registro y órdenes reglamentarios.
- Existencia de archivo de certificados de materias, hojas de suministro, resultados de control, documentos de proyecto y sistema de clasificación de cambios de proyecto o de información complementaria. Revisión de planos y documentos contractuales.
- Existencia de control de calidad de materiales de acuerdo con los niveles especificados.
- Comprobación general de equipos: certificados de tarado, en su caso.
- Suministro y certificado de aptitud de materiales.

- Comprobaciones de replanteo y geométricas.
 - Comprobación de cotas, niveles y geometría.
 - Comprobación de tolerancias admisibles,
- ❖ Cimbras y andamiajes
 - Existencia de cálculo, en los casos necesarios.
 - Comprobación de planos.
 - Comprobación de cotas y tolerancias.
 - Revisión del montaje.
- Armaduras.
 - Disposición, número y diámetro de barras, según proyecto.
 - Corte y doblado.
 - Almacenamiento.
 - Tolerancias de colocación.
 - Recubrimientos y separación entre armaduras. Utilización de calzos, separadores y elementos de suspensión de las armaduras para obtener el recubrimiento adecuado y posición correcta.
 - Estado de anclajes, empalmes y accesorios
- Encofrados
 - Estanqueidad, rigidez y textura.
 - Tolerancias.
 - Posibilidad de limpieza, incluidos los fondos.
 - Geometría.
 - Transporte, vertido y compactación del hormigón.
 - Tiempos de transporte
 - Limitaciones de la altura de vertido. Forma de vertido no contra las paredes de la excavación o del encofrado.
 - Espesor de tongadas.
 - Localización de amasadas a efectos del control de calidad del material.
 - Frecuencia del vibrador utilizado.
 - Duración, distancia y profundidad de vibración en función del espesor de la tongada (cosido de tongadas).
 - Vibrado siempre sobre la masa hormigón.

❖ Curado del hormigón.

–Mantenimiento de la humedad superficial en los 7 primeros días. Protección de superficies.

–Predicción meteorológica y registro diario de las temperaturas.

–Actuaciones:

En tiempo frío: prevenir congelación.

En tiempo caluroso: prevenir el agrietamiento en la masa del hormigón

En tiempo lluvioso: prevenir el lavado del hormigón o En tiempo ventoso: prevenir evaporación del agua

Temperatura $\leq -4^{\circ}\text{C}$ o $\geq 40^{\circ}\text{C}$, con hormigón fresco: Investigación.

– Desmoldado y descimbrado.

– Control de sobrecargas de construcción.

-Comprobación de los plazos de descimbrado.

– Comprobación final.

–Reparación de defectos y limpieza de superficies

–Tolerancias dimensionales. En caso de superadas, investigación. Se comprobará que las dimensiones de los elementos ejecutados presentan unas desviaciones admisibles para el funcionamiento adecuado de la construcción. El autor del proyecto podrá adoptar el sistema de tolerancias de la Instrucción CTE, Anejo 10, completado o modificado según estime oportuno.

Conservación hasta la recepción de las obras

Durante la ejecución se evitará la actuación de cualquier carga estática o dinámica que pueda provocar daños irreversibles en los elementos ya hormigonados.

7.3. Medición y abono

El hormigón se medirá y abonará por metro cúbico realmente vertido en obra, midiendo entre caras interiores de encofrado de superficies vistas. En las obras de cimentación que no necesiten encofrado se medirá entre caras de terreno excavado. En el caso de que en el Cuadro de Precios la unidad de hormigón se exprese por metro cuadrado como es el caso de soleras, forjado, etc., se medirá de esta forma por metro cuadrado realmente ejecutado, incluyéndose en las mediciones todas las desigualdades y aumentos de espesor debidas a las diferencias de la capa inferior. Si en el Cuadro de Precios se indicara que está incluido el encofrado, acero, etc., siempre se considerará la misma medición del hormigón por metro cúbico o por metro cuadrado. En el precio van incluidos siempre los servicios y costos de curado de hormigón.

Artículo 8. Morteros

Dosificación de morteros

Se fabricarán los tipos de morteros especificados en las unidades de obra, indicándose cual ha de emplearse en cada caso para la ejecución de las distintas unidades de obra.

Fabricación de morteros

Los morteros se fabricarán en seco, continuándose el batido después de verter el agua en la forma y cantidad fijada, hasta obtener una plasta homogénea de color y consistencia uniforme sin palomillas ni grumos.

Medición y abono

El mortero suele ser una unidad auxiliar y, por tanto, su medición va incluida en las unidades a las que sirve: fábrica de ladrillos, enfoscados, pavimentos, etc. En algún caso excepcional se medirá y abonará por metro cúbico, obteniéndose su precio del Cuadro de Precios si lo hay u obteniendo un nuevo precio contradictorio.

Artículo 9. Carpintería metálica

Ventanas y puertas compuestas de hoja/s fija/s, abatible/s, corredera/s, plegables, oscilobatiente/s o pivotante/s, realizadas con perfiles de aluminio, con protección de anodizado o lacado. Recibidas sobre el cerramiento o en ocasiones fijadas sobre precerco. Incluirán todos los junquillos, patillas de fijación, chapas, tornillos, burletes de goma, accesorios, así como los herrajes de cierre y de colgar necesarios.

9.1. De los Componentes

Productos constituyentes

Precerco, en los casos que se incluye, este podrá ser de perfil tubular conformado en frío de acero galvanizado, o de madera.

Perfiles y chapas de aleación de aluminio con protección anódica de espesor variable, en función de las condiciones ambientales en que se vayan a colocar:

- 15 micras, exposición normal y buena limpieza.
- 20 micras, en interiores con rozamiento.
- 25 micras, en atmósferas marina o industrial agresiva.

El espesor mínimo de pared en los perfiles es 1,5 mm, En el caso de perfiles vierteaguas 0,5 mm y en el de junquillos 1 mm

Accesorios para el montaje de los perfiles: escuadras, tornillos, patillas de fijación, etc.; y burletes de goma, cepillos, además de todos accesorios y herrajes necesarios. Juntas perimetrales. Cepillos en caso de correderas.

Control y aceptación

El nombre del fabricante o marca comercial del producto. Ensayos (según normas UNE):

- Medidas y tolerancias. (Inercia del perfil).
- Espesor del recubrimiento anódico.
- Calidad del sellado del recubrimiento anódico.

El suministrador acreditará la vigencia de la Certificación de Conformidad de los perfiles con los requisitos reglamentarios.

Inercia de los perfiles (podrá atenderse a lo especificado en la norma NTE-FCL). Marca de Calidad EWAA/EURAS de película anódica. Distintivo de calidad (Sello PNCE).

Los perfiles y chapas serán de color uniforme y no presentarán alabeos, fisuras, ni deformaciones y sus ejes serán rectilíneos.

Las uniones entre perfiles se harán por medio de soldadura o vulcanizado, o escuadras interiores, unidas a los perfiles por tornillos, remaches o ensamble a presión.

Los ejes de los perfiles se encontrarán en un mismo plano, y sus encuentros formarán ángulo recto. La cámara o canales que recogen el agua de condensación tendrá las dimensiones adecuadas. Y los orificios de desagüe serán al menos 3 por m.

Los materiales y equipos de origen industrial deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad que se fijan en las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial. Cuando el material o equipo llegue a obra con certificado de origen industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas o disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

El soporte

La fábrica que reciba la carpintería deberá estar terminada, a falta de revestimientos. En su caso el precerco deberá estar colocado y aplomado.

Deberá estar dispuesta la lámina impermeabilizante entre antepecho y el vierteaguas de la ventana.

Compatibilidad

Protección del contacto directo con el cemento o la cal, mediante precerco de madera, o si no existe precerco, mediante algún tipo de protección, cuyo espesor será según el certificado del fabricante.

Deberá tenerse especial precaución en la posible formación de puentes galvánicos por la unión de distintos materiales (soportes formados por paneles ligeros, montantes de muros cortina, etc.).

9.2. De la ejecución

Preparación

El almacenamiento en obra será en un lugar protegido de lluvias y focos húmedos, en zonas alejadas de posibles impactos. No estarán en contacto con el terreno. Antes de su colocación hay que asegurarse de que la carpintería conserva su protección, igual que llegó a la obra.

Se comprobará el replanteo y dimensiones del hueco, o en su caso del precerco.

Fase de ejecución

Repaso general de la carpintería: ajuste de herrajes, nivelación de hojas, etc. Se realizarán los ajustes necesarios para mantener las tolerancias del producto y del recibido.

Fijación de la carpintería al precerco, o recibido de las patillas de la ventana a la fábrica, con mortero de cemento.

Los mecanismos de cierre y maniobra serán de funcionamiento suave y continuo. Los herrajes no interrumpirán las juntas perimetrales de los perfiles.

Se podrán tener en cuenta las especificaciones de la norma NTE-FLC/74.

Acabados

La carpintería quedará aplomada. Se retirará la protección después de revestir la fábrica y se limpiará para recibir el acristalamiento.

Una vez colocadas se sellarán las juntas de la carpintería con la fachada en todo su perímetro exterior. La junta será continua y uniforme, y se aplicará sobre superficies limpias y secas. Así se asegura la estanquidad al aire y al agua.

El acristalamiento de la carpintería podrá ajustarse a lo dispuesto en la norma NTE-FVP. Fachadas. Vidrios. Planos. Las persianas, guías y hueco de alojamiento podrán seguir las condiciones especificadas en la norma NTE-FDP. Fachadas. Defensas. Persianas.

Control y aceptación

Los materiales que no se ajusten a lo especificado deberán ser retirados o, en su caso, demolida o reparada la parte de obra afectada.

La prueba de servicio, para comprobar su estanqueidad, debe consistir en someter los paños más desfavorables a escorrentía durante 8 horas conjuntamente con el resto de la fachada, pudiendo seguir las disposiciones de la norma NTE-FCA.

Controles durante la ejecución: puntos de observación. Unidad y frecuencia de inspección: 2 cada 50 unidades.

- Fijaciones laterales: mínimo dos en cada lateral. Empotramiento adecuado.
- Fijación a la caja de persiana o dintel: tres tornillos mínimo.
- Fijación al antepecho: taco expansivo en el centro del perfil (mínimo)
- Comprobación de la protección y del sellado perimetral.
- Se permitirá un desplome máximo de 2 mm por m en la carpintería. Y en algunos casos ésta deberá estar enrasada con el paramento.

Conservación hasta la recepción de las obras

Se conservará la protección de la carpintería hasta el revestimiento de la fábrica y la colocación del acristalamiento.

No se apoyarán pescantes de sujeción de andamios, poleas para elevar cargas, mecanismos para limpieza exterior u otros objetos que puedan dañarla.

9.3. Medición y abono

Metro cuadrado de carpintería o superficie del hueco a cerrar, totalmente terminada, incluyendo los herrajes de cierre y de colgar, con todos los accesorios necesarios; así como colocación, sellado, protección durante las obras y limpieza final. No se incluyen persianas o todos, ni acristalamientos.

9.4. Mantenimiento

- **Uso.** No se modificará la carpintería, ni se colocarán acondicionadores de aire sujetos a la misma, sin que previamente se aprueben estas operaciones por técnico competente.
- **Conservación.** Cada tres años, o antes si se apreciara falta de estanquidad, roturas o mal funcionamiento, se inspeccionará la carpintería, Se repararán los defectos que puedan aparecer en ella.
- Todos los años se limpiará la suciedad y residuos de polución, detergente no alcalino y utilizando trapos o esponjas que no rayen la superficie.
- **Reparación y reposición.** En caso de rotura o pérdida de estanquidad de perfiles, deberán reintegrarse las condiciones iniciales o precederse a la sustitución de los elementos afectados.

Artículo 10. Pintura

Revestimiento continuo con pinturas y barnices de paramentos y elementos de estructura, carpintería, cerrajería e instalaciones, previa preparación de la superficie o no con imprimación, situados al interior o al exterior, que sirven como elemento decorativo o protector.

10.1. De los componentes

Productos constituyentes

- **Imprimación.** Servirá de preparación de la superficie a pintar, podrá ser: imprimación para galvanizados y metales no féreos, imprimación anticorrosiva (de efecto barrera o de protección activa), imprimación para madera o tapa poros, 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 nitro celulósica, 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.** Anti-siliconas, 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 tapa poros, selladora, anticorrosiva, etc.

10.2. Fases de ejecución

En general la aplicación se realizará según las indicaciones del fabricante y el acabado requerido. La superficie de aplicación estará nivelada y uniforme.

La temperatura ambiente no será mayor de 28 °C a la sombra ni menor de 12 °C durante la aplicación del revestimiento. El soleamiento no incidirá directamente sobre el plano de aplicación. En tiempo lluvioso se suspenderá la aplicación cuando el paramento no esté protegido.

Se dejarán transcurrir los tiempos de secado especificados por el fabricante. Asimismo se evitarán, en las zonas próximas a los paramentos en periodo de secado, la manipulación y trabajo con elementos que desprendan polvo o dejen partículas en suspensión.

Para la pintura a la cal: se aplicará una mano de fondo con pintura a la cal diluida, hasta la impregnación de los poros del ladrillo o cemento y dos manos de acabado.

Artículo 11. Instalación eléctrica baja tensión

Instalación de la red de distribución eléctrica para tensiones entre 230/400 V, desde el final de la acometida de la compañía suministradora en el cuadro o caja general de protección, hasta los puntos de utilización en el edificio.

11.1. De los componentes

Productos constituyentes

Genéricamente la instalación contará con:

- Acometida.
- Caja general de protección (CGP)
- Línea repartidora.

-Conductores unipolares en el interior de tubos de PVC, en montaje superficial o empotrados.

-Canalizaciones prefabricadas.

-Conductores de cobre aislados con cubierta metálica en montaje superficial.

-Interruptor seccionador general

- ❖ Centralización de contadores.

- ❖ Derivación individual

- Conductores unipolares en el interior de tubos en montaje superficial o empotrados.

- Canalizaciones prefabricadas.

- Conductores aislados con cubierta metálica en montaje superficial siendo de cobre.

- Cuadro general de distribución.

- Interruptores diferenciales.

- Interruptor magnetotérmico general automático de corte 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 las componentes de la instalación deberán recibirse en obra conforme a: la documentación del fabricante, la normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la dirección facultativa durante la ejecución de las obras.

El soporte

El soporte serán los paramentos horizontales y verticales, donde la instalación podrá ser vista o empotrada.

En el caso de instalación vista, esta se fijará con tacos y tornillos a paredes y techos, utilizando como aislante protector de los conductores tubos, bandejas o canaletas.

Para la instalación empotrada los tubos flexibles de protección se dispondrán en el interior de rozas practicadas a los tabiques. Las rozas no tendrán una profundidad mayor de 4 cm sobre ladrillo macizo y de un canuto sobre el ladrillo hueco, el ancho no será superior a dos veces su profundidad. Las rozas se realizarán preferentemente en las tres hiladas superiores. Si no es así tendrá una longitud máxima de 100 cm. Cuando se realicen rozas por las dos caras del tabique, la distancia entre rozas paralelas será de 50 cm.

11.2. De la ejecución

Preparación

Se comprobará que todos los elementos de la instalación de baja tensión coinciden con su desarrollo en proyecto, y en caso contrario se redefinirá en presencia de la dirección facultativa. Se marcará por Instalador autorizado y en presencia de la dirección facultativa los diversos componentes de la instalación, como tomas de corriente, puntos de luz, canalizaciones, cajas.

Al marcar los tendidos de la instalación se tendrá en cuenta la separación mínima de 30 cm con la instalación de fontanería. Se comprobará la situación de la acometida, ejecutada esta según R.E.B.T. y normas particulares de la compañía suministradora.

Fase de ejecución

Se colocará la caja general de protección en lugar de permanente acceso desde la vía pública, y próxima a la red de distribución urbana o centro de transformación. La caja de 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 pasa hilos) mediante bornes o dedales aislantes.

El recorrido de los tubos, de aislante rígido, se sujetará mediante grapas y las uniones de conductores se realizarán en cajas de derivación igual que en la instalación empotrada. Se realizará la conexión de los conductores a las regletas, mecanismos y equipos.

Acabados

Terminada la instalación eléctrica interior, se protegerán las cajas y cuadros de distribución para evitar que queden tapados por los revestimientos posteriores de los paramentos. Una vez realizados estos trabajos se descubrirán y se colocarán los automatismos eléctricos, embellecedores y tapas.

Control y aceptación

- Situación. Adosado de la tapa. Conexiones. Identificación de conductores. Instalación interior: Unidad y frecuencia de inspección: cada 4 viviendas o equivalente.
- Dimensiones trazado de las rozas.
- Identificación de los circuitos. Tipo de tubo protector. Diámetros.
- Identificación de los conductores. Secciones. Conexiones.
- Paso a través de elementos constructivo. Juntas de dilatación.
- Acometidas a cajas.
- Se respetan los volúmenes de prohibición y protección en locales húmedos.
- Red de equipotencialidad: dimensiones y trazado de las rozas. Tipo de tubo protector. Diámetro. Sección del conductor. Conexiones.
- De conductores entre fases (sí es trifásica o bifásica), entre fases y neutro y entre fases y tierra.

Conservación hasta la recepción de las obras

Se preservarán todos los componentes de la instalación del contacto con materiales agresivos y humedad.

11.3. Medición y abono

Los conductores se medirán y valorarán por metro lineal de longitud de iguales características, todo ello completamente colocado incluyendo tubo, bandeja o canal de aislamiento y parte proporcional de cajas de derivación y ayudas de albañilería cuando existan.

El resto de los elementos de la instalación, como caja general de protección, módulo de contador, mecanismos.

- Por unidad totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones necesarios para su correcto funcionamiento.
- Por unidades de enchufes y de puntos de luz incluyendo partes proporcionales de conductores, tubos, cajas y mecanismos.

11.4. Mantenimiento

El papel del usuario debe limitarse a la observación de la instalación y sus prestaciones, y avisar 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 que adoptar

Las precauciones que adoptar durante la construcción de la obra serán las previstas por la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el trabajo aprobada por 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 CTE 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 frente de presión hidrostática y se cerrará el otro extremo.

Se realizará el ensayo con un mínimo de 5 emisores instalados en la tubería. Se realizará el ensayo en dos etapas:

Ensayar la estanqueidad del conjunto de la forma siguiente. Se incrementará la presión en tres intervalos: 5 minutos a 0,4 veces la presión máxima de trabajo, a continuación

5 minutos a 0,8 veces la presión máxima de trabajo, por último 60 minutos a 1,2 veces la presión máxima de trabajo.

No deberá producirse pérdida alguna a través de los componentes del emisor o sus conexiones a la tubería, a excepción de los puntos de descarga del emisor.

Inmediatamente después de completada la etapa (a), se aumentará la presión hasta dos veces la presión máxima de trabajo, y se mantendrá esta situación durante 5 minutos.

Los emisores deberán resistir el ensayo sin sufrir daños y sin desconectarse del conjunto.

Nota: Si el emisor puede ser desmontado para su limpieza o sustitución de elementos y montado de nuevo, el ensayo se realizará después del montaje del emisor, siguiendo las instrucciones del fabricante, tres veces sucesivas.

Artículo 7. Ensayos de funcionamiento

7.1. Uniformidad de caudal

Emisor de salida simple.

La muestra destinada al ensayo estará compuesta por un mínimo de 25 emisores.

Emisor de salida múltiple.

La muestra destinada al ensayo estará compuesta por un número de emisores comprendido entre 10 y 25. Todas las salidas de los emisores pertenecientes a la muestra deberán estar abiertas y todas ellas se incluirán en el ensayo.

7.1.1. Emisores autocompensantes

Previamente al inicio del ensayo de los emisores de la muestra se someterán, durante un tiempo no inferior a 1 h., a una presión igual al valor central del intervalo de presiones efectivas de trabajo. A continuación, los emisores se someterán por tres veces consecutivas a la presión máxima ($P_{m\acute{a}x.}$) y, de forma alternativa, tres veces más a la presión mínima ($P_{m\acute{i}n.}$). Estas presiones extremas se mantendrán, en cada operación, durante un mínimo de 3 minutos. En los 10 minutos posteriores, se situará la presión en el valor medio del intervalo de compensación.

A continuación, y sin alterar la presión de entrada, se realizará el ensayo de caudal de acuerdo con lo expresado en el apartado 7.1.1., exceptuando lo referido a la presión que se mantendrá en el valor medio del intervalo de compensación.

Los emisores se ajustarán a las prescripciones descritas en 7.1.1.

7.2. Curva caudal-presión

Se numerarán los emisores ensayados en el apartado 7.1 de acuerdo con el caudal obtenido. (El número 1 corresponderá al emisor de menor caudal y el nº 25 corresponderá al emisor de mayor caudal).

Se seleccionarán 4 emisores de la serie, concretamente los números 3, 12, 13 y 23 y se estudiará con ellos la variación de caudal producido al variar la presión a la entrada del emisor, con incrementos sucesivos no superiores a 50 kPa.

Cada emisor se someterá a presiones comprendidas entre 0,1 y 1,2 $P_{m\acute{a}x.}$ Los emisores autocompensantes se ensayarán a 3 o más diferentes valores de presión, comprendidos en el intervalo de compensación, ascendiendo y descendiendo de nuevo por los valores

elegidos para el ensayo. Las mediciones de caudales deberán realizarse después de transcurridos 3 minutos desde que se haya alcanzado la presión de ensayo.

Si en el proceso de ensayo la presión a la entrada del emisor excediera en más de 10 kPa. la presión prevista, durante el ascenso o el descenso, se retomará al valor de presión 0 y se iniciará de nuevo el ensayo.

7.2.1. Emisores autocompensantes

Se calculará para cada valor de su presión de entrada P, la media de los caudales q vertidos por los cuatro emisores, al incrementar y disminuir posteriormente la presión. (Para obtener el valor de q se operará pues con 8 valores de caudal).

La curva q deberá ser conforme a la curva facilitada en las publicaciones del fabricante. Como máximo se admitirán desviaciones del + 5% para todos los valores de presión.

Artículo 8. Datos para facilitar por el fabricante

El fabricante deberá poner a disposición del usuario, juntamente con los emisores, información por escrito que contenga los siguientes datos:

8.1. Indicaciones generales

- a) Año de fabricación.
- b) Número de catálogo del emisor.
- c) Instrucciones para la conexión del emisor.
- d) Tipo de tubería aconsejable para el empleo del emisor y de sus dimensiones.
- e) Limitaciones del uso del emisor (fertilizantes, productos químicos, etc.).
- f) Recomendaciones de filtrado, incluyendo la dimensión del menor paso de agua.
- g) Instrucciones para la limpieza y prevención de obturación del emisor.
- h) Caudal nominal en proceso de lavado (si corresponde).
- i) Categoría del emisor en relación a su uniformidad de caudal.

8.2. Instrucciones de funcionamiento

- a) Instrucciones de mantenimiento, almacenaje y reparaciones.
- b) Intervalo de presiones efectivas de trabajo.
- c) Curva caudal-presión.
- d) Ecuación característica del emisor según apartado 7.3.
- e) Intervalo de autocompensación.
- f) Longitud equivalente en m. de tubería de la pérdida de carga singular originada por la conexión del emisor a la línea de riego.

- g) Coeficiente de variación del caudal, de acuerdo con lo expresado en el apartado 9.1.

CAPÍTULO II. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LAS TUBERÍAS DE POLIETILENO UTILIZADAS EN EL RIEGO LOCALIZADO

Artículo 1. Condiciones generales

1.1. Campo de aplicación

En este pliego se establecen las prescripciones técnicas que han de cumplir los tubos de polietileno de baja, media y alta densidad, así como sus accesorios, utilizados en las redes de conducción de agua a presión para el riego localizado.

1.2. Definiciones

1.2.1. Polietileno

Es un plástico derivado del etileno al que se somete a un proceso de calor y presión que provoca la polimerización. Sus propiedades dependen de su peso molecular, de su densidad y de la distribución estadística de los diferentes pesos moleculares de las macromoléculas.

1.2.2. Tubo de polietileno

Se fabrica mediante un proceso de extrusión a base de resma de polímero de etileno, en forma de granza o de polvo, y de un pigmento de negro de carbono que lo protege contra la acción de los rayos ultravioleta y, por lo tanto, aumenta su estabilidad. El negro de carbono entra en una proporción de 2,5 % + 0,5 % en peso.

1.2.3. Tubo de polietileno de baja densidad (LDPE)

También denominado PE-32, es aquel cuya resma base, sin pigmentar, tiene una densidad 3 igual o menor de 0,930 gr./cm. Los tubos son relativamente blandos y flexibles.

1.2.4. Diámetro nominal

Es el diámetro exterior teórico, expresado en mm, especificado en la norma UNE 53-131 y que forma parte de la identificación de los diversos elementos acoplables entre sí en una instalación.

1.2.5. Diámetro exterior medio en una recta (De)

Es el cociente entre la longitud de la circunferencia exterior del tubo, medida en cualquier sección recta del mismo, y 3,124, redondeando al 0,1 mm más próximo por exceso.

1.2.6. Diámetro exterior en un punto cualquiera (Di)

Es todo diámetro medido en un punto de cualquier sección recta del tubo, redondeado al 0,1 mm más próximo por exceso.

1.2.7. Espesor nominal (e)

Los espesores nominales se establecen en la norma UNE 53-131.

1.2.8. Espesor en un punto cualquiera (ei)

Es el resultado de la medida del espesor de la pared del tubo en un punto cualquiera, redondeando la medida al 0,05 mm inmediato superior.

1.2.9. Espesor medio (em)

Es la media aritmética de los valores de espesor de la pared del tubo medidos en cuatro puntos equidistantes, tomados al azar, en una misma sección recta. Los cálculos se redondearán al 0,1 mm inmediato superior.

1.2.10. Diámetro interior medio en una sección recta (Di)

Es la diferencia entre el diámetro exterior medio y el doble del espesor medio, medidos ambos en la misma sección recta del tubo.

1.2.11. Ovalación

Es la diferencia entre el diámetro exterior medio y el diámetro exterior máximo o mínimo en una sección recta cualquiera. Se tomará la diferencia de mayor valor absoluto.

1.2.12. Presión nominal (Pn)

Es el valor de la presión interna para la que se ha diseñado el tubo con un coeficiente de seguridad que puede mantenerse sin fallo durante 50 años, teniendo en cuenta un método de extrapolación definido en condiciones estáticas, para una sección dada del tubo que contiene agua a 200 C. El coeficiente de seguridad tiene en cuenta las fluctuaciones de los parámetros que se pueden producir durante el uso continuado del material. La presión nominal se expresa en mega pascales (MPa).

1.2.13. Presión de trabajo (Pt)

Es la presión hidráulica interior máxima, dinámica, estática o transitoria, a la cual puede estar sometido el tubo a su temperatura de utilización una vez instalado definitivamente. Es la presión determinada en el proyecto, y se expresa en MPa (1 MPa = 10 Kg/cm²). La presión de trabajo a 20°C se corresponde con la presión nominal (Pn).

1.2.14. Esfuerzo tangencial de trabajo (σ)

Es el esfuerzo máximo que se puede aplicar a una tubería en condiciones normales, para que al cabo de 50 años mantenga el coeficiente de seguridad utilizado en el cálculo de la presión nominal. Se toma, para el esfuerzo tangencial:

- En los tubos de PE-32: $\sigma = 3,2$ MPa.
- En los tubos de PE-50: $\sigma = 5,0$ MPa.

1.2.15. Serie

Es la relación entre el esfuerzo tangencial de trabajo ~ a 20° C y la presión nominal (Pn) de diseño.

Artículo 2. Medidas y tolerancias

2.1. Medidas y tolerancias

Teniendo en cuenta que en los tubos de PE-32 el proceso de fabricación calibra el diámetro exterior, y el sistema de unión entre dos secciones de tubo se realiza por ajuste interior de un accesorio, gotero, etc., se requiere un control de tolerancia del diámetro exterior medio, del espesor en un punto cualquiera y del diámetro interior medio, si bien el hecho de cumplir las dos primeras no supone necesariamente que se cumpla la tercera.

2.2. Diámetros nominales

Los diámetros y los espesores nominales para tubos de polietileno serán los que figuran en la norma UNE 53-131.

2.3. Diámetro exterior medio

Las tolerancias máximas admisibles para el diámetro exterior medio serán positivas ($\pm x$), calculándose a partir de la fórmula $x = 0,009 D_n$, redondeando al 0,1 mm más próximo por exceso y con un valor mínimo de 0,3 mm y uno máximo de 5,00 mm

En la norma UNE 53-131 figura el cuadro de tolerancias máximas para el diámetro exterior medio.

Para los ramales portaemisores las tolerancias máximas admisibles en el diámetro exterior medio de estos tubos son siempre positivas y toman un valor de 0,3 mm

2.4. Espesor puntual

La tolerancia ($e^- - e$) entre el espesor en un punto cualquiera (e_i) y el espesor nominal (e) será siempre positiva ($+ x$) e igual a:

$$Y=0,1^e+0,2\text{mm}$$

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% ± 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 tm.
- **Extracto de tolueno:** 0,10 % en peso.

3.2. Ensayos de los materiales

No se prevé, en principio, efectuar ensayos contradictorios de los materiales salvo que exista discrepancia sobre su calidad, entre la dirección de las obras y el contratista. En este caso los gastos de los ensayos y pruebas a efectuar serán a cargo del contratista.

Los ensayos y pruebas que sea preciso realizar en laboratorios designados por la dirección de las obras, como consecuencia de interpretaciones dudosas de los resultados de los ensayos en fábrica o en obra, serán abonados por el contratista o por la administración de las obras, si como consecuencia de ellos se rechazasen o admitiesen, respectivamente, los elementos o partes de ellos ensayados.

3.2.1. Aspecto

La granza o polvo de moldeo de los polímeros de etileno tendrán tamaño y composición uniformes. Su coloración también será uniforme y deberá estar exento de materiales extraños que contaminen su pureza. El tipo de polímero será tal que no contendrá más del 5% (molar) de comonomero-olefinico, sin ningún otro grupo funcional ni mezclas de tales polímeros.

3.2.2. Determinación de la densidad

La densidad es la masa por unidad de volumen de material a 20~ +20 C. Se expresará en kg/m³ o g/cm³. Su determinación se efectuará por el método de la columna de gradiente según las normas UNE 53-188 y UNE 53-020. De acuerdo con el resultado la resma base de PE (PE incoloro) se clasificará en:

- ❖ Baja densidad (LDPE) hasta 0,930 g/cm³.
- ❖ Media densidad (MDPE) de 0,931 a 0,940 g/cm³.
- ❖ Alta densidad (HDPE) más de 0,940 g/cm³.

La tolerancia de densidad para los tipos LD y MD será de + 0,003 g/cm³ y para el tipo HD será de + 0,004 g/cm³.

3.2.3. Determinación del índice de fluidez

El índice de fluidez es el peso en gramos, de producto fundido y extraído durante 10 minutos a 1900 + 0,50 C., a través de una boquilla de 8 + 0,005 mill. por presión de un pistón con una carga especificada. La determinación de este índice se efectuará de acuerdo con lo establecido en la norma UNE 53-200.

Según los valores obtenidos del índice de fluidez se establecen cinco tipos:

- **Tipo 1:** <0,2 g/10 minutos ± 30 %
- **Tipo 2:** 0,2 a 1 g/10 minutos + 30 %

- **Tipo 3:** 1 a 10 g/10 minutos + 20 %
- **Tipo 4:** 10 a 25 g/10 minutos + 20 %
- **Tipo 5:** >25 g/10 minutos + 20 %

3.2.4. Contenido en volátiles

El contenido máximo en volátiles de los materiales de PE será inferior a 0,5 %.

Su determinación se realizará de acuerdo con la norma UNE 53-135.

3.2.5. Contenido en cenizas

El contenido máximo en cenizas para los polímeros de etileno será de $0,05 \pm 0,05$ %, exceptuando los tipos con aditivos especiales. Su determinación se realizará de acuerdo con la norma UNE 53-090.

Artículo 4. Fabricación

4.1. Procedimiento de fabricación

Las tuberías se fabricarán por el procedimiento de extrusión simple o múltiple y simultánea. En este último caso, la unión entre las distintas capas será fuerte y uniforme sin que sea posible separar una de otra con un instrumento cortante en ningún punto. El espesor de la capa exterior deberá ser, como mínimo, de 0,51 mm

Las plantas de producción, tanto de tubos como de juntas y accesorios, estarán preparadas para la fabricación continua o en serie, obedeciendo a normas de tipificación compatibles con el presente pliego.

4.2. Acabado de tuberías

Las tuberías de PE de baja densidad se prepararán en rollos de la misma longitud para un diámetro y timbraje determinado. Se procurará que la longitud de cada rollo sea múltiplo de 25 m.

Los tubos estarán exentos de grietas y burbujas, presentando la superficie exterior e interior un aspecto liso, libre de ondulaciones y otros eventuales defectos

4.3. Laboratorio y banco de pruebas

El fabricante dispondrá de laboratorio para control de las características físicas y químicas de la materia prima y productos acabados. También tendrá un banco de pruebas hidráulicas. En ellos se realizarán los siguientes controles:

1. De la materia prima.
2. Del proceso de fabricación.
3. De los productos acabados.

Artículo 5. Características de los tubos

5.1. Aspecto

Los tubos estarán exentos de burbujas y grietas, presentando su superficie exterior e interior un aspecto liso, libre de ondulaciones y de otros defectos eventuales.

5.2. Contenido en negro de carbono

El contenido en negro de carbono en el tubo deberá ser de $2,5 \pm 0,5$ % en peso, medido según UNE 53-375.

5.3. Dispersión del negro de carbono

Cuando los tubos se ensayan según lo indicado en la norma UNE 5 1-133, se considera que la dispersión del negro de carbono es correcta cuando:

- a) Ningún grado individual supera el valor de la microfotografía 5 y el valor medio de las 6 observaciones realizadas no supera el valor 4.
- b) Todas las observaciones efectuadas deben ser mejores que la presentada por la microfotografía A.

5.4. Índice de fluidez

Cuando los tubos se ensayan según lo indicado en la norma UNE 5 3-200, el índice de fluidez del compuesto para los PE 32 no será superior a 1 gr/10 minutos. Para los PE 50 A este valor no será superior a 0,3 gr/10 minutos. Para los PE 50 B no será superior a 0,4 gr/10 minutos. Las condiciones de ensayo para todos los materiales serán: Temperatura 1900 C y peso 2,160 kg.

Cuando para el PE 50 A se obtenga con estas condiciones un valor inferior a 0,1 gr/10 minutos, el ensayo deberá repetirse con una carga nominal de 5 Kg y una temperatura de 1900 C; los resultados se calcularán para un tiempo de referencia de 150 s. En este caso no se admitirá un valor del índice de fluidez superior a 0,5 gr/10 minutos.

5.5. Resistencia a la tracción

Cuando los tubos se ensayan según lo indicado en la norma UNE 53-13 3, la resistencia a la tracción será, como mínimo, para:

- PE-32: 10 MPa
- PE-50B: 15 MPa
- PE-50A: 19 MPa

5.6. Alargamiento en la rotura

Cuando los tubos se ensayan, según lo indicado en la norma UNE 53-133, el alargamiento en la rotura de los tubos será como mínimo del 35 %.

5.7. Resistencia a la presión interna en función del tiempo

Cuando los tubos se ensayan deben superar lo indicado en la norma UNE 53-133.

5.8. Estanqueidad

Cuando los tubos se ensayan, según lo indicado en la norma UNE 53-133, deberán resistir durante 1 minuto, sin experimentar pérdidas, una presión de ensayo igual a 0,6 veces el valor de su presión nominal.

En el caso de tubos de PE-32 empleados en ramales de riego por goteo, la presión de ensayo será igual a 0,25 MPa.

5.9. Comportamiento al calor

Cuando los tubos se ensayan, según lo indicado en la norma UNE 53-133, las medidas de las probetas no deberán variar en más del 3% en sentido longitudinal.

5.10. Juntas

No es posible la unión de tubos de polietileno con adhesivos, y la unión por soldadura no se admite en las redes de riego localizado. Tampoco se admiten las uniones embreadas.

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 tomarán utilizando una cinta métrica (circómetro), en la que se lea directamente el diámetro en función de la longitud de la circunferencia, con una precisión mínima de 0,05 mm.
- c) Las medidas del espesor de los tubos se tomarán mediante un micrómetro con una precisión mayor o igual a 0,025 mm u otro instrumento de medida con el que se obtenga la misma precisión.
- d) La ovalación se determina por la diferencia entre los diámetros máximo o mínimo y el diámetro exterior medio de una misma sección recta. Los valores obtenidos deberán estar de acuerdo con los indicados en el apartado 4.4. Para la toma de medidas deberá utilizarse un calibre de precisión 0,05 mm
- e) Expresión de resultados. En el informe se hará constar:
 1. La designación del tubo.
 2. La longitud.
 3. El diámetro exterior medio.
 4. El espesor medio.
 5. La ovalación.

6.1.3. Determinación de la densidad

Se realizará por el método de la columna de gradiente y según la norma UNE 53-020.

6.1.4. Determinación del contenido en negro de carbono

Se realizará según la norma UNE 53-375.

6.1.5. Determinación de la dispersión del negro de carbono

Se realizará según la norma UNE 53-133.

6.1.6. Determinación de la resistencia a la tracción y del alargamiento en la rotura

Se realizará según la norma UNE 53-133.

6.1.7. Determinación de la resistencia a la presión interna en función del tiempo

Se realizará según la norma UNE 53-133.

6.1.8. Prueba de estanqueidad

Se realizará según la norma UNE 53-133.

6.1.9. Determinación del comportamiento al calor

Se realizará según la norma UNE 53-133.

6.2. Pruebas de obra

6.2.1. Prueba de presión hidráulica

Esta prueba debe realizarse para la red completa sometiéndola a una presión de 1,4 veces la máxima presión de trabajo previsible. Si por alguna causa justificada no fuese posible hacer esta prueba completa, se probará por tramos de igual timbraje a la presión de 1,4 veces la máxima previsible en el tramo.

La prueba se realizará para la tubería o tramos de tubería de menos de 500 m. en orden de servicio con todos sus elementos.

Llena y purgada la tubería, se mantiene así durante 24 horas. A continuación, se elevará la presión lentamente inyectando agua hasta alcanzar la presión de prueba. Se anotará el tiempo y, después de una hora sin reponer presión, se comenzará a medir el agua que es necesario continuar inyectando para conseguir que la presión se mantenga en la de prueba.

La duración de la prueba será de una hora y la pérdida de agua en este tiempo no deberá superar:

$$V=0,0167 \cdot \Sigma \cdot L_i \cdot D_i \cdot \Pi$$

Donde:

- **V**: cantidad de agua inyectada en L.
- **L_i**: longitud del tramo *i* en km.
- **D_i**: diámetro interior de la tubería en el tramo *i* en mm.

Si existen fugas manifiestas, aunque no se superen las pérdidas admisibles, deberán ser corregidas para lograr mayor estanqueidad. Si se superan las pérdidas admisibles, obligatoriamente se investigarán las causas, se corregirán y se repetirá la prueba hasta lograr valores admisibles.

En un caso u otro los defectos se corregirán en un plazo prudencial que fije la dirección de obra.

CAPÍTULO III. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LAS TUBERÍAS DE PRESIÓN DE PVC NO PLASTIFICADO UTILIZADAS EN EL RIEGO LOCALIZADO

Artículo 1. Condiciones generales

1.1. Campo de aplicación

El presente pliego tiene por objeto definir las características técnicas y las condiciones de suministro que han de cumplir los tubos y accesorios fabricados con policloruro de vinilo no plastificado, así como aquellos elementos de distinto material que se utilicen en las conducciones de agua de las instalaciones fijas y móviles para riego.

1.2. Definiciones

1.2.1. Tubos de policloruro de vinilo (PVC) no plastificado

Son tubos de plástico, rígidos, fabricados a partir de una materia prima compuesta esencialmente de resma sintética de PVC técnico, mezclada con la proporción mínima indispensable de aditivos colorantes, estabilizantes y lubricantes y, en todo caso, exenta de plastificantes y de materiales de relleno (fillers).

1.2.2. Accesorios de policloruro de vinilo no plastificado

Son aquellos elementos que se intercalan en la conducción, unidos a los tubos por adhesivo o por junta elástica, para permitir realizar cambios de dirección, reducciones, derivaciones, etc. y en cuya fabricación se utiliza la materia prima definida en el apartado anterior.

1.2.3. Piezas especiales

Son aquellos elementos que se intercalan en la conducción unidos a los tubos por junta mecánica, y destinados al control y regulación de la vena líquida, como llaves, válvulas, manómetros, filtros, etc. Estos elementos pueden ser de distinto material del PVC como bronce, acero, etc.

1.2.4. Juntas

Son los elementos o dispositivos utilizados para la unión de tubos entre sí o con los accesorios y piezas especiales de la conducción. Se consideran dos tipos: por encolado y elástica.

1.2.5. Longitud del tubo

Es la distancia teórica entre sus extremos. Para los tubos con embocadura dicha distancia incluirá la embocadura.

1.2.6. Diámetro nominal (Dn)

Es el diámetro exterior teórico en mm especificado en la norma UNE 53-122 y que sirve de referencia para identificar y clasificar por medidas los diversos elementos acoplables entre sí de una conducción.

1.2.7. Diámetro exterior medio (De)

Es el cociente entre la longitud de la circunferencia exterior del tubo, medida en cualquier sección recta del mismo, y 3,142, redondeando al 0,1 mm más próximo por exceso.

1.2.8. Espesor nominal (e)

Es el que se obtiene a partir de la fórmula:

$$E = \frac{Pn \cdot Dn}{2\sigma}$$

Donde:

σ : esfuerzo tangencial de trabajo a 200 C (10 MPa) Dn = diámetro nominal del tubo en mm

Pn: presión nominal en MPa

El valor del espesor nominal obtenido se redondea al 0,1 mm inmediatamente superior.

1.2.9. Espesor en un punto cualquiera (ef)

Es el resultado de la medida del espesor de la pared del tubo en un punto cualquiera, redondeando la medida al 0,05 mm inmediatamente superior.

1.2.10. Espesor medio (em)

Es la media aritmética de los valores equidistantes de espesor de pared del tubo, medidos en puntos uniformemente distribuidos en una misma sección recta. Los cálculos se redondearán al 0,1 mm inmediatamente superior.

1.2.11. Ovalación en una sección recta de los tubos

Es la diferencia entre el diámetro exterior o interior medio, respectivamente, y el diámetro exterior o interior máximo o mínimo. Se toma el de mayor valor absoluto. Esta medida se aplica solamente cuando la relación espesor nominal/diámetro nominal es igual o superior a 0,035.

1.2.12. Ovalación en una sección recta de los accesorios inyectados

En los accesorios inyectados, macho o hembra, la ovalación será la diferencia entre los diámetros máximo y mínimo exteriores o interiores respectivamente. Esta medida solamente se aplica cuando la relación: espesor nominal/diámetro nominal, es igual o superior a 0,035.

1.2.13. Presión nominal (Pn)

Es el valor de la presión interna para la que se ha diseñado el tubo con un coeficiente de seguridad que puede mantenerse sin fallos durante 50 años, y que tiene en cuenta las fluctuaciones de los parámetros que se pueden producir durante el uso continuado del material.

La presión nominal se expresa en mega pascales: (1 MPa = 10 kg/cm) y forma parte de la identificación de los diversos elementos acoplables entre sí de una instalación.

1.2.14. Presión de trabajo (Pt)

Es la presión calculada en el proyecto y se define como la máxima presión hidráulica interior (dinámica, estática o transitoria) a que puede estar sometida una tubería en servicio, una vez instalada definitivamente. Se expresa en MPa.

La presión de trabajo a 20° C se corresponde con la presión nominal.

1.3 .Características de los tubos

1.3.1. Características físicas de los tubos

- **Densidad:** 1,35-1,46 g/cm³
- **Resistencia a la tracción, mínima:** 49 MPa
- **Alargamiento a la rotura mínimo:** 80 %
- **Temperatura de reblandecimiento VICAT:** >790

1.3.2. Características físicas de los accesorios

Son los descritos en la norma UNE-EN 1452, 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-EN 1452

Espesor nominal

Es, el que figura en la norma UNE-EN 1452

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-EN 1452

1.3.5. Resistencia a la presión interna

Los tubos deben ensayarse según lo especificado en la norma UNE-EN 1452

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-EN 1452, 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-EN 1452, 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-EN 1452, 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-EN 1452 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-EN 1452

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-EN 1452

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 que emplear en la fabricación de los tubos del resto de los elementos de PVC rígido que forman parte de la tubería instalada deberán cumplir las especificaciones contenidas en este pliego.

Se considerarán sometidos a estas especificaciones los materiales siguientes:

- Resma sintética de PVC técnico.
- Policloruro de vinilo no plastificado.
- Aditivos.
- Adhesivos para encolado del PVC rígido.
- Lubrificantes para juntas.
- Pinturas y otros revestimientos.
- Otros materiales no especificados que puedan intervenir en la formación de la tubería terminada o en su colocación en situación definitiva.

2.2. Resina sintética de policloruro de vinilo

Es un material termoplástico, polímero de adición (homopolímero) de cloruro de vinilo, que a temperatura ambiente es sólido, duro, rígido y con deficientes cualidades de flexibilidad y resistencia al choque. Tiene poca estabilidad al calor y es difícil de moldear en caliente.

Las materias primas empleadas son el acetileno y el ácido clorhídrico seco. De esta combinación se obtiene el gas cloroetano o cloruro de vinilo.

La resina que se ha de utilizar para la fabricación de los tubos de PVC no plastificado será de PVC técnico en polvo con un grado de pureza mínimo del 99 %.

2.3. Policloruro de vinilo no plastificado (rígido)

Es un material termoplástico compuesto esencialmente por resina sintética de PVC técnico, mezclada con aditivos colorantes, estabilizantes y lubricantes, en las proporciones mínimas indispensables para permitir el moldeo del material por extrusión y para aumentar la resistencia del producto final a los agentes químicos y a las radiaciones técnicas y lumínicas.

En ningún caso se permitirá el empleo de aditivos plastificantes, ni materiales de relleno (fillers) u otros ingredientes que puedan disminuir la resistencia química del PVC o rebajar su calidad.

2.4. Aditivos empleados en la fabricación del PVC no plastificado

Los aditivos que se mezclen con la resma sintética para la fabricación del PVC no plastificado consistirán en pigmentos, estabilizantes metálicos y lubricantes, destinados a facilitar el moldeo de la mezcla por extrusión y hacer el producto final más resistente a los agentes químicos y a las radiaciones lumínicas y térmicas.

La proporción de aditivos que entre en la composición de PVC no plastificado será la mínima indispensable para conseguir dichos objetivos. En ningún caso se admitirá el empleo de aditivos plastificantes, ni materiales de relleno (fillers) u otros ingredientes que puedan disminuir la resistencia química del PVC no plastificado o rebajar su calidad.

2.5. Adhesivos disolventes para juntas soldadas

Los adhesivos que se utilicen para el encolado de juntas deberán contener como vehículo un líquido orgánico volátil que disuelva o ablande las superficies de PVC que han de ser unidas de modo que el conjunto se convierta esencialmente en una pieza del mismo tipo que el PVC rígido.

2.6. Lubricantes para juntas elásticas

El lubricante que se utilice para facilitar la inserción del extremo macho de un tubo en la copa de otro tubo o accesorio a acoplar mediante junta elastomérica, estará exento de aceites o de grasas minerales.

2.7. Pintura y otros revestimientos

Las piezas susceptibles de oxidación se protegerán adecuadamente contra la corrosión.

Como protección antioxidante se utilizará primordialmente el revestimiento de minio. Este material deberá ser del tipo electrolítico de plomo. No se admite el minio de hierro.

Si se emplea sobre superficies metálicas pulidas, deberá usarse previamente una impregnación pasivante, primordialmente de tipo fosfatado. Esta impregnación será obligatoria sobre galvanizados y chapas de acero pulido.

No se admitirán los galvanizados con cinc en frío. Deberán ser efectuados por inmersión en baño caliente. El espesor mínimo de capa protectora será, al menos, de treinta (30) micras.

La protección de cualquier clase que sea tendrá que mantener su inalterabilidad garantizada, al menos, durante diez (10) años, salvo para las pinturas a la intemperie, que deberán mantener su inalterabilidad, por lo menos, durante tres (3) años.

Los revestimientos con resinas epoxi en piezas ocultas mantendrán su inalterabilidad, al menos, durante diez (10) años. Para revestimiento epoxi al aire libre se garantizará la inalterabilidad durante cinco (5) años.

2.8. Otros materiales no especificados

Se atenderán a la normalización del Instituto Nacional de Racionalización y Normalización (IRANOR) y reunirán las características que para cada material se determinen en la correspondiente norma UNE.

Artículo 3. Fabricación

3.1. Procedimiento de fabricación de los tubos

Las tuberías se fabricarán por el procedimiento de extrusión y arrastre.

La materia prima que 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 que 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 para efectuar constituyen un método doble de control para garantizar una probabilidad baja de que existan elementos defectuosos.

El proveedor clasificará los elementos por lotes de doscientas (200) unidades iguales o fracción. Los tubos deberán estar numerados por series con numeración correlativa y por un procedimiento de grabado en la masa. Las piezas metálicas se numerarán de la misma forma por troquelado.

El director de obra recibirá una relación de los números de las piezas a examinar y por un procedimiento aleatorio escogerá en cada lote el número de elementos necesarios para cada etapa de control.

Siempre que un lote sea desechado, se identificarán y marcarán todas las piezas por algún procedimiento que permita su fácil reconocimiento como no aptas. Además se tomará nota del número de cada pieza para evitar fraudes. En el caso de que estos elementos se incluyesen en la obra, en contra de las instrucciones de la dirección de la obra, a juicio de la misma, podrá llegarse a la rescisión del contrato.

Examen del aspecto externo

Los tubos deberán presentar a simple vista una distribución uniforme de color, y estarán libres de estrías, rebabas, fisuras, coquetas, poros, burbujas, ondulaciones u otros defectos.

Se comprobará en la sección transversal la homogeneidad de coloración y se comprobará si existen inclusiones extrañas, grietas, burbujas u otros defectos.

Se rechazará cualquier elemento (tubo o accesorio) que por un defecto observado en el examen a simple vista o por presentar señales de haberse reparado en frío o en caliente, el director de la obra considere no apto para su empleo. Su número se eliminará de la lista para efectuar el muestreo y las piezas eliminadas no se repondrán en el lote, debiendo quedar éste con su número de piezas primitivo rebajado en el de piezas eliminadas.

Determinación de la densidad

Este ensayo se realizará según la norma UNE 53-020. En caso de litigio se realizará por el método del pignómetro, descrito en dicha norma. Curvas con una precisión de 0,05 mm.

Forma y dimensiones

Se realizará la prueba en cinco (5) tubos de cada lote para verificar lo siguiente:

- Ortogonalidad de los extremos del tubo.
- Alineación de las generatrices.
- Longitud.
- Diámetro externo.
- Espesor de la pared del tubo.
- Ovalación.

Las pruebas se realizarán a 230 ± 20 °C y a humedad ambiental, sin acondicionamiento previo de los tubos.

En caso de efectuarse estas medidas a diferente temperatura a la indicada se realizará, para la longitud del tubo, una corrección en función de la dilatación del mismo y tomando como referencia la temperatura de 23° C.

Las pruebas se verificarán de la siguiente forma:

Se medirá cada una de las dimensiones en cada uno de los cinco tubos seleccionados. Se hallará la media aritmética de cada dimensión y las desviaciones con respecto a la media.

Se obtendrá la desviación típica y el intervalo de confianza con una fiabilidad del noventa y cinco y medio por ciento (95,5%). El intervalo de confianza será: $m \pm 2.5$ siendo m la media y 5 la desviación típica de los valores medidos.

Si los valores extremos del intervalo de confianza no superan las tolerancias, se admitirá el lote. En el caso contrario se rechazará.

Prueba de estanqueidad

Para efectuar esta prueba se utilizarán los cinco tubos tomados para las pruebas de forma y dimensiones.

Los tubos se mantendrán desde una hora antes a una temperatura de $230 \text{ C} \pm 20 \text{ }^\circ\text{C}$. 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/cm² cada minuto, hasta alcanzar la presión de Pu. Esta presión de prueba se mantendrá durante una hora.

Durante este tiempo no deben observarse fugas, goteos o transpiraciones visibles. Si en el primer conjunto de cinco tubos hay más de uno defectuoso, se rechazará también todo el lote.

Determinación de la resistencia a la presión interna

Se efectuará sobre tres probetas cortadas de tres tubos diferentes de cada lote, con una longitud:

$$L=3 \cdot D_n + X$$

Donde:

L: longitud de la probeta en mm. Tiene un valor mínimo de 250 mm.

D_n: diámetro nominal del tubo en mm.

X: longitud de los tapones de cierre en mm.

El ensayo se realizará aplicando el método de la norma UNE-EN 1452

Si la prueba no fuera satisfactoria en las tres probetas se rechazará el lote. Si solo una no alcanza el valor exigido, se ensayarán otras tres probetas sacadas de tres nuevos

tubos tomados al azar. Si estas tres resultan satisfactorias se aceptará todo el lote, pero si falla una se rechazará.

Ensayo de alargamiento y rotura a tracción

Mediante esta prueba se determina el esfuerzo máximo en el punto de fluencia o el de rotura, así como el alargamiento de la rotura a tracción de probetas normalizadas obtenidas del tubo.

El ensayo se realizará aplicando el método de la norma UNE-EN 1452

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-EN 1452

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-EN 1452

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 P_t .

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:

$$V=0,12 \cdot \sum L_i \cdot D_i$$

Donde:

V: cantidad de agua que es necesario inyectar para que se mantenga la presión de prueba (l).

L_i: longitud de tramo *i* en m.

D_i: 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:

$$0,0015 \cdot D_n + 0,1$$

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-EN 1452 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-EN 1452 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-EN 1452 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-EN 1452

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-EN 1452

5.7. Tolerancias en la ortogonalidad de los extremos

El plano teórico que define la corona circular que se encuentra en cada extremo del tubo formará con la generatriz del mismo un ángulo comprendido en el intervalo 90

± 20 grados sexagesimales.

5.8. Tolerancias en la alineación

Se medirán de acuerdo con lo especificado en el artículo 4.2.4.4.b.

CAPÍTULO IV. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LOS ELEMENTOS DE LA ESTACION DE BOMBEO Y LA RED DE RIEGO

Artículo 1. Equipos de impulsión

1.1. Definiciones

- **Bomba centrífuga.** Dispositivo que transforma la energía mecánica procedente de un motor en energía hidráulica. El elemento característico de la bomba es el rodete o impulsor; dependiendo de su geometría, la relación entre H/Q (altura/gasto) será alta: rodetes radiales; baja: rodetes axiales; y, media: rodetes helicoidales o semiaxiales.
- **Bomba de desplazamiento positivo.** En este caso la energía mecánica de un motor se aplica a una cámara que se llena y vacía de forma periódica. Son de uso frecuente en la incorporación de fertilizantes y fitosanitarios a las redes de riego.
- **Curvas características de una bomba.** Son aquellas que relacionan la altura con el gasto, la potencia y el rendimiento.

- **NPSHd.** Es un valor característico de cada aspiración en una estación de bombeo. Es el resultado de la siguiente expresión:

$$\text{NPSHd} = \left(\frac{P_a}{\gamma} - H_A - H_v\right) - k \cdot Q^2$$

Donde:

Pa/γ: es aproximadamente 10 metros al nivel del mar.

hA: es la distancia entre el rodete y el nivel del agua.

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:

$$N_s = N \cdot \sqrt{Q} / H^{3/4}$$

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 autómata que controla el grupo de bombeo.

1.3. Condiciones de funcionamiento de una bomba

Las curvas características de una bomba acotarán 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 autómatas interpretará para que las bombas atiendan la curva resistente.

En todos los casos el criterio es dar autonomía de funcionamiento a la estación de bombeo frente a un control centralizado de la zona regable.

1.6. Condiciones para los acopios

Los elementos mecánicos podrán almacenarse en recintos cerrados agrupados en conjuntos homogéneos, identificando su posición con etiquetas.

En el caso de bombas verticales, donde los ejes se suministran desmontados, se evitarán golpes y rozaduras que puedan provocar vibraciones durante el funcionamiento.

Los elementos eléctricos, excepto motores, no se acopiarán a la intemperie.

1.7. Características de las bombas utilizadas

Las características mínimas exigibles a los equipos de bombeo a instalar serán las siguientes:

- Bomba sumergida cuyo modelo es SP95-8 con una potencia de 37kW.
- Cuerpo, rodete/impulsor y cabezal de descarga de hierro fundido GG-25.
- Eje y cabezal de acero inoxidable AISI 420.
- ❖ Eje columna de acero AISI 1045 correctamente alineados.
- ❖ Caudal de impulsión por bomba de 119 m³/h hasta altura manométrica 53,9 mca.

1.8. Condiciones de los materiales

Todos los equipos de bombeo a instalar deberán satisfacer los puntos de funcionamiento para los que han sido calculados y llevarán asociado motores cuya potencia nominal figura en los cálculos justificativos.

Al constar la instalación de aparatos de medida de calidad, se comprobará en la obra el punto nominal de cada bomba, en presencia del Ingeniero Director.

De modo transitorio, los motores eléctricos, pueden ser alimentados por grupos electrógenos, capaces de dar las sollicitaciones requeridas, en tanto haya mayor suministro de energía en la red.

Válvulas

El Director de las obras podrá exigir si lo cree oportuno, protocolo de pruebas de las válvulas tales como pruebas de seguridad y hermeticidad del cuerpo y prueba de hermeticidad del cierre.

Tuberías metálicas

Están diseñadas para disminuir las pérdidas de carga y evitar posibles cavitaciones y pulsaciones de presión. Se construirán teniendo en cuenta las siguientes normas:

- El radio de los codos ha de ser como mínimo vez y media el diámetro interior de las tuberías.
- La longitud de los conos ha de ser como mínimo siete veces la diferencia entre los diámetros interiores máximo y mínimo.
- Los entronques de las tuberías se rigidizan con refuerzos planos.
- No se permitirá la soldadura directa de conos con las reducciones, etc. en bridas. La unión se hará mediante un carrete cilíndrico cuya longitud no será nunca inferior a cien milímetros, que se suelda por un extremo a la brida y por el otro a la pieza en cuestión.
- El sobreespesor por corrosión será como mínimo de dos milímetros.
- Las bridas, tornillería y juntas se construirán de acero con la norma DIN correspondiente a bridas planas para soldar.

El Director de las obras podrá exigir además si lo cree oportuno, certificado de calidad de la chapa empleada, y control radiográfico de al menos un 15% del total de las soldaduras.

1.9. Ejecuciones generales

Las ejecuciones de obras con materiales utilizados en las obras de este Proyecto y no analizadas específicamente en este capítulo, serán de buena calidad y con las características que exija su correcta utilización y servicio. En todo caso, el Contratista deberá seguir escrupulosamente las normas especiales que, para cada caso, señale el Director de Obra según su inapelable juicio.

1.10. Ensayo y pruebas

No se procederá al empleo de los materiales, sin que antes sean examinados y aceptados por el Ingeniero Director de las Obras y previa finalización en su caso de las pruebas y ensayos previstos en este Pliego.

Todos los gastos de las pruebas y ensayos necesarios para definir las cualidades de los materiales y este P.P.T. serán abonadas por el Contratista.

Podrán ser rechazados todos aquellos materiales que no cumplan las condiciones exigidas en este P.P.T., ateniéndose el Contratista a lo que por escrito le ordene el Ingeniero Director de las Obras

Artículo 2. Filtro

2.1. Definición

El filtro está concebido para retener las partículas sólidas contenidas en el agua, que restan eficiencia a los grupos de impulsión y obturan las boquillas de los emisores de riego.

El elemento filtrante está en el interior de una carcasa que dispone de entrada, salida y tapa de acceso que incluye, frecuentemente, una salida de limpieza. Las entradas y salidas pueden ser en rosca, brida y abrazadera. En los dos primeros casos son salidas Normalizadas en función de la presión de trabajo.

La distancia entre bridas es característica de cada fabricante, no hay Normalización al respecto.

Todos los elementos que forman el filtro son de materiales inalterables a los fluidos que deben filtrar o estarán protegidos por capas adicionales de recubrimientos especiales.

2.2. Etiquetado

Sobre la carcasa del filtro, de forma indeleble, se indicarán las siguientes características:

- Diámetro de la brida.
- Gasto máximo y gasto recomendado.
- Tipo de protección.
- Grado de filtrado.
- Presión máxima de trabajo.
- Marca, modelo y fabricante.

En la documentación suministrada por el fabricante figurarán además el manual de mantenimiento, las características del elemento filtrante y la curva de gasto – pérdida de carga.

2.3. Velocidad de filtración y composición de filtros

Para definir la dimensión de la instalación de filtrado se deben seguir las recomendaciones del fabricante sobre velocidad de trabajo, máxima y mínima, en función del fluido que ha de filtrarse.

2.4. Pérdidas de carga y determinación del momento de la limpieza

Es característico de cada filtro decidir con que pérdida de carga ha de ponerse en funcionamiento la limpieza. La presión se medirá antes y después del filtro. Cuando la diferencia entre las dos presiones sea superior, en general a los 5 m, se pondrá en marcha la limpieza.

Los filtros de malla están constituidos por una carcasa exterior en la cual se alojan tres cámaras diferenciales. Una primera cámara de desbaste que coincide con la boca de entrada del agua al filtro en la que se sitúa la malla gruesa que se utiliza como filtración grosera. En la segunda cámara se aloja el elemento filtrante donde quedan retenidos los sólidos. En la tercera cámara es la de limpieza (autolimpieza) separada de la filtración mediante un sellado especial.

Especificaciones técnicas

- **Caudal de trabajo:** 450 m³/h
- **Presión mínima:** 2 bar
- **Presión máxima:** 10 bar
- **Área de filtración:** 8000 cm²
- **Temperatura máxima:** 80 °C
- **Diámetro entrada/salida:** 6"

Datos de lavado

- **Válvula de lavado:** 2"
- **Tiempo del ciclo de lavado:** 25 s
- **Consumo agua lavado:** 105 L

Control y electricidad

- **Voltaje del control:** 24 V DC
- **Tensión de operación:** alterna monofásica 220 V 50 Hz
- **Motor eléctrico:** 1/2 CV (220 V), 1/3 CV (12 V)

Materiales de construcción

- **Cuerpo del filtro:** acero al carbono 37-2 y 44-2 Epoxy.
- **Tornillería:** cincada calidad 5.6 y 5.8
- **Mallas:** acero inoxidable 316

Artículo 3. Válvulas

3.1. Válvulas de compuerta

Las válvulas de compuerta, responderán a la norma UNE-EN-593, serán de bridas, dispondrán de husillo estacionario de acero inoxidable ST-1.4021 con cantos romos, tuerca de latón, compuerta de fundición dúctil tipo EN-GJS500-7, vulcanizada con goma tipo EDPM (etileno-propileno) con cierre estanco y elástico, cuerpo y tapa de fundición dúctil tipo EN-GJS-500-7, según norma UNE-EN-1563 o 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 o A-126 Clase B o GGG- 40.
- **Guía y partes móviles.** Acero inoxidable, Norma ASTM A-276 y de latón y bronce, Norma ASTM 88-52.
- **Flotador.** Acero inoxidable Norma ASTM A-240 de presión de colapsamiento 70 atm. Purgador de control: Bronce o acero inoxidable.
- **Resistencia a la corrosión y al envejecimiento.** Todas las superficies interiores que estén en contacto continuo con el agua y las superficies externas (incluyendo la tornillería) que estén en contacto permanente con el sol, el agua o la atmósfera, deben ser resistentes a la corrosión y al envejecimiento.

5.2. Control de calidad

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la Norma UNE-EN 1074:2001 no será necesario realizar un control de calidad de las ventosas. En caso contrario se realizará el siguiente control de parámetros, que será certificado por un Laboratorio de Control externo.

5.2.1. Resistencia mecánica

Resistencia de la carcasa a la presión interior y de todos los componentes sometidos a presión.

Las ventosas deben resistir, sin sufrir daños, una presión interior igual al mayor de los dos valores siguientes: PEA o $1,5 \cdot PFA$. Este ensayo se realizará de acuerdo al método del anexo A de la norma UNE-EN 1074-1:2001, no apreciándose visualmente ninguna fuga exterior ni ninguna otra señal de defecto.

Resistencia del obturador a la presión diferencial

Las ventosas en la posición de ventosas cerrada deben resistir sin sufrir ningún daño una presión diferencial, aplicada al obturador, igual al menor de los dos valores siguientes: $1,5 \cdot PFA$ o $PFA+5$. Si el PMA indicado para las válvulas es mayor que este valor, la presión diferencial a aplicar debe ser igual a PMA.

Para verificar este requisito, se ensayan una ventosas, en el estado en el que se suministra, según el método de ensayo del anexo B de la norma UNE-EN 1074- 1:2001.

5.2.2. Estanqueidad

Estanqueidad de la carcasa a la presión interior y de todos los componentes sometidos a presión

– Estanqueidad a la presión interior.

Las ventosas serán estancas al agua a una presión interior igual al mayor de los siguientes valores: PEA o $1,5 \cdot PFA$.

Para verificar este requisito se somete una ventosa, en el estado en que se suministra, a un ensayo de presión de agua conforme con el apartado 5.1.1 de la norma UNE-EN 1074-1:2001 o a un ensayo de presión de aire de 6 bar conforme con el proyecto de norma prEN 1266-1:1999, no debe detectarse ninguna fuga.

– Estanqueidad a la presión exterior.

Para verificar este requisito se somete una ventosa, en el estado en que se suministra, al ensayo del anexo D de la norma UNE-EN 1074-1:2001, cualquier variación de presión durante el ensayo no debe superar el valor de 0.02 bar.

Estanqueidad del asiento

– Estanqueidad del asiento a alta presión.

En asiento de las ventosas, en la posición de ventosa completamente cerrada, debe ser estanco, con un ratio de fuga definido y seleccionado entre los ratios A y 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, concurren a la dirección con función propia en aspectos parciales de su especialidad.
- e) Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- f) Preparar la documentación final de la obra y expedir y suscribir en unión del Graduado en Ingeniería, el certificado final de la misma.

Artículo 2. El Graduado en Ingeniería

Corresponde al Graduado en Ingeniería:

- a) Redactar el documento de estudio y análisis del Proyecto con arreglo a lo previsto en el epígrafe 1.4. de Ley 13/2011, de 27 de mayo.
- b) Planificar, a la vista del proyecto arquitectónico, del contrato y de la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico de las obras.

- c) Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Ingeniero y del Constructor.
- d) Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas de obligado cumplimiento y a las reglas de buenas construcciones.

Artículo 3. El Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra

Corresponde al Coordinador de seguridad y salud:

- a) Aprobar antes del comienzo de la obra, el Plan de Seguridad y Salud redactado por el constructor.
- b) Tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.
- c) Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva.
- d) Contratar las instalaciones provisionales, los sistemas de seguridad y salud, y la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- e) Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a las obras.

Artículo 4. El Constructor

Es el agente que asume, contractualmente ante el promotor, el compromiso de ejecutar con medios humanos y materiales, propios o ajenos, las obras o parte de las mismas con sujeción al Proyecto y al Contrato de obra. CABE EFECTUAR ESPECIAL MENCIÓN DE QUE LA LEY SEÑALA COMO RESPONSABLE EXPLÍCITO DE LOS VICIOS O DEFECTOS CONSTRUCTIVOS AL CONTRATISTA GENERAL DE LA OBRA, SIN PERJUICIO DEL DERECHO DE REPETICIÓN DE ÉSTE HACIA LOS SUBCONTRATISTAS.

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

Es la persona física o jurídica, pública o privada, que individual o colectivamente decide, impulsa, programa y financia con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Asume la iniciativa de todo el proceso de la edificación, impulsando la gestión necesaria para llevar a cabo la obra inicialmente proyectada, y se hace cargo de todos los costes necesarios.

Según la legislación vigente, a la figura del promotor se equiparán también las de gestor de sociedades cooperativas, comunidades de propietarios, u otras análogas que asumen la gestión económica de la edificación.

Cuando las Administraciones públicas y los organismos sujetos a la legislación de contratos de las Administraciones públicas actúen como promotores, se registrarán por la "Ley 9/2017. Ley de Contratos del Sector Público" y, en lo no contemplado en la misma, por las disposiciones de la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación".

Artículo 6. El proyectista

Es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto. Podrán redactar proyectos parciales del proyecto, o partes que lo complementen, otros técnicos, de forma coordinada con el autor de éste. Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos según lo previsto en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", cada proyectista asumirá la titularidad de su proyecto.

Artículo 7. El director de obra

Es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, dirige el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto que la define, la licencia de edificación y demás autorizaciones preceptivas, y las condiciones del contrato, con el objeto de asegurar su adecuación al fin propuesto. Podrán dirigir las obras de los proyectos parciales otros técnicos, bajo la coordinación del director de obra.

Artículo 8. El director de la ejecución de la obra

Es el agente que, formando parte de la Dirección Facultativa, asume la función técnica de dirigir la Ejecución Material de la Obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y calidad de lo edificado. Para ello es requisito indispensable el estudio y análisis previo del proyecto de ejecución una vez redactado por el director de obra, procediendo a solicitarle, con antelación al inicio de las obras, todas aquellas aclaraciones, subsanaciones o documentos complementarios que, dentro de su competencia y atribuciones legales, estimare necesarios para poder dirigir de manera solvente la ejecución de las mismas.

Artículo 9. Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación

Son entidades de control de calidad de la edificación aquéllas capacitadas para prestar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.

Son laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación los capacitados para prestar asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.

Artículo 10. Los suministradores de productos

Se consideran suministradores de productos los fabricantes, almacenistas, importadores o vendedores de productos de construcción. Se entiende por producto de construcción aquel que se fabrica para su incorporación permanente en una obra, incluyendo materiales, elementos semielaborados, componentes y obras o parte de las mismas, tanto terminadas como en proceso de ejecución.

Artículo 11. Agentes que intervienen en la obra

La relación de agentes intervinientes se encuentra en la memoria descriptiva del proyecto.

Artículo 12. Agentes en materia de seguridad y salud

La relación de agentes intervinientes en materia de seguridad y salud se encuentra en la memoria descriptiva del proyecto.

Artículo 13. La dirección facultativa

La Dirección Facultativa está compuesta por la Dirección de Obra y la Dirección de Ejecución de la Obra. A la Dirección Facultativa se integrará el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra, en el caso de que se haya adjudicado dicha misión a facultativo distinto de los anteriores. Representa técnicamente los intereses del promotor durante la ejecución de la obra, dirigiendo el proceso de construcción en función de las atribuciones profesionales de cada técnico participante.

Artículo 14. Visitas facultativas

Son las realizadas a la obra de manera conjunta o individual por cualquiera de los miembros que componen la Dirección Facultativa. La intensidad y número de visitas dependerá de los cometidos que a cada agente le son propios, pudiendo variar en función de los requerimientos específicos y de la mayor o menor exigencia presencial requerible al técnico al efecto en cada caso y según cada una de las fases de la obra. Deberán adaptarse al proceso lógico de construcción, pudiendo los agentes ser o no coincidentes en la obra en función de la fase concreta que se esté desarrollando en cada momento y del cometido exigible a cada cual.

CAPÍTULO II. OBLIGACIONES DE LOS AGENTES INTERVINIENTES

Las obligaciones de los agentes que intervienen en la edificación son las contenidas en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación" y demás legislación aplicable.

Artículo 1. El promotor

Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.

Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra, al director de la ejecución de la obra y al contratista posteriores modificaciones del mismo que fueran imprescindibles para llevar a buen fin lo proyectado. Elegir y contratar a los distintos agentes, con la titulación y capacitación profesional necesaria, que garanticen el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para realizar en su globalidad y llevar a buen fin el objeto de lo promovido, en los plazos estipulados y en las condiciones de calidad exigibles mediante el cumplimiento de los requisitos básicos estipulados para los edificios.

Gestionar y hacerse cargo de las preceptivas licencias y demás autorizaciones administrativas procedentes que, de conformidad con la normativa aplicable, conlleva la construcción de edificios, la urbanización que procediera en su entorno inmediato, la realización de obras que en ellos se ejecuten y su ocupación. Garantizar los daños materiales que el edificio pueda sufrir, para la adecuada protección de los intereses de los usuarios finales, en las condiciones legalmente establecidas, asumiendo la responsabilidad civil de forma personal e individualizada, tanto por actos propios como por actos de otros agentes por los que, con arreglo a la legislación vigente, se deba responder.

La suscripción obligatoria de un seguro, de acuerdo a las normas concretas fijadas al efecto, que cubra los daños materiales que ocasionen en el edificio el incumplimiento de las condiciones de habitabilidad en tres años o que afecten a la seguridad estructural en el plazo de diez años, con especial mención a las viviendas individuales en régimen de autopromoción, que se registrarán por lo especialmente legislado al efecto. Contratar a los técnicos redactores del preceptivo Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico, en su caso, al igual que a los técnicos coordinadores en la materia en la fase que corresponda, todo ello según lo establecido en el "Real Decreto 1627/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción".

Suscribir el acta de recepción final de las obras, una vez concluidas éstas, haciendo constar la aceptación de las obras, que podrá efectuarse con o sin reservas y que deberá abarcar la totalidad de las obras o fases completas. En el caso de hacer mención expresa a reservas para la recepción, deberán mencionarse de manera detallada las deficiencias y se deberá hacer constar el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados.

Entregar al adquirente y usuario inicial, en su caso, el denominado Libro del Edificio que contiene el manual de uso y mantenimiento del mismo y demás documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las

Administraciones competentes.

Artículo 2. El proyectista

Redactar el proyecto por encargo del promotor, con sujeción a la normativa urbanística y técnica en vigor y conteniendo la documentación necesaria para tramitar tanto la licencia de obras y demás permisos administrativos -proyecto básico- como para ser

interpretada y poder ejecutar totalmente la obra, entregando al promotor las copias autorizadas correspondientes, debidamente visadas por su colegio profesional.

Definir el concepto global del proyecto de ejecución con el nivel de detalle gráfico y escrito suficiente y calcular los elementos fundamentales del edificio, en especial la cimentación y la estructura. Concretar en el Proyecto el emplazamiento de cuartos de máquinas, de contadores, hornacinas, espacios asignados para subida de conductos, reservas de huecos de ventilación, alojamiento de sistemas de telecomunicación y, en general, de aquellos elementos necesarios en el edificio para facilitar las determinaciones concretas y especificaciones detalladas que son cometido de los proyectos parciales, debiendo éstos adaptarse al Proyecto de Ejecución, no pudiendo contravenirlo en modo alguno.

Deberá entregarse necesariamente un ejemplar del proyecto complementario al director de obra antes del inicio de las obras o instalaciones correspondientes.

Acordar con el promotor la contratación de colaboraciones parciales de otros técnicos profesionales. Facilitar la colaboración necesaria para que se produzca la adecuada coordinación con los proyectos parciales exigibles por la legislación o la normativa vigente y que sea necesario incluir para el desarrollo adecuado del proceso edificatorio, que deberán ser redactados por técnicos competentes, bajo su responsabilidad y suscritos por persona física. Los proyectos parciales serán aquellos redactados por otros técnicos cuya competencia puede ser distinta es incompatible con las competencias del director de obra y, por tanto, de exclusiva responsabilidad de éstos.

Elaborar aquellos proyectos parciales o estudios complementarios exigidos por la legislación vigente en los que es legalmente competente para su redacción, excepto declinación expresa del director de obra y previo acuerdo con el promotor, pudiendo exigir la compensación económica en concepto de cesión de derechos de autor y de la propiedad intelectual si se tuviera que entregar a otros técnicos, igualmente competentes para realizar el trabajo, documentos o planos del proyecto por él redactado, en soporte papel o informático.

Ostentar la propiedad intelectual de su trabajo, tanto de la documentación escrita como de los cálculos de cualquier tipo, así como de los planos contenidos en la totalidad del proyecto y cualquiera de sus documentos complementarios.

Artículo 3. El constructor o contratista

Tener la capacitación profesional o titulación que habilita para el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para actuar como constructor.

Organizar los trabajos de construcción para cumplir con los plazos previstos, de acuerdo al correspondiente Plan de Obra, efectuando las instalaciones provisionales y disponiendo de los medios auxiliares necesarios.

Elaborar, y exigir de cada subcontratista, un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio o estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dichos planes se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención propuestas, con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio o estudio básico.

Comunicar a la autoridad laboral competente la apertura del centro de trabajo en la que incluirá el Plan de Seguridad y Salud al que se refiere el "Real Decreto 1627/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción".

Adoptar todas las medidas preventivas que cumplan los preceptos en materia de Prevención de Riesgos laborales y Seguridad y Salud que establece la legislación vigente, redactando el correspondiente Plan de Seguridad y ajustándose al cumplimiento estricto y permanente de lo establecido en el Estudio de Seguridad y Salud, disponiendo de todos los medios necesarios y dotando al personal del equipamiento de seguridad exigibles, así como cumplir las órdenes efectuadas por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en la fase de Ejecución de la obra.

Supervisar de manera continuada el cumplimiento de las normas de seguridad, tutelando las actividades de los trabajadores a su cargo y, en su caso, relevando de su puesto a todos aquellos que pudieran menoscabar las condiciones básicas de seguridad personales o generales, por no estar en las condiciones adecuadas. Examinar la documentación aportada por los técnicos redactores correspondientes, tanto del Proyecto de Ejecución como de los proyectos complementarios, así como del Estudio de Seguridad y Salud, verificando que le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitando las aclaraciones pertinentes.

Facilitar la labor de la Dirección Facultativa, suscribiendo el Acta de Replanteo, ejecutando las obras con sujeción al Proyecto de Ejecución que deberá haber examinado previamente, a la legislación aplicable, a las Instrucciones del director de obra y del director de la ejecución material de la obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto. Efectuar las obras siguiendo los criterios al uso que son propios de la correcta construcción, que tiene la obligación de conocer y poner en práctica, así como de las leyes generales de los materiales o *lex artis*, aun cuando estos criterios no estuvieran específicamente reseñados en su totalidad en la documentación de proyecto. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las tareas de los subcontratistas.

Disponer de los medios materiales y humanos que la naturaleza y entidad de la obra impongan, disponiendo del número adecuado de oficiales, suboficiales y peones que la obra requiera en cada momento, bien por personal propio o mediante subcontratistas al efecto, procediendo a solapar aquellos oficios en la obra que sean compatibles entre sí y que permitan acometer distintos trabajos a la vez sin provocar interferencias, contribuyendo con ello a la agilización y finalización de la obra dentro de los plazos previstos.

Ordenar y disponer en cada momento de personal suficiente a su cargo para que efectúe las actuaciones pertinentes para ejecutar las obras con solvencia, diligentemente y sin interrupción, programándolas de manera coordinada con el director de ejecución material de la obra.

Supervisar personalmente y de manera continuada y completa la marcha de las obras, que deberán transcurrir sin dilación y con adecuado orden y concierto, así como responder directamente de los trabajos efectuados por sus trabajadores subordinados, exigiéndoles el continuo autocontrol de los trabajos que efectúen, y ordenando la modificación de todas aquellas tareas que se presenten mal efectuadas.

Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales utilizados y elementos constructivos, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción facultativa del director de la ejecución de la obra, los suministros de material o prefabricados que no cuenten con las garantías, documentación mínima exigible o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación, debiendo recabar de la Dirección Facultativa la información que necesite para cumplir adecuadamente su cometido.

Dotar de material, maquinaria y utillajes adecuados a los operarios que intervengan en la obra, para efectuar adecuadamente las instalaciones necesarias y no menoscabar con la puesta en obra las características y naturaleza de los elementos constructivos que componen el edificio una vez finalizado.

Poner a disposición del director de ejecución material de la obra los medios auxiliares y personal necesario para efectuar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, recabando de dicho técnico el plan a seguir en cuanto a las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias. Cuidar de que el personal de la obra guarde el debido respeto a la Dirección Facultativa. Auxiliar al Director de la Ejecución de la Obra en los actos de replanteo y firmar posteriormente y una vez finalizado éste, el acta correspondiente de inicio de obra, así como la de recepción final.

Facilitar a los directores de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación final de obra ejecutada. Suscribir las garantías de obra que se señalan en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación" y que, en función de su naturaleza, alcanzan períodos de 1 año (daños por defectos de terminación o acabado de las obras), 3 años (daños por defectos o vicios de elementos constructivos o de instalaciones que afecten a la habitabilidad) o 10 años (daños en cimentación o estructura que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio).

Artículo 4. El director de obra

Dirigir la obra coordinándola con el Proyecto de Ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética a los agentes intervinientes en el proceso constructivo.

Detener la obra por causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Ordenes y Asistencias, dando cuenta inmediata al promotor. Redactar las modificaciones, ajustes, rectificaciones o planos complementarios que se precisen para el adecuado desarrollo de las obras. Es facultad expresa y única la redacción de aquellas modificaciones o aclaraciones directamente relacionadas con la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectadas a las características geotécnicas del terreno; el cálculo o recálculo del dimensionado y armado de todos y cada uno de los elementos principales y complementarios de la cimentación y de la estructura vertical y horizontal; los que afecten sustancialmente a la distribución de espacios y las soluciones de fachada y cubierta y dimensionado y composición de huecos, así como la modificación de los materiales previstos.

Asesorar al director de la ejecución de la obra en aquellas aclaraciones y dudas que pudieran acontecer para el correcto desarrollo de la misma, en lo que respecta a las interpretaciones de las especificaciones de proyecto. Asistir a las obras a fin de resolver las contingencias que se produzcan para asegurar la correcta interpretación y ejecución del proyecto, así como impartir las soluciones aclaratorias que fueran necesarias, consignando en el Libro de Ordenes y Asistencias las instrucciones precisas que se

estimara oportunas reseñar para la correcta interpretación de lo proyectado, sin perjuicio de efectuar todas las aclaraciones y órdenes verbales que estimare oportuno.

Firmar el Acta de replanteo o de comienzo de obra y el Certificado Final de Obra, así como firmar el visto bueno de las certificaciones parciales referidas al porcentaje de obra efectuada y, en su caso y a instancias del promotor, la supervisión de la documentación que se le presente relativa a las unidades de obra realmente ejecutadas previa a su liquidación final, todo ello con los visados que en su caso fueran preceptivos. Informar puntualmente al promotor de aquellas modificaciones sustanciales que, por razones técnicas o normativas, conllevan una variación de lo construido con respecto al proyecto básico y de ejecución y que afecten o puedan afectar al contrato suscrito entre el promotor y los destinatarios finales de las viviendas. Redactar la documentación final de obra, en lo que respecta a la documentación gráfica y escrita del proyecto ejecutado, incorporando las modificaciones efectuadas. Para ello, los técnicos redactores de proyectos y/o estudios complementarios deberán obligatoriamente entregarle la documentación final en la que se haga constar el estado final de las obras y/o instalaciones por ellos redactadas, supervisadas y realmente ejecutadas, siendo responsabilidad de los firmantes la veracidad y exactitud de los documentos presentados.

Al Proyecto Final de Obra se anexará el Acta de Recepción Final; la relación identificativa de los agentes que han intervenido en el proceso de edificación, incluidos todos los subcontratistas y oficios intervinientes; las instrucciones de Uso y Mantenimiento del Edificio y de sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación. La documentación a la que se hace referencia en los dos apartados anteriores es parte constituyente del Libro del Edificio y el promotor deberá entregar una copia completa a los usuarios finales del mismo que, en el caso de edificios de viviendas plurifamiliares, se materializa en un ejemplar que deberá ser custodiado por el Presidente de la Comunidad de Propietarios o por el Administrador, siendo éstos los responsables de divulgar al resto de propietarios su contenido y de hacer cumplir los requisitos de mantenimiento que constan en la citada documentación.

Además de todas las facultades que corresponden al director de obra, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección mediata, denominada alta dirección en lo que al cumplimiento de las directrices generales del proyecto se refiere, y a la adecuación de lo construido a éste.

Cabe señalar expresamente que la resistencia al cumplimiento de las órdenes de los directores de obra en su labor de alta dirección se considerará como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá recusar al contratista y/o acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el contratista de las consecuencias legales y económicas.

Artículo 5. El director de la ejecución de la obra

Corresponde al director de ejecución material de la obra, según se establece en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación" y demás legislación vigente al efecto, las atribuciones competenciales y obligaciones que se señalan a continuación:

La Dirección inmediata de la Obra.

Verificar personalmente la recepción a pie de obra, previo a su acopio o colocación definitiva, de todos los productos y materiales suministrados necesarios para la

ejecución de la obra, comprobando que se ajustan con precisión a las determinaciones del proyecto y a las normas exigibles de calidad, con la plena potestad de aceptación o rechazo de los mismos en caso de que lo considerase oportuno y por causa justificada, ordenando la realización de pruebas y ensayos que fueran necesarios.

Dirigir la ejecución material de la obra de acuerdo con las especificaciones de la memoria y de los planos del Proyecto, así como, en su caso, con las instrucciones complementarias necesarias que recabara del director de obra.

Anticiparse con la antelación suficiente a las distintas fases de la puesta en obra, requiriendo las aclaraciones al director de obra o directores de obra que fueran necesarias y planificando de manera anticipada y continuada con el contratista principal y los subcontratistas los trabajos a efectuar.

Comprobar los replanteos, los materiales, hormigones y demás productos suministrados, exigiendo la presentación de los oportunos certificados de idoneidad de los mismos.

Verificar la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, extendiéndose dicho cometido a todos los elementos de cimentación y estructura horizontal y vertical, con comprobación de sus especificaciones concretas de dimensionado de elementos, tipos de viguetas y adecuación a ficha técnica homologada, diámetros nominales, longitudes de anclaje y adecuados solape y doblado de barras. Observancia de los tiempos de encofrado y desencofrado de vigas, pilares y forjados señalados por la Instrucción del Hormigón vigente y de aplicación.

Comprobación del correcto dimensionado de rampas y escaleras y de su adecuado trazado y replanteo con acuerdo a las pendientes, desniveles proyectados y al cumplimiento de todas las normativas que son de aplicación; a dimensiones parciales y totales de elementos, a su forma y geometría específica, así como a las distancias que deben guardarse entre ellos, tanto en horizontal como en vertical.

Verificación de la adecuada puesta en obra de fábricas y cerramientos, a su correcta y completa trabazón y, en general, a lo que atañe a la ejecución material de la totalidad de la obra y sin excepción alguna, de acuerdo a los criterios y leyes de los materiales y de la correcta construcción (*lex artis*) y a las normativas de aplicación.

Asistir a la obra con la frecuencia, dedicación y diligencia necesarias para cumplir eficazmente la debida supervisión de la ejecución de la misma en todas sus fases, desde el replanteo inicial hasta la total finalización del edificio, dando las órdenes precisas de ejecución al contratista y, en su caso, a los subcontratistas.

Consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas que considerara oportuno reseñar para la correcta ejecución material de las obras.

Supervisar posteriormente el correcto cumplimiento de las órdenes previamente efectuadas y la adecuación de lo realmente ejecutado a lo ordenado previamente.

Verificar el adecuado trazado de instalaciones, conductos, acometidas, redes de evacuación y su dimensionado, comprobando su idoneidad y ajuste tanto a las especificaciones del proyecto de ejecución como de los proyectos parciales, coordinando dichas actuaciones con los técnicos redactores correspondientes.

Detener la Obra si, a su juicio, existiera causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Ordenes y Asistencias, dando cuenta inmediata

a los directores de obra que deberán necesariamente corroborarla para su plena efectividad, y al promotor.

Supervisar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, respecto a lo especificado por la normativa vigente, en cuyo cometido y obligaciones tiene legalmente competencia exclusiva, programando bajo su responsabilidad y debidamente coordinado y auxiliado por el contratista, las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias de elementos estructurales, así como las pruebas de estanqueidad de fachadas y de sus elementos, de cubiertas y sus impermeabilizaciones, comprobando la eficacia de las soluciones.

Informar con prontitud a los directores de obra de los resultados de los Ensayos de Control conforme se vaya teniendo conocimiento de los mismos, proponiéndole la realización de pruebas complementarias en caso de resultados adversos. Tras la oportuna comprobación, emitir las certificaciones parciales o totales relativas a las unidades de obra realmente ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos. Colaborar activa y positivamente con los restantes agentes intervinientes, sirviendo de nexo de unión entre éstos, el contratista, los subcontratistas y el personal de la obra.

Elaborar y suscribir responsablemente la documentación final de obra relativa a los resultados del Control de Calidad y, en concreto, a aquellos ensayos y verificaciones de ejecución de obra realizados bajo su supervisión relativos a los elementos de la cimentación, muros y estructura, a las pruebas de estanqueidad y escorrentía de cubiertas y de fachadas, a las verificaciones del funcionamiento de las instalaciones de saneamiento y desagües de pluviales y demás aspectos señalados en la normativa de Control de Calidad.

Suscribir conjuntamente el Certificado Final de Obra, acreditando con ello su conformidad a la correcta ejecución de las obras y a la comprobación y verificación positiva de los ensayos y pruebas realizadas. Si se hiciera caso omiso de las órdenes efectuadas por el director de la ejecución de la obra, se considerará como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el contratista de las consecuencias legales y económicas.

Artículo 6. Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación

Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de la obra.

Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

Artículo 7. Los propietarios y los usuarios

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuenta.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

Artículo 8. Documentación final de obra: libro del edificio

De acuerdo a la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", una vez finalizada la obra, el proyecto con la incorporación, en su caso, de las modificaciones debidamente aprobadas, será facilitado al promotor por el director de obra para la formalización de los correspondientes trámites administrativos.

A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

Toda la documentación a que hacen referencia los apartados anteriores, que constituirá el {{Libro del Edificio}}, será entregada a los usuarios finales del edificio.

Artículo 9. Los propietarios y los usuarios

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuenta.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

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.

Las condiciones económicas fijan el marco de relaciones económicas para el abono y recepción de la obra. Tienen un carácter subsidiario respecto al contrato de obra, establecido entre las partes que intervienen, promotor y contratista, que es en definitiva el que tiene validez.

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.

Todos los agentes que intervienen en el proceso de la construcción, definidos en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas, pudiendo exigirse recíprocamente las garantías suficientes para el cumplimiento diligente 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

Es el precio por unidad (ud, m, kg, etc.) de un material dispuesto a pie de obra, (incluido su transporte a obra, descarga en obra, embalajes, etc.) o el precio por hora de la maquinaria y de la mano de obra.

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 de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorio, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, excepto aquéllos que se reflejen en el presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos, igual para todas las unidades de obra, que adoptará, en cada caso, el autor del proyecto a la vista de la naturaleza de la obra proyectada, de la importancia de su presupuesto y de su previsible plazo de ejecución. Las características técnicas de cada unidad de obra, en las que se incluyen todas las especificaciones necesarias para su correcta ejecución, se encuentran en el apartado de 'Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra', junto a la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra.

Si en la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra no figurase alguna operación necesaria para su correcta ejecución, se entiende que está incluida en el precio de la unidad de obra, por lo que no supondrá cargo adicional o aumento de precio de la unidad de obra contratada.

Para mayor aclaración, se exponen algunas operaciones o trabajos, que se entiende que siempre forman parte del proceso de ejecución de las unidades de obra:

- El transporte y movimiento vertical y horizontal de los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones.
- Eliminación de restos, limpieza final y retirada de residuos a vertedero de obra.
- Transporte de escombros sobrantes a vertedero autorizado.
- Montaje, comprobación y puesta a punto.
- Las correspondientes legalizaciones y permisos en instalaciones.
- Maquinaria, andamiajes y medios auxiliares necesarios.

Trabajos que se considerarán siempre incluidos y para no ser reiterativos no se especifican en cada una de las unidades de obra.

– **Beneficio industrial:**

El beneficio industrial del Contratista será el pactado en el contrato suscrito entre el Promotor y el Constructor.

– **Precio de ejecución material:**

Se denominará Precio de Ejecución Material el resultado obtenido por la suma de los Costes Directos más los Costes Indirectos.

– **Precio de Contrata:**

El precio de Contrata es la suma de los Costes Directos, los Indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

El IVA gira sobre esta suma (precio de contrata) pero no integra el precio.

Artículo 9. Precios de contrata. Importe de contrata

Se entiende por Precio de contrata el que importa el coste total de la unidad de obra. El Beneficio Industrial del Contratista se fijará en el contrato entre el Contratista y el Promotor.

Artículo 10. Precios contradictorios

Se producirán precios contradictorios sólo cuando el Promotor por medio del Ingeniero decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Ingeniero y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

Artículo 11. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios

En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obras ejecutadas. Se estará a lo previsto en primer lugar, al Pliego Particular de Condiciones Técnicas y en su defecto, a lo previsto en las Normas Tecnológicas de la Edificación.

Artículo 12. De la revisión de los precios contratados

Contratándose las obras a tanto alzado, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montante superior al tres por 100 (3 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con lo previsto en el contrato, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

Artículo 13. Acopio de materiales

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que el Promotor ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Promotor son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista, siempre que así se hubiese convenido en el contrato.

CAPÍTULO IV: OBRAS POR ADMINISTRACIÓN

Artículo 14. Administración

Se denominan Obras por Administración aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el propietario, bien por un representante suyo o bien por mediación de un constructor. En tal caso, el propietario actúa como Coordinador de Gremios, aplicándosele lo dispuesto en el Artículo 7 del presente Pliego de Condiciones Particulares.

Las obras por administración se clasifican en las dos modalidades siguientes:

- a) Obras por administración directa.
- b) Obras por administración delegada o indirecta.

Artículo 15. Obras por Administración directa

Se denominan "Obras por Administración directa" aquellas en las que el Promotor por sí o por mediación de un representante suyo, que puede ser el propio Ingeniero-Director, expresamente autorizado a estos efectos, lleve directamente las gestiones precisas para la ejecución de la obra, adquiriendo los materiales, contratando su transporte a la obra y, en suma Interviniendo directamente en todas las operaciones precisas para que el personal y los obreros contratados por él puedan realizarla; en estas obras el constructor, si lo hubiese, o el encargado de su realización, es un mero dependiente del propietario, ya sea como empleado suyo o como autónomo contratado por él, que es quien reúne en sí, por tanto, la doble personalidad de Promotor y Contratista.

Artículo 16. Obras por Administración delegada o indirecta

Se entiende por "Obra por Administración delegada o indirecta" la que convienen un Propietario y un Constructor para que éste, por cuenta de aquél y como delegado suyo, realice las gestiones y los trabajos que se precisen y se convengan

Son por tanto, características peculiares de las Obras por Administración delegada o indirecta las siguientes:

- a) Por parte del Promotor, la obligación de abonar directamente o por mediación del Constructor todos los gastos inherentes a 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 efectuarse. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

Artículo 21. Responsabilidad del Constructor

En los trabajos de "Obras por Administración delegada", el Constructor solo será responsable de los efectos constructivos que pudieran tener los trabajos o unidades por él ejecutadas y también de los accidentes o perjuicios que pudieran sobrevenir a los obreros o a terceras personas por no haber tomado las medidas precisas que en las disposiciones legales vigentes se establecen. En cambio, y salvo lo expresado en el artículo 61 precedente, no será responsable del mal resultado que pudiesen dar los materiales y aparatos elegidos con arreglo a las normas establecidas en dicho artículo.

En virtud de lo anteriormente consignado, el Constructor está obligado a reparar por su cuenta los trabajos defectuosos y a responder también de los accidentes o perjuicios expresados en el párrafo anterior.

CAPÍTULO V: DE LA VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS

Artículo 22. Formas varias de abono de las obras

Según la modalidad elegida para la contratación de las obras y salvo que en el contrato suscrito entre el Contratista y el Promotor, se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se efectuará así:

1. Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.
2. Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra. Este precio por unidad de obra es invariable y se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas.

Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al Contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el Proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.

3. Tanto variable por unidad de obra. Según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las

Órdenes del Ingeniero-Director. Se abonará al Contratista en idénticas condiciones al caso anterior.

4. Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el Contrato suscrito entre Contratista y Promotor determina.
5. Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

Artículo 23. Relaciones valoradas y certificaciones

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato suscrito entre Contratista y Promotor, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Ingeniero.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderada o numeral correspondiente para cada unidad de obra, los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego Particular de Condiciones Económicas" respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación se le facilitarán por el Ingeniero técnico los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha del recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos y devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Ingeniero-Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Ingeniero-Director en la forma referida en los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Ingeniero-Director la certificación de las obras ejecutadas. De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la construcción de la fianza o retención como garantía de correcta ejecución que se haya preestablecido.

El material acopiado a pie de obra por indicación expresa y por escrito del Promotor, podrá certificarse hasta el noventa por ciento (90 por 100) de su importe, a los precios que figuren en los documentos del Proyecto, sin afectarlos del tanto por ciento de contrata.

Las certificaciones se remitirán al Promotor, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. En el caso de que el Ingeniero-Director lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

Artículo 24. 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 25. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía

Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

1. Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo; y el Ingeniero-Director exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en el contrato suscrito entre el Contratista y el Promotor, o en su defecto, en el presente Pliego Particular o en su defecto en los Generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.
2. Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
3. Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

CAPÍTULO VI: DE LAS INDEMNIZACIONES MUTUAS

Artículo 29. Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un porcentaje del importe total de los trabajos contratados o cantidad fija, que deberá indicarse en el contrato suscrito entre Contratista y Promotor, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza o retención.

Artículo 30. Demora de los pagos por parte del propietario

Si el Promotor no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al que se hubiere comprometido, el Contratista tendrá el derecho de percibir la cantidad pactada en el Contrato suscrito con el Promotor, en concepto de intereses de demora, durante el espacio de tiempo del retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

Si aún transcurrieran dos meses a partir del término de dicho plazo de un mes sin realizarse dicho pago, tendrá derecho el Contratista a la resolución del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que éstos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada.

No obstante lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el Contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

CAPÍTULO VII: VARIOS

Artículo 31. Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Ingeniero- Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto a menos que el Ingeniero-Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Ingeniero-Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

Artículo 32. Unidades de obra defectuosas pero aceptables

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Ingeniero-Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

Artículo 33. Seguro de las obras

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados.

El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Promotor, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya, y a medida que ésta se vaya realizando.

El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Promotor podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada.

La infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se le hubiesen abonado, pero solo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero-Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del Promotor, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos

Artículo 34. Conservación de la obra

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Promotor, el Ingeniero-Director, en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Ingeniero-Director fije, salvo que existan circunstancias que justifiquen que estas operaciones no se realicen.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el Contratista a revisar y reparar la obra, durante el plazo de garantía, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

Artículo 35. Uso por el Contratista de edificio o bienes del Promotor

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Promotor, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación, reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Promotor a costa de aquél y con cargo a la fianza o retención.

TITULO IV: PRESCRIPCIONES EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDAD DE OBRA

En este apartado se incluye la descripción de cada uno de los elementos pertenecientes a la parte de obra civil de cada una de las construcciones. Entre ellas se encuentran las siguientes:

- Caseta de riego: tareas previas, cimentación, cerramiento, cubierta y estructura de las placas solares,
- Carpintería y vidrios e instalaciones
- Elementos eléctricos del sistema de riego
- Tareas de preparación del terreno y urbanización de las parcelas para todas las obras
- Compactación del terreno para los caminos

Las prescripciones para la ejecución de cada una de las diferentes unidades de obra se organizan en los siguientes apartados:

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

Se especifican, en caso de que existan, las posibles incompatibilidades, tanto físicas como químicas, entre los diversos componentes que componen la unidad de obra, o entre el soporte y los componentes.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Se describe la unidad de obra, detallando de manera pormenorizada los elementos que la componen, con la nomenclatura específica correcta de cada uno de ellos, de acuerdo a los criterios que marca la propia normativa.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Se especifican las normas que afectan a la realización de la unidad de obra.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Indica cómo se ha medido la unidad de obra en la fase de redacción del proyecto, medición que luego será comprobada en obra.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

Antes de iniciarse los trabajos de ejecución de cada una de las unidades de obra, el director de la ejecución de la obra habrá recepcionado los materiales y los certificados acreditativos exigibles, en base a lo establecido en la documentación pertinente por el técnico redactor del proyecto. Será preceptiva la aceptación previa por parte del director de la ejecución de la obra de todos los materiales que constituyen la unidad de obra.

TITULO V: PRESCRIPCIONES SOBRE VERIFICACIONES EN EL EDIFICIO TERMINADO

De acuerdo con el "Real Decreto 314/2006. Código Técnico de la Edificación (CTE)", en la obra terminada, bien sobre el edificio en su conjunto, o bien sobre sus diferentes partes y sus instalaciones, totalmente terminadas, deben realizarse, además de las que puedan establecerse con carácter voluntario, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el presente pliego, por parte del constructor, y a su cargo, independientemente de las ordenadas por la Dirección Facultativa y las exigidas por la legislación aplicable, que serán realizadas por laboratorio acreditado y cuyo coste se especifica detalladamente en el capítulo de Control de Calidad y Ensayos, del Presupuesto de Ejecución material (PEM) del proyecto.

C CIMENTACIONES

Según el "Real Decreto 314/2006. Código Técnico de la Edificación (CTE)", antes de la puesta en servicio del edificio se debe comprobar que:

- La cimentación se comporta en la forma prevista en el proyecto.
- No se aprecia que se estén superando las cargas admisibles.
- Los asientos se ajustan a lo previsto, si, en casos especiales, así lo exige el proyecto o el director de obra.

- No se han plantado árboles cuyas raíces puedan originar cambios de humedad en el terreno de cimentación, o creado zonas verdes cuyo drenaje no esté previsto en el proyecto, sobre todo en terrenos expansivos.

Así mismo, es recomendable controlar los movimientos del terreno para cualquier tipo de construcción, por parte de la empresa constructora, y obligatorio en el caso de edificios del tipo C-3 (construcciones entre 11 y 20 plantas) y C-4 (conjuntos monumentales o singulares y edificios de más de 20 plantas), mediante el establecimiento por parte de una organización con experiencia en este tipo de trabajos, dirigida por un técnico competente, de un sistema de nivelación para controlar el asiento en las zonas más características de la obra, en las siguientes condiciones:

- El punto de referencia debe estar protegido de cualquier eventual perturbación, de forma que pueda considerarse como inmóvil durante todo el periodo de observación.
- El número de pilares a nivelar no será inferior al 10% del total de la edificación. En el caso de que la superestructura se apoye sobre muros, se preverá un punto de observación cada 20 m de longitud, como mínimo. En cualquier caso, el número mínimo de referencias de nivelación será de 4. La precisión de la nivelación será de 0,1 mm.
- La cadencia de lecturas será la adecuada para advertir cualquier anomalía en el comportamiento de la cimentación.
- Es recomendable efectuarlas al completarse el 50% de la estructura, al final de la misma, y al terminar la tabiquería de cada dos plantas.
- El resultado final de las observaciones se incorporará a la documentación de la obra.

E ESTRUCTURAS

Una vez finalizada la ejecución de cada fase de la estructura, al entrar en carga se comprobará visualmente su eficaz comportamiento, verificando que no se producen deformaciones no previstas en el proyecto ni aparecen grietas en los elementos estructurales. En caso contrario y cuando se aprecie algún problema, se deben realizar pruebas de carga, cuyo coste será a cargo de la empresa constructora, para evaluar la seguridad de la estructura, en su totalidad o de una parte de ella. Estas pruebas de carga se realizarán de acuerdo con un Plan de Ensayos que evalúe la viabilidad de las pruebas, por una organización con experiencia en este tipo de trabajos, dirigida por un técnico competente.

I INSTALACIONES

Las pruebas finales de la instalación se efectuarán, una vez esté el edificio terminado, por la empresa instaladora, que dispondrá de los medios materiales y humanos necesarios para su realización. Todas las pruebas se efectuarán en presencia del instalador autorizado o del director de Ejecución de la Obra, que debe dar su conformidad tanto al procedimiento seguido como a los resultados obtenidos. Los resultados de las distintas pruebas realizadas a cada uno de los equipos, aparatos o subsistemas pasarán a formar parte de la documentación final de la instalación. Se indicarán marca y modelo y se mostrarán, para cada equipo, los datos de funcionamiento según proyecto y los datos medidos en obra durante la puesta en marcha. Cuando para extender el certificado de la instalación sea necesario disponer

de energía para realizar pruebas, se solicitará a la empresa suministradora de energía un suministro provisional para pruebas, por el instalador autorizado o por el director de la instalación, y bajo su responsabilidad. Serán a cargo de la empresa instaladora todos los gastos ocasionados por la realización de estas pruebas finales, así como los gastos ocasionados por el incumplimiento de estas.

TITULO VI. PRESCRIPCIONES EN RELACIÓN CON EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

El correspondiente Estudio de Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición, contendrá las siguientes prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de la obra: El depósito temporal de los escombros se realizará en contenedores metálicos con la ubicación y condiciones establecidas en las ordenanzas municipales, o bien en sacos industriales con un volumen inferior a un metro cúbico, quedando debidamente señalizados y segregados del resto de residuos. Aquellos residuos valorizables, como maderas, plásticos, chatarra, etc., se depositarán en contenedores debidamente señalizados y segregados del resto de residuos, con el fin de facilitar su gestión. Los contenedores deberán estar pintados con colores vivos, que sean visibles durante la noche, y deben contar con una banda de material reflectante de, al menos, 15 centímetros a lo largo de todo su perímetro, figurando de forma clara y legible la siguiente información:

- Razón social.
- Código de Identificación Fiscal (C.I.F.).
- Número de teléfono del titular del contenedor/envase.
- Número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos del titular del contenedor. Dicha información deberá quedar también reflejada a través de adhesivos o placas, en los envases industriales u otros elementos de contención. El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas pertinentes para evitar que se depositen residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos fuera del horario de trabajo, con el fin de evitar el depósito de restos ajenos a la obra y el derramamiento de los residuos. En el equipo de obra se deberán establecer los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de RCD. Se deberán cumplir las prescripciones establecidas en las ordenanzas municipales, los requisitos y condiciones de la licencia de obra, especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición, debiendo el constructor o el jefe de obra realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, considerando las posibilidades reales de llevarla a cabo, es decir, que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje o gestores adecuados.

El constructor deberá efectuar un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCD presenten los vales de cada retirada y entrega en destino final. En el caso de que los residuos se reutilicen en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final. Los restos derivados del lavado de las canaletas de las cubas de suministro de hormigón prefabricado serán considerados como residuos y gestionados como le corresponde (LER 17 01 01). Se evitará la contaminación mediante productos tóxicos o peligrosos de

los materiales plásticos, restos de madera, acopios o contenedores de escombros, con el fin de proceder a su adecuada segregación. Las tierras superficiales que puedan destinarse a jardinería o a la recuperación de suelos degradados, serán cuidadosamente retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, dispuestas en caballones de altura no superior a 2 metros, evitando la humedad excesiva, su manipulación y su contaminación.

En Palencia, junio de 2024

Fdo.: Virginia Fernández Negro

Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

DOCUMENTO 4: Mediciones

ÍNDICE MEDICIONES

1. Movimiento de tierras.....	4
2. Cimentación.....	5
3. Estructura	6
4. Cerramientos	7
5. Cubierta	8
6. Carpintería y cerrajería	9
7. Cabezal de riego.....	10
8. Instalación de riego.....	11
9. Instalación eléctrica	13
10. Plantación.....	15
11. Maquinaria y equipos.....	17
12. Seguridad y salud	18

1. Movimiento de tierras

N.º	Ud.	Descripción					Medición	
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 desbroce		8,000	5,000		40,000	
							40,000	40,000
							Total m2	40,000
1.2	M³	Excavación a cielo abierto, en suelo de arena suelta, con medios mecánicos, y carga a camión. Criterio de valoración económica: El precio no incluye el transporte de los materiales excavados. Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras. Carga a camión de los materiales excavados.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Superficie excavación		8,000	5,000	0,300	12,000	
							12,000	12,000
							Total m³	12,000

2. Cimentación

N.º	Ud.	Descripción					Medición	
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
2.1	M2	Encofrado y desencofrado con madera suelta en losas de cimentación, considerando 4 posturas.						
			Superficie de la caseta	7,000	4,000		28,000	28,000
							Total m2	28,000
2.2	M2	Encachado de piedra caliza 40/80 de 20 cm. de espesor en subbase de solera, i/extendido y compactado con pisón.						
				7,000	4,000	0,200	5,600	5,600
							Total m2	5,600
2.3	M3	Hormigón armado HA-25/P/20/I, de 25 N/mm ² ., consistencia blanda, T _{máx.} 20 mm., para ambiente humedad alta, elaborado en central en relleno de losa de cimentación, incluso armadura (50 kg/m ³ .), vertido por medios manuales, vibrado, curado y colocado. Según CE.						
			Losa cimentación	7,000	4,000	0,200	5,600	5,600
							Total m3	5,600

3. Estructura

N.º	Ud.	Descripción	Medición				
3.1	Kg	<p>Acero UNE-EN 10025 S275JR, en pilares formados por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, colocados con uniones soldadas en obra, a una altura de hasta 3 m.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, las placas de arranque y de transición de pilar inferior a superior, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje.</p> <p>Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional del pilar. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones soldadas.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>					
			Uds.	Longitud (m)	Canto (mm)	Parcial	Subtotal
		Viga central [A*B*_IPE(C)]	1	7,000	160,000	110,600	
		Correas [A*B*_IPE(C)]	2	4,000	120,000	83,200	
						193,800	193,800
						Total kg	193,800

4. Cerramientos

N.º	Ud.	Descripción	Medición				
4.1	M2	Fábrica de bloques huecos de hormigón blanco de 40x20x15 cm. colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento blanco BL-II 42,5 R y arena de río 1/4, rellenos de hormigón HA-25/B/20/I y armadura según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, limpieza y medios auxiliares, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2.					
			Uds.	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Pared Este [A*C*D]	1	4,000	3,500	14,000	
						14,000	14,000
		Pared Norte [A*C*D/2]	1	7,000	1,500	5,250	
						5,250	5,250
		Pared Norte [A*C*D]	1	7,000	2,500	17,500	
						17,500	17,500
		Pared Oeste [A*C*D]	1	4,000	2,500	10,000	
						10,000	10,000
		Pared Sur [A*C*D]	1	7,000	2,500	17,500	
						17,500	17,500
		Pared Sur [A*C*D/2]	1	7,000	1,500	5,250	
						5,250	5,250
		Deducción Ventana [A*B*C]	-2	2,000	1,000	-4,000	
		Deducción Puerta [A*B*C]	-1	5,000	2,500	-12,500	
						-16,500	-16,500
						53,000	53,000
						Total m2	53,000

5. Cubierta

N.º	Ud.	Descripción	Medición					
5.1	M2	Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial con dos láminas prelacadas de 0,5 mm., con núcleo de poliestireno expandido de 20 kg/m3. con un espesor total de 40 mm., clasificado M-1 en su reacción al fuego, sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, medido en verdadera magnitud.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	Cubierta			7,000	4,000		28,000	
							28,000	28,000
							Total m2	28,000

6. Carpintería y cerrajería

N.º	Ud.	Descripción						Medición
6.1	Ud.	Rejilla para ventilación de cámara de aire de 20x20 cm. ejecutada con perfiles de acero laminado en frío, galvanizados, doble agrafado y construida con tubular 50x15x1,5 en bastidor, lamas fijas de espesor mínimo 0,8 mm., patillas de fijación, i/recvdo de albañilería.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	Rejilla		2	1,800	0,330		1,188	
							1,188	1,188
							Total ud	1,188
6.2	M2	Puerta corredera sin dintel, accionada manualmente, formada por una hoja construida con zócalo de chapa plegada de acero galvanizado de 0,8 mm. perfiles y barrotes verticales de acero laminado en frío, guía inferior, topes, cubre guías, tiradores, pasadores, cerradura y demás accesorios necesarios para su funcionamiento, patillas de fijación a la obra, elaborada en taller, ajuste y montaje en obra (sin incluir recibido de albañilería).	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	Puerta			2,500		2,500	12,500	
							12,500	12,500
							Total m2	12,500
6.3	Ud	Ventana corredera de 2 hojas de aluminio anodizado en color natural de 15 micras, de 200x100 cm. de medidas totales, compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad, totalmente instalada sobre precerco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	Ventana		2	2,000	1,000		4,000	
							4,000	4,000
							Total ud	4,000
6.4	M ²	Doble acristalamiento estándar, 4/6/4, conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 6 mm, y vidrio interior Float incoloro de 4 mm de espesor; 14 mm de espesor total, fijado sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona sintética incolora, compatible con el material soporte. Incluye: Colocación, calzado, montaje y ajuste en la carpintería. Sellado final de estanqueidad. Señalización de las hojas. Criterio de medición de proyecto: Superficie de carpintería a acristalar, según documentación gráfica de Proyecto, incluyendo en cada hoja vidriera las dimensiones del bastidor. Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sumando, para cada una de las piezas, la superficie resultante de redondear por exceso cada una de sus aristas a múltiplos de 30 mm.						
							Total m²	4,000

7. Cabezal de riego

N.º	Ud	Descripción	Medición
7.1	Ud	Filtro de arena a presión de alto rendimiento, con altura de lecho filtrante de 1,20 m., para presión de trabajo de 2,5 kg/cm ² ., velocidad de filtración de 30 m ³ /h/m ² . y caudal de 46 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 5 válvulas de mariposa de diámetro 90 mm. con soportes, incluso relleno posterior del filtro monocapa de árido silíceo calibrado, totalmente montado y probado.	
			Total ud: 2,000
7.2	Ud	Válvula de compuerta de fundición de 160 mm. de diámetro interior, cierre elástico, para una presión de trabajo de 16 kg/cm ² ., colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.	
			Total ud: 2,000
7.3	Ud	Suministro y colocación de válvula de retención, de 1" (25 mm.) de diámetro, de latón fundido; colocada mediante unión roscada o soldada, totalmente equipada, instalada y funcionando.	
			Total ud: 1,000
7.4	Ud	Suministro y colocación de filtro de malla en Y.	
			Total ud: 1,000
7.5	Ud	Contador Woltman, conectado al ramal de riego a la salida de los depósitos de fertilización, incluso instalación de dos llaves de corte de esfera, de 25 mm., grifo de purga, válvula de retención y demás material auxiliar, totalmente montado y funcionando, incluso timbrado del contador por el Ministerio de Industria, sin incluir la batería general, ni la ascendente individual.	
			Total ud: 1,000
7.6	Ud	Suministro y colocación de depósito cilíndrico de PVC, con capacidad para 1000 litros, dotado de tapa, y sistema de regulación de llenado, mediante llave de compuerta de 25 mm. y sistema de aliviadero mediante llave de esfera de 1" totalmente montado y nivelado con mortero de cemento, instalado y funcionando, sin incluir la tubería de abastecimiento.	
			Total ud: 3,000
7.7	Ud	Suministro e instalación de inyector de fertilizante, compuesto por electrobomba centrífuga de 37 kW y depósito de expansión de membrana de 25l de capacidad, montaje monobloc i/cuadro de maniobra compuesto por armario metálico intemperie conteniendo interruptores, diferencial, magnetotérmico y de maniobra, contactor y demás elementos necesarios, según REBT i/recibido, instalado.	
			Total ud: 1,000
7.8	Ud	Ventosa/purgador automático 3 funciones, de fundición, con brida, de 160 mm. de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.	
			Total ud: 1,000
7.9	Ud	Suministro e instalación de programador electrónico TORO o RAIN DIRD de 12 estaciones, digital, con transformador incorporado y montaje.	
			Total ud: 1,000
7.10	Ud	Suministro e instalación de grupo de presión compuesto por electrobomba centrífuga de 37 kW 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, totalmente instalado.	
			Total ud: 1,000

8. Instalación de riego

N.º	Ud.	Descripción					Medición	
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
8.1	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
		Tubería principal	2	63,000	0,250	0,400	12,600	
		Tuberías secundaria	9	237,500	0,250	0,400	213,750	
		Tuberías terciarias	9	306,500	0,250	0,400	275,850	
							502,200	502,200
							Total m3	502,200
8.2	M3	Relleno y extendido de tierras propias en zanjas, por medios manuales, sin aporte de tierras, y con p.p. de medios auxiliares.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		T. Principal	2	63,000	0,250	0,400	12,600	
		T. Secundarias	9	237,500	0,250	0,400	213,750	
		T. Terciarias	9	306,500	0,250	0,400	275,850	
							502,200	502,200
							Total m3	502,200
8.3	M.	Tubería de PVC de 160 mm. de diámetro nominal, unión por junta de goma, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2., colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm. de espesor, con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Tubería principal		12,600			12,600	
							12,600	12,600
							Total m.	12,600
8.4	M.	Tubería de PVC de 100 mm. de diámetro nominal, unión por junta de goma, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2., colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm. de espesor, con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Tuberías secundarias		213,750			213,750	
							213,750	213,750
							Total m.	213,750
8.5	M.	Tubería de PVC de 20 mm. de diámetro nominal, unión por junta de goma, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2., colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm. de espesor, con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Tuberías Terciarias		275,850			275,850	
							275,850	275,850
							Total m.	275,850
8.6	Ud.	Electroválvula de plástico para una tensión de 24 V., con solenoide y regulación de caudal, de 1" de diámetro, i/conexión a la red, totalmente instalada.						
							Total ud	6,000
8.7	Ud	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 1 y 4 bar. Incluso manómetro, elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Incluye: Replanteo. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.						
							Total Ud	6,000
8.8	M	Línea eléctrica de cobre de 2x1,5 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, totalmente instalada						
							Total m	40,000
8.9	Ud	Arqueta de plástico de planta rectangular para la instalación de 1 electroválvula y/o accesorios						

Alumna: Virginia Fernández Negro

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

Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

de riego, i/arreglo de las tierras, totalmente instalada.

Total ud: 6,000

N.º	Ud	Descripción	Medición
8.10	Ud	Gotero autocompensante de 2.2 litros/hora, instalado en ramal de 20 mm., incluso éste y p/p. de línea y derivación, totalmente instalado.	
			Total ud: 1.500,000
8.11	Ud	Suministro y colocación de llave de corte por compuerta, de 2 1/2" (63 mm.) de diámetro, de latón fundido, colocada mediante unión roscada o soldada, totalmente equipada, instalada y funcionando.	
			Total ud: 6,000
8.12	Ud	Purgador automático de fundición con brida, de 60 mm. de diámetro, colocado en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalado.	
			Total ud: 6,000
8.13	M	Tubería de riego por goteo, formada por tubo de polietileno, color negro, de 20 mm de diámetro exterior, con goteros auto compensantes, situados cada 30 cm. Incluso accesorios de conexión. Incluye: Replanteo y trazado. Colocación de la tubería. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	
			Total m: 7.500,000

9. Instalación eléctrica

N.º	Ud	Descripción						Medición	
9.1	Ud	Regleta de superficie de 2x36 W. con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa de acero de 0,7 mm., pintado con pintura epoxi poliéster y secado al horno, sistema de anclaje formado por chapa galvanizada sujeta con tornillos incorporados, equipo eléctrico formado por reactancias, condensador, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes estándar y bornas de conexión. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.						Total ud:	1,000
9.2	Ud	Transformador de media a baja tensión de 24 V. de potencia, en baño de aceite, refrigeración natural, para interior, de las siguientes características: tensión primaria 25 kV., tensión secundaria 231/400 A., regulación +- 2,5% +- 5%; conexión DYn11; tensión de cortocircuito 4%. Equipado con termómetro de esfera de dos contactos y termostato, puentes de conexión entre módulo de protección y transformador realizado con cables de A.T. 12/20 kV. unipolares de 1x50 mm2. Al., terminales enchufables en ambos extremos y rejilla de protección.						Total ud:	1,000
9.3	Ud	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.						Total ud:	1,000
9.4	Ud	Foco base con lámpara LED de 13 W. para conexión directa o con adaptador para carril, con protección IP20 clase I, cuerpo metálico lacado, con articulación giratoria, lámpara LED 13 W. 12 V. y transformador. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.						Total ud:	2,000
9.5	Ud	Luminaria de emergencia autónoma de 30 lúmenes, telemandable, autonomía superior a 1 hora, equipada con batería Ni. Cd estanca de alta temperatura.						Total ud:	1,000
9.6	Ud	Caja general protección 250 A. incluido bases cortacircuitos y fusibles calibrados de 250 A. para protección de la línea repartidora, situada en fachada o interior nicho mural.						Total ud:	1,000
9.7	M.	Línea repartidora, formada por cable de cobre de 3,5x25 mm2, con aislamiento de 0,6 /1 kV, en montaje empotrado bajo tubo de PVC corrugado forrado grado de protección 7, de D=29 mm . Totalmente instalada, incluyendo conexionado.						Total m.:	4,000
9.8	M	Derivación individual 3x25 mm2, (línea que enlaza el contador o contadores de cada abonado con su dispositivo privado de mando y protección), bajo tubo de PVC rígido D=29/gp7, conductores de cobre de 35 mm2. y aislamiento tipo VV 750 V. en sistema monofásico, más conductor de protección. Totalmente instalada en canaladura a lo largo del hueco de escalera, incluyendo elementos de fijación y conexionado.						Total m:	40,000
9.9	M.	Circuito de potencia para una intensidad máxima de 20 A. o una potencia de 10 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 4 mm2. de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 21 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
	Bomba		4	5,000			20,000		
							20,000	20,000	
							Total m.:	20,000	
9.10	M.	Circuito de potencia para una intensidad máxima de 10 A. o una potencia de 5 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 1,5 mm2. de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 13 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
	Fuerza		3	6,000			18,000		
							18,000	18,000	
							Total m.:	18,000	
9.11	M.	Circuito de potencia para una intensidad máxima de 30 A. o una potencia de 16 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 10 mm2. de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 29 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	

Alumna: Virginia Fernández Negro

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

Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Alumbrado	3	5,000	<u>15,000</u>	
			15,000	15,000
			Total m.:	15,000

10. Plantación

N.º	Ud	Descripción	Medición						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
10.1	Ha	Subsolado cruzado con tractor de orugas de entre 165 CV de potencia nominal, ejecutando la labor entre 50 y 80 cm de profundidad, sin inversión de horizontes, siguiendo las curvas de nivel, en terrenos sueltos de pendiente media menor al 20 %.							
			Superficie parcela (dos pases)	9				9,000	
								9,000	9,000
Total ha:							9,000		
10.2	Ha	Laboreo mecánico con cultivador de consistencia media, comprendiendo dos pases cruzados de cultivador suspendido.							
			Superficie parcela (dos pases)	9				9,000	
								9,000	9,000
Total ha:							9,000		
10.3	Ud	Unidad de replanteo por hectárea con equipo topográfico compuesto por topógrafo y ayudante, con estación total, jalones, cuerdas y medios auxiliares							
			Superficie parcela	1				1,000	
								1,000	1,000
Total ud:							1,000		
10.4	M2	Revisión de los plantones y almacenamiento a su llegada a la explotación en zanjas de 50-60cm de profundidad, colocadas en una zona sombreada, ventilada y con buena humedad, recubriéndose sus raíces con tierra o arena húmeda, hasta el momento de la plantación.							
			Revisión superficie parcela	4.500				4.500,000	
								4.500,000	4.500,000
Total m2:							4.500,000		
10.5	Ud	Pistacho de variedad Kerman injertado sobre patrón UCB1, material genético certificado.							
			Plantones Kerman	1.274				1.274,000	
								1.274,000	1.274,000
Total ud:							1.274,000		
10.6	Ud	Pistacho de variedad Peter injertado sobre patrón UCB1, material genético certificado.							
			Plantones Peter	90				90,000	
								90,000	90,000
Total ud:							90,000		
10.7	Ha	Plantación mecanizada, distancia entre plantones de 7 m, anchura entre líneas de árboles de 6 ejecutando la labor con plantadora lineal simple, accionada por un tractor de 165 CV de potencia nominal, en terrenos de baja pendiente, sin piedras ni elementos vegetales. No se incluye el precio de las plantas. Plantación con arado plantador y tractor, distancia entre plantones de 7 m, anchura entre líneas de árboles de 6 m.							
			Superficie parcela	4,5				4,500	
								4,500	4,500
Total ha:							4,500		
10.8	Ud	Suministro y colocación de protector de tronco de árbol de forma cilíndrica, de 30 cm. de diámetro y una altura total de 70 cm., realizado con 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.							
			Plantones	1.364				1.364,000	
								1.364,000	1.364,000

Alumna: Virginia Fernández Negro

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

Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Total ud: 1.364,000

N.º	Ud	Descripción						Medición
10.9	Ud	Entutorado de árbol con 1 tutor vertical de rollizo de pino torneado, de 1.5 m. de longitud y 0.50 cm. de diámetro con punta en un extremo y baquetón en el otro, tanalizado en autoclave, hincado en el fondo del hoyo de plantación, retacado con la tierra de plantación, y sujeción del tronco con cincha textil no degradable, de 3-4 cm. de anchura y tornillos galvanizados.						
							Total ud: 1.364,000	
10.10	M2	Revisión general de las plantas, colocando correctamente las que se hallen en mala posición.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Superficie parcela	4.500				4.500,000	
							<u>4.500,000</u>	<u>4.500,000</u>
							Total m2: 4.500,000	
10.11	Ud	Reposición de marras sobre una superficie de una hectárea, siendo el porcentaje de marras de hasta el 20 %, incluyéndose en la misma operación la apertura manual del hoyo con azada o similar y la plantación, siendo los hoyos de 0,4x0,4x0,4 m. y las plantas suministradas en contenedores de capacidad media de 250 cm3.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Plantones	273				273,000	
							<u>273,000</u>	<u>273,000</u>
							Total ud: 273,000	

11. Maquinaria y equipos

N.º	Ud.	Descripción	Medición
11.1	Ud	Atomizador neumático arrastrado que incorpora un depósito de 2000 L de capacidad, una bomba que impulsa el líquido y un conjunto de boquillas que generan las gotas.	
			Total ud: 1,000
11.2	Ud	Trituradora-desbrozadora de ramas	
			Total ud: 1,000
11.3	Ud	Incluye 6 tijeras neumáticas de poda con corte de 35 mm, con manguera en espiral de 12 metros.	
			Total ud: 1,000

12. Seguridad y salud

N.º	Ud.	Descripción	Medición
12.1	Ud	Pantalla de seguridad para soldador, con fijación en cabeza, (amortizable en 5 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	
			Total ud: 3,000
12.2	Ud	Semi-mascarilla antipolvo un filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	
			Total ud: 12,000
12.3	Ud	Filtro recambio de mascarilla para polvo y humos, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	
			Total ud: 24,000
12.4	Ud	Juego de tapones antiruido de silicona ajustables. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	
			Total ud: 10,000
12.5	Ud	Gafas protectoras contra impactos, incoloras, homologadas, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	
			Total ud: 10,000
12.6	Ud	Protectores auditivos con arnés a la nuca, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	
			Total ud: 10,000
12.7	Ud	Mono de trabajo de una pieza de poliéster-algodón. Amortizable en un uso. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	
			Total ud: 10,000
12.8	Ud	Par de botas altas de agua. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	
			Total ud: 10,000
12.9	Ud	Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	
			Total ud: 10,000
12.10	Ud	Par de guantes de nitrilo alta-resistencia. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	
			Total ud: 10,000
12.11	Ud	Par de guantes de uso general de piel de vacuno. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	
			Total ud: 10,000
12.12	Ud	Par de guantes para soldador, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	
			Total ud: 3,000
12.13	Ud	Mandil de cuero para soldador, (amortizable en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	
			Total ud: 3,000
12.14	Ud	Traje impermeable de trabajo, 2 piezas de PVC. Amortizable en un uso. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	
			Total ud: 10,000
12.15	Ud	Barandilla de protección de perímetros de forjados, compuesta por puntales metálicos telescópicos colocados cada 2,5 m., (amortizable en 8 usos), fijado por apriete al forjado, pasamanos y travesaño intermedio formado por tubo 50 mm. (amortizable en 10 usos), pintado en amarillo y negro, y rodapié de 15x5 cm. (amortizable en 3 usos), para aberturas corridas, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97.	
			Total ud: 3,000
12.16	Ud	Cubrición de hueco horizontal de 2,00x2,00 m. con mallazo electrosoldado de 15x15 cm. D=4 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.	
			Total ud: 2,000
12.17	Ud	Valla de obra reflectante de 170x25 cm. de poliéster reforzado con fibra de vidrio, con terminación en colores rojo y blanco, patas metálicas, amortizable en 5 usos, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97.	
			Total ud: 2,000
12.18	Ud	Señal de seguridad circular de D=60 cm., normalizada, con soporte metálico de acero galvanizado de 80x40x2 mm. y 2 m. de altura, amortizable en cinco usos, i/p.p. de apertura de pozo, , colocación y desmontaje. s/ R.D. 485/97.	

Alumna: Virginia Fernández Negro

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

Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

N.º	Ud.	Descripción	Total ud	2,000 Medición
12.19	Ud	Cinta reflectante de balizamiento de plástico dos caras con texto, colocada. Amortizable en 1 uso. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	Total ud	350,000
12.20	Ud	Valla de contención de peatones, metálica, prolongable de 2,50 m. de largo y 1 m. de altura, color amarillo, amortizable en 5 usos, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97.	Total ud	2,000
12.21	Ud	Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B, de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor. Medida la unidad instalada. s/ R.D. 486/97.	Total ud	2,000
12.22	Ms	Mes de alquiler (min. 12 meses) de caseta prefabricada para aseo en obra de 1,70x0,90x2,30 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm., placa turca, y un lavabo, todo de fibra de vidrio con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, inst. eléctrica monofásica de 220 V. con automático. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.	Total ms	1,000
12.23	Ud	Botiquín de urgencia para obra con contenidos mínimos obligatorios, colocado.	Total ud	1,000
12.24	Ud	Reposición de material de botiquín de urgencia.	Total ud	1,000

Palencia, junio de 2024
 Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural
 Virginia Fernández Negro

DOCUMENTO 5: Presupuesto

ÍNDICE PRESUPUESTO

Cuadro de precios n.º 1.....	3
Cuadro de precios n.º 2.....	11
Presupuestos parciales.....	23
Presupuesto general y resumen de presupuestos.....	39

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
1 Movimiento de tierras			
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.	0,33	TREINTA Y TRES CÉNTIMOS
1.2	m³ Excavación a cielo abierto, en suelo de arena suelta, con medios mecánicos, y carga a camión. Criterio de valoración económica: El precio no incluye el transporte de los materiales excavados. Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras. Carga a camión de los materiales excavados.	3,53	TRES EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS
2 Cimentación			
2.1	m2 Encofrado y desencofrado con madera suelta en losas de cimentación, considerando 4 posturas.	5,37	CINCO EUROS CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS
2.2	m2 Encachado de piedra caliza 40/80 de 20 cm. de espesor en sub-base de solera, i/extendido y compactado con pisón.	4,37	CUATRO EUROS CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS
2.3	m3 Hormigón armado HA-25/P/20/I, de 25 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx. 20 mm., para ambiente humedad alta, elaborado en central en relleno de losa de cimentación, incluso armadura (50 kg/m3.), vertido por medios manuales, vibrado, curado y colocado. Según CE.	160,95	CIENTO SESENTA EUROS CON NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS
3 Estructura			
3.1	kg Acero UNE-EN 10025 S275JR, en pilares formados por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, colocados con uniones soldadas en obra, a una altura de hasta 3 m. Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, las placas de arranque y de transición de pilar inferior a superior, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional del pilar. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones soldadas. Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	2,39	DOS EUROS CON TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS
4 Cerramientos			
4.1	m2 Fábrica de bloques huecos de hormigón blanco de 40x20x15 cm. colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento blanco BL-II 42,5 R y arena de río 1/4, rellenos de hormigón HA-25/B/20/I y armadura según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, limpieza y medios auxiliares, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2.	26,58	VEINTISEIS EUROS CON CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS
5 Cubierta			
5.1	m2 Cubierta formada por panel de chapa de acero	25,87	VEINTICINCO EUROS CON OCHENTA

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
	en perfil comercial con dos láminas prelacadas de 0,5 mm., con núcleo de poliestireno expandido de 20 kg/m3. con un espesor total de 40 mm., clasificado M-1 en su reacción al fuego, sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, medido en verdadera magnitud.		Y SIETE CÉNTIMOS
6.1	6 Carpintería y cerrajería ud Rejilla para ventilación de cámara de aire de 20x20 cm. ejecutada con perfiles de acero laminado en frío, galvanizados, doble agrafado y construida con tubular 50x15x1,5 en bastidor, lamas fijas de espesor mínimo 0,8 mm., patillas de fijación, i/recibido de albañilería.	18,14	Dieciocho euros con catorce céntimos
6.2	m2 Puerta corredera sin dintel, accionada manualmente, formada por una hoja construida con zócalo de chapa plegada de acero galvanizado de 0,8 mm. perfiles y barrotes verticales de acero laminado en frío, guía inferior, topes, cubre guías, tiradores, pasadores, cerradura y demás accesorios necesarios para su funcionamiento, patillas de fijación a la obra, elaborada en taller, ajuste y montaje en obra (sin incluir recibido de albañilería).	110,08	Ciento diez euros con ocho céntimos
6.3	ud Ventana corredera de 2 hojas de aluminio anodizado en color natural de 15 micras, de 200x100 cm. de medidas totales, compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad, totalmente instalada sobre precerco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares.	74,23	Setenta y cuatro euros con veintitres céntimos
6.4	m² Doble acristalamiento estándar, 4/6/4, conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 6 mm, y vidrio interior Float incoloro de 4 mm de espesor; 14 mm de espesor total, fijado sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona sintética incolora, compatible con el material soporte. Incluye: Colocación, calzado, montaje y ajuste en la carpintería. Sellado final de estanqueidad. Señalización de las hojas. Criterio de medición de proyecto: Superficie de carpintería a acristalar, según documentación gráfica de Proyecto, incluyendo en cada hoja vidriera las dimensiones del bastidor. Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sumando, para cada una de las piezas, la superficie resultante de redondear por exceso cada una de sus aristas a múltiplos de 30 mm.	43,80	Cuarenta y tres euros con ochenta céntimos
7.1	7 Cabezal de riego ud Filtro de arena a presión de alto rendimiento, con altura de lecho filtrante de 1,20 m., para presión de trabajo de 2,5 kg/cm2., velocidad de filtración de 30 m3/h/m2. y caudal de 46 m3/h., con cuerpo de poliéster reforzado con FV, con colector convencional mediante brazos y difusor en PVC y polipropileno, equipado con purga de aire y agua manuales y tapón para vaciado de arenas, panel de manómetros para lectura en la entrada y salida, y batería de 5 válvulas de mariposa de diámetro 90 mm. con soportes, incluso relleno posterior del filtro	4.631,59	Cuatro mil seiscientos treinta y un euros con cincuenta y nueve céntimos

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
7.2	monocapa de árido silíceo calibrado, totalmente montado y probado. ud Válvula de compuerta de fundición de 160 mm. de diámetro interior, cierre elástico, para una presión de trabajo de 16 kg/cm2., colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.	511,29	QUINIENTOS ONCE EUROS CON VEINTINUEVE CÉNTIMOS
7.3	ud Suministro y colocación de válvula de retención, de 1" (25 mm.) de diámetro, de latón fundido; colocada mediante unión roscada o soldada, totalmente equipada, instalada y funcionando.	6,00	SEIS EUROS
7.4	ud Suministro y colocación de filtro de malla en Y.	29,34	VEINTINUEVE EUROS CON TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS
7.5	ud Contador Woltman, conectado al ramal de riego a la salida de los depósitos de fertilización, incluso instalación de dos llaves de corte de esfera, de 25 mm., grifo de purga, válvula de retención y demás material auxiliar, totalmente montado y funcionando, incluso timbrado del contador por el Ministerio de Industria, sin incluir la batería general, ni la ascendente individual.	558,54	QUINIENTOS CINCUENTA Y OCHO EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
7.6	ud Suministro y colocación de depósito cilíndrico de PVC, con capacidad para 1000 litros, dotado de tapa, y sistema de regulación de llenado, mediante llave de compuerta de 25 mm. y sistema de aliviadero mediante llave de esfera de 1" totalmente montado y nivelado con mortero de cemento, instalado y funcionando, sin incluir la tubería de abastecimiento.	149,53	CIENTO CUARENTA Y NUEVE EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS
7.7	ud Suministro e instalación de inyector de fertilizante, compuesto por electrobomba centrífuga de 37 kW y depósito de expansión de membrana de 25l de capacidad, montaje monobloc i/cuadro de maniobra compuesto por armario metálico intemperie conteniendo interruptores, diferencial, magnetotérmico y de maniobra, contactor y demás elementos necesarios, según REBT i/recibido, instalado.	151,83	CIENTO CINCUENTA Y UN EUROS CON OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS
7.8	ud Ventosa/purgador automático 3 funciones, de fundición, con brida, de 160 mm. de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.	823,29	OCHOCIENTOS VEINTITRES EUROS CON VEINTINUEVE CÉNTIMOS
7.9	ud Suministro e instalación de programador electrónico TORO o RAIN DIRD de 12 estaciones, digital, con transformador incorporado y montaje.	379,27	TRESCIENTOS SETENTA Y NUEVE EUROS CON VEINTISIETE CÉNTIMOS
7.10	ud Suministro e instalación de grupo de presión compuesto por electrobomba centrífuga de 37 kW 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, totalmente instalado.	510,27	QUINIENTOS DIEZ EUROS CON VEINTISIETE CÉNTIMOS
8 Instalación de riego			
8.1	m3 Excavación en zanjas, en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	6,18	SEIS EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS
8.2	m3 Relleno y extendido de tierras propias en zanjas, por medios manuales, sin aporte de tierras,	5,27	CINCO EUROS CON VEINTISIETE CÉNTIMOS

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
8.3	y con p.p. de medios auxiliares. m. Tubería de PVC de 160 mm. de diámetro nominal, unión por junta de goma, para una presión de trabajo de 6 kg/cm ² ., colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm. de espesor, con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada.	16,09	DIECISEIS EUROS CON NUEVE CÉNTIMOS
8.4	m. Tubería de PVC de 1100 mm. de diámetro nominal, unión por junta de goma, para una presión de trabajo de 6 kg/cm ² ., colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm. de espesor, con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada.	6,30	SEIS EUROS CON TREINTA CÉNTIMOS
8.5	m. Tubería de PVC de 20 mm. de diámetro nominal, unión por junta de goma, para una presión de trabajo de 6 kg/cm ² ., colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm. de espesor, con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada.	4,42	CUATRO EUROS CON CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS
8.6	ud Electroválvula de plástico para una tensión de 24 V., con solenoide y regulación de caudal, de 1" de diámetro, i/conexión a la red, totalmente instalada.	96,14	NOVENTA Y SEIS EUROS CON CATORCE CÉNTIMOS
8.7	Ud Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 20 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 1 y 4 bar. Incluso manómetro, elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Incluye: Replanteo. Conexión y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	72,17	SETENTA Y DOS EUROS CON DIECISIETE CÉNTIMOS
8.8	m Línea eléctrica de cobre de 2x1,5 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, totalmente instalada	0,45	CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS
8.9	ud Arqueta de plástico de planta rectangular para la instalación de 1 electroválvula y/o accesorios de riego, i/arreglo de las tierras, totalmente instalada.	10,37	DIEZ EUROS CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS
8.10	ud Gotero autocompensante de 2.2 litros/hora, instalado en ramal de 20 mm., incluso éste y p/p. de línea y derivación, totalmente instalado.	1,57	UN EURO CON CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS
8.11	ud Suministro y colocación de llave de corte por compuerta, de 2 1/2" (63 mm.) de diámetro, de latón fundido, colocada mediante unión roscada o soldada, totalmente equipada, instalada y funcionando.	25,56	VEINTICINCO EUROS CON CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS
8.12	ud Purgador automático de fundición con brida, de 60 mm. de diámetro, colocado en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalado.	167,33	CIENTO SESENTA Y SIETE EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS
8.13	m Tubería de riego por goteo, formada por tubo de polietileno, color negro, de 20 mm de diámetro exterior, con goteros auto compensantes, situados cada 30 cm. Incluso accesorios de conexión. Incluye: Replanteo y trazado. Colocación de la tubería. Conexión y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida	1,87	UN EURO CON OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
	según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.		
	9 Instalación eléctrica		
9.1	ud Regleta de superficie de 2x36 W. con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa de acero de 0,7 mm., pintado con pintura epoxi poliéster y secado al horno, sistema de anclaje formado por chapa galvanizada sujeta con tornillos incorporados, equipo eléctrico formado por reactancias, condensador, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes estándar y bornas de conexión. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.	58,29	CINCUENTA Y OCHO EUROS CON VEINTINUEVE CÉNTIMOS
9.2	ud Transformador de media a baja tensión de 24 V. de potencia, en baño de aceite, refrigeración natural, para interior, de las siguientes características: tensión primaria 25 kV., tensión secundaria 231/400 A., regulación +- 2,5% +- 5%; conexión DYN11; tensión de cortocircuito 4%. Equipado con termómetro de esfera de dos contactos y termostato, puentes de conexión entre módulo de protección y transformador realizado con cables de A.T. 12/20 kV. unipolares de 1x50 mm2. Al., terminales enchufables en ambos extremos y rejilla de protección.	5.594,98	CINCO MIL QUINIENTOS NOVENTA Y CUATRO EUROS CON NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS
9.3	ud Red de toma de tierra de estructura, realizada con cable de cobre desnudo de 35 mm2, uniéndolo mediante soldadura aluminotérmica a la armadura de cada zapata, incluyendo parte proporcional de pica, registro de comprobación y puente de prueba.	9,19	NUEVE EUROS CON DIECINUEVE CÉNTIMOS
9.4	ud Foco base con lámpara LED de 13 W. para conexión directa o con adaptador para carril, con protección IP20 clase I, cuerpo metálico lacado, con articulación giratoria, lámpara halógena 50 W. 12 V. y transformador. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.	148,97	CIENTO CUARENTA Y OCHO EUROS CON NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS
9.5	ud Luminaria de emergencia autónoma de 30 lúmenes, telemandable, autonomía superior a 1 hora, equipada con batería Ni. Cd estanca de alta temperatura.	44,67	CUARENTA Y CUATRO EUROS CON SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS
9.6	ud Caja general protección 250 A. incluido bases cortacircuitos y fusibles calibrados de 250 A. para protección de la línea repartidora, situada en fachada o interior nicho mural.	167,80	CIENTO SESENTA Y SIETE EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS
9.7	m. Línea repartidora, formada por cable de cobre de 3,5x25 mm2, con aislamiento de 0,6 /1 kV, en montaje empotrado bajo tubo de PVC corrugado forrado grado de protección 7, de D=29 mm . Totalmente instalada, incluyendo conexionado.	16,50	DIECISEIS EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS
9.8	m Derivación individual 3x25 mm2, (línea que enlaza el contador o contadores de cada abonado con su dispositivo privado de mando y protección), bajo tubo de PVC rígido D=29/gp7, conductores de cobre de 35 mm2. y aislamiento tipo VV 750 V. en sistema monofásico, más conductor de protección. Totalmente instalada en canaladura a lo largo del hueco de escalera, incluyendo elementos de fijación y conexionado.	11,07	ONCE EUROS CON SIETE CÉNTIMOS
9.9	m. Circuito de potencia para una intensidad máxima de 20 A. o una potencia de 10 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 4 mm2. de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 21 mm.,	7,35	SIETE EUROS CON TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
9.10	incluyendo ángulos y accesorios de montaje. m. Circuito de potencia para una intensidad máxima de 10 A. o una potencia de 5 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 1,5 mm ² . de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 13 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.	6,16	SEIS EUROS CON DIECISEIS CÉNTIMOS
9.11	m. Circuito de potencia para una intensidad máxima de 30 A. o una potencia de 16 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 10 mm ² . de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 29 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.	10,54	DIEZ EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
10 Plantación			
10.1	ha Subsulado cruzado con tractor de orugas de entre 165 CV de potencia nominal, ejecutando la labor entre 50 y 80 cm de profundidad, sin inversión de horizontes, siguiendo las curvas de nivel, en terrenos sueltos de pendiente media menor al 20 %.	38,12	TREINTA Y OCHO EUROS CON DOCE CÉNTIMOS
10.2	ha Laboreo mecánico con cultivador de consistencia media, comprendiendo dos pases cruzados de cultivador suspendido.	19,73	DIECINUEVE EUROS CON SETENTA Y TRES CÉNTIMOS
10.3	ud Unidad de replanteo por hectárea con equipo topográfico compuesto por topógrafo y ayudante, con estación total, jalones, cuerdas y medios auxiliares	23,77	VEINTITRES EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS
10.4	m ² Revisión de los plantones y almacenamiento a su llegada a la explotación en zanjas de 50-60cm de profundidad, colocadas en una zona sombreada, ventilada y con buena humedad, recubriéndose sus raíces con tierra o arena húmeda, hasta el momento de la plantación.	0,95	NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS
10.5	ud Pistacho de variedad Kerman injertado sobre patrón UCB1, material genético certificado.	21,12	VEINTIUN EUROS CON DOCE CÉNTIMOS
10.6	ud Pistacho de variedad Peter injertado sobre patrón UCB1, material genético certificado.	21,17	VEINTIUN EUROS CON DIECISIETE CÉNTIMOS
10.7	ha Plantación mecanizada, distancia entre plantones de 7 m, anchura entre líneas de árboles de 6 ejecutando la labor con plantadora lineal simple, accionada por un tractor de 165 CV de potencia nominal, en terrenos de baja pendiente, sin piedras ni elementos vegetales. No se incluye el precio de las plantas. Plantación con arado plantador y tractor, distancia entre plantones de 7 m, anchura entre líneas de árboles de 6 m.	129,30	CIENTO VEINTINUEVE EUROS CON TREINTA CÉNTIMOS
10.8	ud Suministro y colocación de protector de tronco de árbol de forma cilíndrica, de 30 cm. de diámetro y una altura total de 70 cm., realizado con 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.	1,20	UN EURO CON VEINTE CÉNTIMOS
10.9	ud Entutorado de árbol con 1 tutor vertical de rollizo de pino torneado, de 1.5 m. de longitud y 0.50 cm. de diámetro con punta en un extremo y baquetón en el otro, tanalizado en autoclave, hincado en el fondo del hoyo de plantación, retacado con la tierra de plantación, y sujeción del tronco con cincha textil no degradable, de 3-4 cm. de anchura y tornillos	1,50	UN EURO CON CINCUENTA CÉNTIMOS

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
10.10	galvanizados. m2 Revisión general de las plantas, colocando correctamente las que se hallen en mala posición.	0,42	CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS
10.11	ud Reposición de marras sobre una superficie de una hectárea, siendo el porcentaje de marras de hasta el 20 %, incluyéndose en la misma operación la apertura manual del hoyo con azada o similar y la plantación, siendo los hoyos de 0,4x0,4x0,4 m. y las plantas suministradas en contenedores de capacidad media de 250 cm3.	0,45	CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS
11 Maquinaria y Equipos			
11.1	ud Atomizador neumático arrastrado que incorpora un depósito de 2000 L de capacidad, una bomba que impulsa el líquido y un conjunto de boquillas que generan las gotas.	5.000,00	CINCO MIL EUROS
11.2	ud Trituradora-desbrozadora de ramas	1.800,00	MIL OCHOCIENTOS EUROS
11.3	ud Incluye 6 tijeras neumáticas de poda con corte de 35 mm, con manguera en espiral de 12 metros.	334,00	TRESCIENTOS TREINTA Y CUATRO EUROS
12 Seguridad y Salud			
12.1	ud Pantalla de seguridad para soldador, con fijación en cabeza, (amortizable en 5 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	2,06	DOS EUROS CON SEIS CÉNTIMOS
12.2	ud Semi-mascarilla antipolvo un filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	2,33	DOS EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS
12.3	ud Filtro recambio de mascarilla para polvo y humos, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	1,85	UN EURO CON OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS
12.4	ud Juego de tapones antiruido de silicona ajustables. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	1,02	UN EURO CON DOS CÉNTIMOS
12.5	ud Gafas protectoras contra impactos, incoloras, homologadas, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	0,69	SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
12.6	ud Protectores auditivos con arnés a la nuca, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	2,06	DOS EUROS CON SEIS CÉNTIMOS
12.7	ud Mono de trabajo de una pieza de poliéster-algodón. Amortizable en un uso. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	11,33	ONCE EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS
12.8	ud Par de botas altas de agua. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	6,18	SEIS EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS
12.9	ud Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	6,17	SEIS EUROS CON DIECISIETE CÉNTIMOS
12.10	ud Par de guantes de nitrilo alta-resistencia. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	3,09	TRES EUROS CON NUEVE CÉNTIMOS
12.11	ud Par de guantes de uso general de piel de vacuno. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	3,09	TRES EUROS CON NUEVE CÉNTIMOS
12.12	ud Par de guantes para soldador, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	1,99	UN EURO CON NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
12.13	ud Mandil de cuero para soldador, (amortizable en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	4,44	CUATRO EUROS CON CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
12.14	ud Traje impermeable de trabajo, 2 piezas de PVC. Amortizable en un uso. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	6,18	SEIS EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS
12.15	ud 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	5,56	CINCO EUROS CON CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
12.16	negro, y rodapié de 15x5 cm. (amortizable en 3 usos), para aberturas corridas, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97. ud Cubrición de hueco horizontal de 2,00x2,00 m. con mallazo electrosoldado de 15x15 cm. D=4 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.	18,77	DIECIOCHO EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS
12.17	ud Valla de obra reflectante de 170x25 cm. de poliéster reforzado con fibra de vidrio, con terminación en colores rojo y blanco, patas metálicas, amortizable en 5 usos, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97.	21,26	VEINTIUN EUROS CON VEINTISEIS CÉNTIMOS
12.18	ud Señal de seguridad circular de D=60 cm., normalizada, con soporte metálico de acero galvanizado de 80x40x2 mm. y 2 m. de altura, amortizable en cinco usos, i/p.p. de apertura de pozo, colocación y desmontaje. s/ R.D. 485/97.	19,01	DIECINUEVE EUROS CON UN CÉNTIMO
12.19	ud Cinta reflectante de balizamiento de plástico dos caras con texto, colocada. Amortizable en 1 uso. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	4,30	CUATRO EUROS CON TREINTA CÉNTIMOS
12.20	ud 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.	12,02	DOCE EUROS CON DOS CÉNTIMOS
12.21	ud Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B, de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor. Medida la unidad instalada. s/ R.D. 486/97.	48,67	CUARENTA Y OCHO EUROS CON SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS
12.22	ms Mes de alquiler (min. 12 meses) de caseta prefabricada para aseo en obra de 1,70x0,90x2,30 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm., placa turca, y un lavabo, todo de fibra de vidrio con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenolítica antideslizante y resistente al desgaste. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, inst. eléctrica monofásica de 220 V. con automático. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.	186,30	CIENTO OCHENTA Y SEIS EUROS CON TREINTA CÉNTIMOS
12.23	ud Botiquín de urgencia para obra con contenidos mínimos obligatorios, colocado.	83,89	OCHENTA Y TRES EUROS CON OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
12.24	ud Reposición de material de botiquín de urgencia.	62,98	SESENTA Y DOS EUROS CON NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS

Palencia, junio de 2024
Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural
Virginia Fernández Negro

Cuadro de precios nº 2			
Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
	1 Movimiento de tierras		
1.1	m2 Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares. <i>Mano de obra</i> <i>Maquinaria</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	0,05 0,27 0,01	0,33
1.2	m³ Excavación a cielo abierto, en suelo de arena suelta, con medios mecánicos, y carga a camión. Criterio de valoración económica: El precio no incluye el transporte de los materiales excavados. Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras. Carga a camión de los materiales excavados. <i>Mano de obra</i> <i>Maquinaria</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	0,42 2,94 0,07 0,10	3,53
	2 Cimentación		
2.1	m2 Encofrado y desencofrado con madera suelta en losas de cimentación, considerando 4 posturas. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	4,24 0,97 0,16	5,37
2.2	m2 Encachado de piedra caliza 40/80 de 20 cm. de espesor en sub-base de solera, i/extendido y compactado con pisón. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	2,05 2,19 0,13	4,37
2.3	m3 Hormigón armado HA-25/P/20/I, de 25 N/mm²., consistencia blanda, Tmáx. 20 mm., para ambiente humedad alta, elaborado en central en relleno de losa de cimentación, incluso armadura (50 kg/m³.), vertido por medios manuales, vibrado, curado y colocado. Según CE. <i>Mano de obra</i> <i>Maquinaria</i> <i>Materiales</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	17,83 0,79 137,64 4,69	160,95
	3 Estructura		
3.1	kg Acero UNE-EN 10025 S275JR, en pilares formados por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, colocados con uniones soldadas en obra, a una altura de hasta 3 m. Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, las placas de arranque y de transición de pilar inferior a superior, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional del pilar. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones soldadas. Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.		

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
	<i>Mano de obra</i> <i>Maquinaria</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> 3 % Costes indirectos	0,68 0,05 1,54 0,05 0,07	2,39
	4 Cerramientos		
4.1	m2 Fábrica de bloques huecos de hormigón blanco de 40x20x15 cm. colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento blanco BL-II 42,5 R y arena de río 1/4, rellenos de hormigón HA-25/B/20/1 y armadura según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, limpieza y medios auxiliares, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2.		
	<i>Mano de obra</i> <i>Maquinaria</i> <i>Materiales</i> 3 % Costes indirectos	11,78 0,01 14,01 0,77	26,58
	5 Cubierta		
5.1	m2 Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial con dos láminas prelacadas de 0,5 mm., con núcleo de poliestireno expandido de 20 kg/m3. con un espesor total de 40 mm., clasificado M-1 en su reacción al fuego, sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, medido en verdadera magnitud.		
	<i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> 3 % Costes indirectos	4,85 20,27 0,75	25,87
	6 Carpintería y cerrajería		
6.1	ud Rejilla para ventilación de cámara de aire de 20x20 cm. ejecutada con perfiles de acero laminado en frío, galvanizados, doble agrafado y construida con tubular 50x15x1,5 en bastidor, lamas fijas de espesor mínimo 0,8 mm., patillas de fijación, i/recibido de albañilería.		
	<i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> 3 % Costes indirectos	4,05 13,56 0,53	18,14
6.2	m2 Puerta corredera sin dintel, accionada manualmente, formada por una hoja construida con zócalo de chapa plegada de acero galvanizado de 0,8 mm. perfiles y barrotes verticales de acero laminado en frío, guía inferior, topes, cubre guías, tiradores, pasadores, cerradura y demás accesorios necesarios para su funcionamiento, patillas de fijación a la obra, elaborada en taller, ajuste y montaje en obra (sin incluir recibido de albañilería).		
	<i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> 3 % Costes indirectos	6,60 100,27 3,21	110,08
6.3	ud Ventana corredera de 2 hojas de aluminio anodizado en color natural de 15 micras, de 200x100 cm. de medidas totales, compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad, totalmente instalada sobre precerco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares.		
	<i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> 3 % Costes indirectos	4,18 67,89 2,16	74,23
6.4	m² Doble acristalamiento estándar, 4/6/4, conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 6 mm, y vidrio interior Float incoloro de 4 mm de espesor; 14 mm de espesor total, fijado sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona sintética incolora, compatible con el material soporte.		

Cuadro de precios nº 2			
Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
	<p>Incluye: Colocación, calzado, montaje y ajuste en la carpintería. Sellado final de estanqueidad. Señalización de las hojas. Criterio de medición de proyecto: Superficie de carpintería a acristalar, según documentación gráfica de Proyecto, incluyendo en cada hoja vidriera las dimensiones del bastidor. Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sumando, para cada una de las piezas, la superficie resultante de redondear por exceso cada una de sus aristas a múltiplos de 30 mm.</p> <p><i>Mano de obra</i> 15,61 <i>Materiales</i> 26,08 <i>Medios auxiliares</i> 0,83 3 % Costes indirectos 1,28</p> <p style="text-align: right;">43,80</p>		
	<p>7 Cabezal de riego</p>		
7.1	<p>ud Filtro de arena a presión de alto rendimiento, con altura de lecho filtrante de 1,20 m., para presión de trabajo de 2,5 kg/cm²., velocidad de filtración de 30 m³/h/m². y caudal de 46 m³/h., con cuerpo de poliéster reforzado con FV, con colector convencional mediante brazos y difusor en PVC y polipropileno, equipado con purga de aire y agua manuales y tapón para vaciado de arenas, panel de manómetros para lectura en la entrada y salida, y batería de 5 válvulas de mariposa de diámetro 90 mm. con soportes, incluso relleno posterior del filtro monocapa de árido silíceo calibrado, totalmente montado y probado.</p> <p><i>Mano de obra</i> 97,62 <i>Materiales</i> 4.399,07 3 % Costes indirectos 134,90</p> <p style="text-align: right;">4.631,59</p>		
7.2	<p>ud Válvula de compuerta de fundición de 160 mm. de diámetro interior, cierre elástico, para una presión de trabajo de 16 kg/cm²., colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.</p> <p><i>Mano de obra</i> 24,85 <i>Materiales</i> 471,55 3 % Costes indirectos 14,89</p> <p style="text-align: right;">511,29</p>		
7.3	<p>ud Suministro y colocación de válvula de retención, de 1" (25 mm.) de diámetro, de latón fundido; colocada mediante unión roscada o soldada, totalmente equipada, instalada y funcionando.</p> <p><i>Mano de obra</i> 2,63 <i>Materiales</i> 3,20 3 % Costes indirectos 0,17</p> <p style="text-align: right;">6,00</p>		
7.4	<p>ud Suministro y colocación de filtro de malla en Y.</p> <p><i>Mano de obra</i> 15,63 <i>Materiales</i> 12,86 3 % Costes indirectos 0,85</p> <p style="text-align: right;">29,34</p>		
7.5	<p>ud Contador Woltman, conectado al ramal de riego a la salida de los depósitos de fertilización, incluso instalación de dos llaves de corte de esfera, de 25 mm., grifo de purga, válvula de retención y demás material auxiliar, totalmente montado y funcionando, incluso timbrado del contador por el Ministerio de Industria, sin incluir la batería general, ni la ascendente individual.</p> <p><i>Mano de obra</i> 17,16 <i>Materiales</i> 525,11 3 % Costes indirectos 16,27</p> <p style="text-align: right;">558,54</p>		
7.6	<p>ud Suministro y colocación de depósito cilíndrico de PVC, con capacidad para 1000 litros, dotado de tapa, y sistema de regulación de llenado, mediante llave de compuerta de 25 mm. y sistema de aliviadero mediante llave de esfera de 1" totalmente montado y nivelado con mortero de cemento, instalado y funcionando, sin incluir la tubería de abastecimiento.</p>		

Cuadro de precios nº 2			
Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
	<i>Mano de obra</i>	22,15	
	<i>Materiales</i>	123,02	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	4,36	
			149,53
7.7	ud Suministro e instalación de inyector de fertilizante, compuesto por electrobomba centrífuga de 37 kW y depósito de expansión de membrana de 25l de capacidad, montaje monobloc i/cuadro de maniobra compuesto por armario metálico intemperie conteniendo interruptores, diferencial, magnetotérmico y de maniobra , contactor y demás elementos necesarios, según REBT i/recibido, instalado.		
	<i>Mano de obra</i>	22,15	
	<i>Materiales</i>	125,26	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	4,42	
			151,83
7.8	ud Ventosa/purgador automático 3 funciones, de fundición, con brida, de 160 mm. de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.		
	<i>Mano de obra</i>	22,59	
	<i>Maquinaria</i>	6,56	
	<i>Materiales</i>	770,16	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	23,98	
			823,29
7.9	ud Suministro e instalación de programador electrónico TORO o RAIN DIRD de 12 estaciones, digital, con transformador incorporado y montaje.		
	<i>Mano de obra</i>	43,72	
	<i>Materiales</i>	324,50	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	11,05	
			379,27
7.10	ud Suministro e instalación de grupo de presión compuesto por electrobomba centrífuga de 37 kW 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, totalmente instalado.		
	<i>Mano de obra</i>	37,05	
	<i>Materiales</i>	458,36	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	14,86	
			510,27
	8 Instalación de riego		
8.1	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.		
	<i>Mano de obra</i>	1,02	
	<i>Maquinaria</i>	4,98	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,18	
			6,18
8.2	m3 Relleno y extendido de tierras propias en zanjas, por medios manuales, sin aporte de tierras, y con p.p. de medios auxiliares.		
	<i>Mano de obra</i>	5,12	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,15	
			5,27
8.3	m. Tubería de PVC de 160 mm. de diámetro nominal, unión por junta de goma, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2., colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm. de espesor, con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada.		
	<i>Mano de obra</i>	2,26	
	<i>Materiales</i>	13,36	

Cuadro de precios nº 2			
Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,47	16,09
8.4	m. Tubería de PVC de 110 mm. de diámetro nominal, unión por junta de goma, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2., colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm. de espesor, con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada.		
	<i>Mano de obra</i>	1,13	
	<i>Materiales</i>	4,99	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,18	6,30
8.5	m. Tubería de PVC de 20 mm. de diámetro nominal, unión por junta de goma, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2., colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm. de espesor, con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada.		
	<i>Mano de obra</i>	1,01	
	<i>Materiales</i>	3,28	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,13	4,42
8.6	ud Electroválvula de plástico para una tensión de 24 V., con solenoide y regulación de caudal, de 1" de diámetro, i/conexión a la red, totalmente instalada.		
	<i>Mano de obra</i>	6,64	
	<i>Materiales</i>	86,70	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	2,80	96,14
8.7	Ud Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 20 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 1 y 4 bar. Incluso manómetro, elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Incluye: Replanteo. Conexión y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.		
	<i>Mano de obra</i>	4,37	
	<i>Materiales</i>	64,33	
	<i>Medios auxiliares</i>	1,37	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	2,10	72,17
8.8	m Línea eléctrica de cobre de 2x1,5 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, totalmente instalada		
	<i>Mano de obra</i>	0,09	
	<i>Materiales</i>	0,35	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,01	0,45
8.9	ud Arqueta de plástico de planta rectangular para la instalación de 1 electroválvula y/o accesorios de riego, i/arreglo de las tierras, totalmente instalada.		
	<i>Mano de obra</i>	2,71	
	<i>Materiales</i>	7,36	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,30	10,37
8.10	ud Gotero autocompensante de 2.2 litros/hora, instalado en ramal de 20 mm., incluso éste y p/p. de línea y derivación, totalmente instalado.		
	<i>Mano de obra</i>	0,06	
	<i>Materiales</i>	1,46	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,05	1,57

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
8.11	ud Suministro y colocación de llave de corte por compuerta, de 2 1/2" (63 mm.) de diámetro, de latón fundido, colocada mediante unión roscada o soldada, totalmente equipada, instalada y funcionando. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	2,86 21,96 0,74	25,56
8.12	ud Purgador automático de fundición con brida, de 60 mm. de diámetro, colocado en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalado. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	13,55 148,91 4,87	167,33
8.13	m Tubería de riego por goteo, formada por tubo de polietileno, color negro, de 20 mm de diámetro exterior, con goteros auto compensantes, situados cada 30 cm. Incluso accesorios de conexión. Incluye: Replanteo y trazado. Colocación de la tubería. Conexión y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	1,28 0,50 0,04 0,05	1,87
9 Instalación eléctrica			
9.1	ud Regleta de superficie de 2x36 W. con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa de acero de 0,7 mm., pintado con pintura epoxi poliéster y secado al horno, sistema de anclaje formado por chapa galvanizada sujeta con tornillos incorporados, equipo eléctrico formado por reactancias, condensador, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes estándar y bornas de conexión. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	6,60 49,99 1,70	58,29
9.2	ud Transformador de media a baja tensión de 24 V. de potencia, en baño de aceite, refrigeración natural, para interior, de las siguientes características: tensión primaria 25 kV., tensión secundaria 231/400 A., regulación +- 2,5% +- 5%; conexión DYn11; tensión de cortocircuito 4%. Equipado con termómetro de esfera de dos contactos y termostato, puentes de conexión entre módulo de protección y transformador realizado con cables de A.T. 12/20 kV. unipolares de 1x50 mm2. Al., terminales enchufables en ambos extremos y rejilla de protección. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	587,34 4.844,68 162,96	5.594,98
9.3	ud 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. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	2,20 6,72 0,27	9,19
9.4	ud Foco base con lámpara LED de 13 W. para conexión directa o con adaptador para carril,		

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
	con protección IP20 clase I, cuerpo metálico lacado, con articulación giratoria, lámpara halógena 50 W. 12 V. y transformador. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.		
	<i>Mano de obra</i>	3,43	
	<i>Materiales</i>	141,20	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	4,34	
			148,97
9.5	ud Luminaria de emergencia autónoma de 30 lúmenes, telemandable, autonomía superior a 1 hora, equipada con batería Ni. Cd estanca de alta temperatura.		
	<i>Mano de obra</i>	6,86	
	<i>Materiales</i>	36,51	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	1,30	
			44,67
9.6	ud Caja general protección 250 A. incluido bases cortacircuitos y fusibles calibrados de 250 A. para protección de la línea repartidora, situada en fachada o interior nicho mural.		
	<i>Mano de obra</i>	11,00	
	<i>Materiales</i>	151,91	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	4,89	
			167,80
9.7	m. Línea repartidora, formada por cable de cobre de 3,5x25 mm ² , con aislamiento de 0,6 /1 kV, en montaje empotrado bajo tubo de PVC corrugado forrado grado de protección 7, de D=29 mm . Totalmente instalada, incluyendo conexionado.		
	<i>Mano de obra</i>	4,52	
	<i>Materiales</i>	11,50	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,48	
			16,50
9.8	m Derivación individual 3x25 mm ² , (línea que enlaza el contador o contadores de cada abonado con su dispositivo privado de mando y protección), bajo tubo de PVC rígido D=29/gp7, conductores de cobre de 35 mm ² . y aislamiento tipo VV 750 V. en sistema monofásico, más conductor de protección. Totalmente instalada en canaladura a lo largo del hueco de escalera, incluyendo elementos de fijación y conexionado.		
	<i>Mano de obra</i>	5,65	
	<i>Materiales</i>	5,10	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,32	
			11,07
9.9	m. Circuito de potencia para una intensidad máxima de 20 A. o una potencia de 10 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 4 mm ² . de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 21 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.		
	<i>Mano de obra</i>	4,52	
	<i>Materiales</i>	2,62	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,21	
			7,35
9.10	m. Circuito de potencia para una intensidad máxima de 10 A. o una potencia de 5 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 1,5 mm ² . de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 13 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.		
	<i>Mano de obra</i>	4,52	
	<i>Materiales</i>	1,46	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,18	
			6,16
9.11	m. Circuito de potencia para una intensidad máxima de 30 A. o una potencia de 16 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 10 mm ² . de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 29 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.		
	<i>Mano de obra</i>	4,52	
	<i>Materiales</i>	5,71	

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
	3 % Costes indirectos	0,31	10,54
	10 Plantación		
10.1	ha Subsulado cruzado con tractor de orugas de entre 165 CV de potencia nominal, ejecutando la labor entre 50 y 80 cm de profundidad, sin inversión de horizontes, siguiendo las curvas de nivel, en terrenos sueltos de pendiente media menor al 20 %.		
	<i>Maquinaria</i>	37,01	
	3 % Costes indirectos	1,11	38,12
10.2	ha Laboreo mecánico con cultivador de consistencia media, comprendiendo dos pases cruzados de cultivador suspendido.		
	<i>Mano de obra</i>	0,51	
	<i>Maquinaria</i>	18,65	
	3 % Costes indirectos	0,57	19,73
10.3	ud Unidad de replanteo por hectárea con equipo topográfico compuesto por topógrafo y ayudante, con estación total, jalones, cuerdas y medios auxiliares		
	<i>Mano de obra</i>	23,08	
	3 % Costes indirectos	0,69	23,77
10.4	m2 Revisión de los plantones y almacenamiento a su llegada a la explotación en zanjas de 50-60cm de profundidad, colocadas en una zona sombreada, ventilada y con buena humedad, recubriéndose sus raíces con tierra o arena húmeda, hasta el momento de la plantación.		
	<i>Mano de obra</i>	0,31	
	<i>Maquinaria</i>	0,61	
	3 % Costes indirectos	0,03	0,95
10.5	ud Pistacho de variedad Kerman injertado sobre patrón UCB1, material genético certificado.		
	<i>Mano de obra</i>	2,36	
	<i>Maquinaria</i>	0,89	
	<i>Materiales</i>	17,25	
	3 % Costes indirectos	0,62	21,12
10.6	ud Pistacho de variedad Peter injertado sobre patrón UCB1, material genético certificado.		
	<i>Mano de obra</i>	4,09	
	<i>Maquinaria</i>	0,89	
	<i>Materiales</i>	15,57	
	3 % Costes indirectos	0,62	21,17
10.7	ha Plantación mecanizada, distancia entre plantones de 7 m, anchura entre líneas de árboles de 6 ejecutando la labor con plantadora lineal simple, accionada por un tractor de 165 CV de potencia nominal, en terrenos de baja pendiente, sin piedras ni elementos vegetales. No se incluye el precio de las plantas. Plantación con arado plantador y tractor, distancia entre plantones de 7 m, anchura entre líneas de árboles de 6 m.		
	<i>Mano de obra</i>	34,00	
	<i>Maquinaria</i>	91,53	
	3 % Costes indirectos	3,77	129,30
10.8	ud Suministro y colocación de protector de tronco de árbol de forma cilíndrica, de 30 cm. de diámetro y una altura total de 70 cm., realizado con 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.		
	<i>Sin descomposición</i>	1,17	
	3 % Costes indirectos	0,03	

Cuadro de precios nº 2			
Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
10.9	ud Entutorado de árbol con 1 tutor vertical de rollizo de pino torneado, de 1.5 m. de longitud y 0.50 cm. de diámetro con punta en un extremo y baquetón en el otro, tanalizado en autoclave, hincado en el fondo del hoyo de plantación, retacado con la tierra de plantación, y sujeción del tronco con cincha textil no degradable, de 3-4 cm. de anchura y tornillos galvanizados. <i>Sin descomposición</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	1,46 0,04	1,20 1,50
10.10	m2 Revisión general de las plantas, colocando correctamente las que se hallen en mala posición. <i>Mano de obra</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	0,41 0,01	0,42
10.11	ud Reposición de marras sobre una superficie de una hectárea, siendo el porcentaje de marras de hasta el 20 %, incluyéndose en la misma operación la apertura manual del hoyo con azada o similar y la plantación, siendo los hoyos de 0,4x0,4x0,4 m. y las plantas suministradas en contenedores de capacidad media de 250 cm3. <i>Mano de obra</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	0,44 0,01	0,45
11 Maquinaria y Equipos			
11.1	ud Atomizador neumático arrastrado que incorpora un depósito de 2000 L de capacidad, una bomba que impulsa el líquido y un conjunto de boquillas que generan las gotas. <i>Sin descomposición</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	4.854,37 145,63	5.000,00
11.2	ud Trituradora-desbrozadora de ramas <i>Mano de obra</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	1.747,57 52,43	1.800,00
11.3	ud Incluye 6 tijeras neumáticas de poda con corte de 35 mm, con manguera en espiral de 12 metros. <i>Materiales</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	324,27 9,73	334,00
12 Seguridad y Salud			
12.1	ud Pantalla de seguridad para soldador, con fijación en cabeza, (amortizable en 5 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97. <i>Materiales</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	2,00 0,06	2,06
12.2	ud Semi-mascarilla antipolvo un filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97. <i>Materiales</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	2,26 0,07	2,33
12.3	ud Filtro recambio de mascarilla para polvo y humos, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97. <i>Materiales</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	1,80 0,05	1,85
12.4	ud Juego de tapones antiruido de silicona ajustables. Certificado CE. s/ R.D. 773/97. <i>Materiales</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	0,99 0,03	

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
12.5	ud Gafas protectoras contra impactos, incoloras, homologadas, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97. <i>Materiales</i> 3 % Costes indirectos	0,67 0,02	1,02
12.6	ud Protectores auditivos con arnés a la nuca, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97. <i>Materiales</i> 3 % Costes indirectos	2,00 0,06	0,69
12.7	ud Mono de trabajo de una pieza de poliéster-algodón. Amortizable en un uso. Certificado CE; s/ R.D. 773/97. <i>Materiales</i> 3 % Costes indirectos	11,00 0,33	2,06
12.8	ud Par de botas altas de agua. Certificado CE; s/ R.D. 773/97. <i>Materiales</i> 3 % Costes indirectos	6,00 0,18	11,33
12.9	ud Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97. <i>Materiales</i> 3 % Costes indirectos	5,99 0,18	6,18
12.10	ud Par de guantes de nitrilo alta-resistencia. Certificado CE; s/ R.D. 773/97. <i>Materiales</i> 3 % Costes indirectos	3,00 0,09	6,17
12.11	ud Par de guantes de uso general de piel de vacuno. Certificado CE; s/ R.D. 773/97. <i>Materiales</i> 3 % Costes indirectos	3,00 0,09	3,09
12.12	ud Par de guantes para soldador, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97. <i>Materiales</i> 3 % Costes indirectos	1,93 0,06	3,09
12.13	ud Mandil de cuero para soldador, (amortizable en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97. <i>Materiales</i> 3 % Costes indirectos	4,31 0,13	1,99
12.14	ud Traje impermeable de trabajo, 2 piezas de PVC. Amortizable en un uso. Certificado CE; s/ R.D. 773/97. <i>Materiales</i> 3 % Costes indirectos	6,00 0,18	4,44
12.15	ud Barandilla de protección de perímetros de forjados, compuesta por puntales metálicos telescopicos colocados cada 2,5 m., (amortizable en 8 usos), fijado por apriete al forjado, pasamanos y travesaño intermedio formado por tubo 50 mm. (amortizable en 10 usos), pintado en amarillo y negro, y rodapié de 15x5 cm. (amortizable en 3 usos), para aberturas corridas, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> 3 % Costes indirectos	2,62 2,78 0,16	6,18

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
12.16	ud Cubrición de hueco horizontal de 2,00x2,00 m. con mallazo electrosoldado de 15x15 cm. D=4 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. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> 3 % Costes indirectos	5,05 13,17 0,55	5,56 18,77
12.17	ud Valla de obra reflectante de 170x25 cm. de poliéster reforzado con fibra de vidrio, con terminación en colores rojo y blanco, patas metálicas, amortizable en 5 usos, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> 3 % Costes indirectos	1,02 19,62 0,62	 21,26
12.18	ud Señal de seguridad circular de D=60 cm., normalizada, con soporte metálico de acero galvanizado de 80x40x2 mm. y 2 m. de altura, amortizable en cinco usos, i/p.p. de apertura de pozo, colocación y desmontaje. s/ R.D. 485/97. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> 3 % Costes indirectos	2,05 16,41 0,55	 19,01
12.19	ud Cinta reflectante de balizamiento de plástico dos caras con texto, colocada. Amortizable en 1 uso. Certificado CE. s/ R.D. 773/97. <i>Materiales</i> 3 % Costes indirectos	4,17 0,13	 4,30
12.20	ud Valla de contención de peatones, metálica, prolongable de 2,50 m. de largo y 1 m. de altura, color amarillo, amortizable en 5 usos, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> 3 % Costes indirectos	1,02 10,65 0,35	 12,02
12.21	ud Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B, de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor. Medida la unidad instalada. s/ R.D. 486/97. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> 3 % Costes indirectos	1,02 46,23 1,42	 48,67
12.22	ms Mes de alquiler (min. 12 meses) de caseta prefabricada para aseo en obra de 1,70x0,90x2,30 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm., placa turca, y un lavabo, todo de fibra de vidrio con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, inst. eléctrica monofásica de 220 V. con automático. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> 3 % Costes indirectos	0,87 180,00 5,43	 186,30
12.23	ud Botiquín de urgencia para obra con contenidos mínimos obligatorios, colocado. <i>Mano de obra</i>	1,02	

Cuadro de precios nº 2			
Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
12.24	<i>Materiales</i>	80,43	83,89
	3 % <i>Costes indirectos</i>	2,44	
	ud Reposición de material de botiquín de urgencia.		
	<i>Materiales</i>	61,15	62,98
3 % <i>Costes indirectos</i>	1,83		

Palencia, junio de 2024
Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural
Virginia Fernández Negro

Presupuesto parcial nº 1 Movimiento de tierras

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
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.	40,000	0,33	13,20
1.2	m³	Excavación a cielo abierto, en suelo de arena suelta, con medios mecánicos, y carga a camión. Criterio de valoración económica: El precio no incluye el transporte de los materiales excavados. Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras. Carga a camión de los materiales excavados.	12,000	3,53	42,36
Total presupuesto parcial nº 1 Movimiento de tierras:					55,56

Presupuesto parcial nº 2 Cimentación

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
2.1	m2	Encofrado y desencofrado con madera suelta en losas de cimentación, considerando 4 posturas.	28,000	5,37	150,36
2.2	m2	Encachado de piedra caliza 40/80 de 20 cm. de espesor en subbase de solera, i/extendido y compactado con pisón.	5,600	4,37	24,47
2.3	m3	Hormigón armado HA-25/P/20/I, de 25 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx. 20 mm., para ambiente humedad alta, elaborado en central en relleno de losa de cimentación, incluso armadura (50 kg/m3.), vertido por medios manuales, vibrado, curado y colocado. Según CE.	5,600	160,95	901,32
Total presupuesto parcial nº 2 Cimentación:					1.076,15

Presupuesto parcial nº 3 Estructura

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
3.1	kg	<p>Acero UNE-EN 10025 S275JR, en pilares formados por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, colocados con uniones soldadas en obra, a una altura de hasta 3 m.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, las placas de arranque y de transición de pilar inferior a superior, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional del pilar. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones soldadas.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	193,800	2,39	463,18
Total presupuesto parcial nº 3 Estructura:					463,18

Presupuesto parcial nº 4 Cerramientos

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
4.1	m2	Fábrica de bloques huecos de hormigón blanco de 40x20x15 cm. colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento blanco BL-II 42,5 R y arena de río 1/4, rellenos de hormigón HA-25/B/20/I y armadura según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, limpieza y medios auxiliares, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2.	53,000	26,58	1.408,74
Total presupuesto parcial nº 4 Cerramientos:					1.408,74

Presupuesto parcial nº 5 Cubierta

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
5.1	m2	Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial con dos láminas prelacadas de 0,5 mm., con núcleo de poliestireno expandido de 20 kg/m3. con un espesor total de 40 mm., clasificado M-1 en su reacción al fuego, sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, medido en verdadera magnitud.	28,000	25,87	724,36
Total presupuesto parcial nº 5 Cubierta:					724,36

Presupuesto parcial nº 6 Carpintería y cerrajería

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
6.1	ud	Rejilla para ventilación de cámara de aire de 20x20 cm. ejecutada con perfiles de acero laminado en frío, galvanizados, doble agrafado y construida con tubular 50x15x1,5 en bastidor, lamas fijas de espesor mínimo 0,8 mm., patillas de fijación, i/ recibido de albañilería.	1,188	18,14	21,55
6.2	m2	Puerta corredera sin dintel, accionada manualmente, formada por una hoja construida con zócalo de chapa plegada de acero galvanizado de 0,8 mm. perfiles y barrotes verticales de acero laminado en frío, guía inferior, topes, cubre guías, tiradores, pasadores, cerradura y demás accesorios necesarios para su funcionamiento, patillas de fijación a la obra, elaborada en taller, ajuste y montaje en obra (sin incluir recibido de albañilería).	12,500	110,08	1.376,00
6.3	ud	Ventana corredera de 2 hojas de aluminio anodizado en color natural de 15 micras, de 200x100 cm. de medidas totales, compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad, totalmente instalada sobre precerco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares.	4,000	74,23	296,92
6.4	m²	Doble acristalamiento estándar, 4/6/4, conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 6 mm, y vidrio interior Float incoloro de 4 mm de espesor; 14 mm de espesor total, fijado sobre carpintería con acañado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona sintética incolora, compatible con el material soporte. Incluye: Colocación, calzado, montaje y ajuste en la carpintería. Sellado final de estanqueidad. Señalización de las hojas. Criterio de medición de proyecto: Superficie de carpintería a acristalar, según documentación gráfica de Proyecto, incluyendo en cada hoja vidriera las dimensiones del bastidor. Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sumando, para cada una de las piezas, la superficie resultante de redondear por exceso cada una de sus aristas a múltiplos de 30 mm.	4,000	43,80	175,20
Total presupuesto parcial nº 6 Carpintería y cerrajería:					1.869,67

Presupuesto parcial nº 7 Cabezal de riego

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
7.1	ud	Filtro de arena a presión de alto rendimiento, con altura de lecho filtrante de 1,20 m., para presión de trabajo de 2,5 kg/cm2., velocidad de filtración de 30 m3/h/m2. y caudal de 46 m3/h., con cuerpo de poliéster reforzado con FV, con colector convencional mediante brazos y difusor en PVC y polipropileno, equipado con purga de aire y agua manuales y tapón para vaciado de arenas, panel de manómetros para lectura en la entrada y salida, y batería de 5 válvulas de mariposa de diámetro 90 mm. con soportes, incluso relleno posterior del filtro monocapa de árido silíceo calibrado, totalmente montado y probado.	2,000	4.631,59	9.263,18
7.2	ud	Válvula de compuerta de fundición de 160 mm. de diámetro interior, cierre elástico, para una presión de trabajo de 16 kg/cm2., colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.	2,000	511,29	1.022,58
7.3	ud	Suministro y colocación de válvula de retención, de 1" (25 mm.) de diámetro, de latón fundido; colocada mediante unión roscada o soldada, totalmente equipada, instalada y funcionando.	1,000	6,00	6,00
7.4	ud	Suministro y colocación de filtro de malla en Y.	1,000	29,34	29,34
7.5	ud	Contador Woltman, conectado al ramal de riego a la salida de los depósitos de fertilización, incluso instalación de dos llaves de corte de esfera, de 25 mm., grifo de purga, válvula de retención y demás material auxiliar, totalmente montado y funcionando, incluso timbrado del contador por el Ministerio de Industria, sin incluir la batería general, ni la ascendente individual.	1,000	558,54	558,54
7.6	ud	Suministro y colocación de depósito cilíndrico de PVC, con capacidad para 1000 litros, dotado de tapa, y sistema de regulación de llenado, mediante llave de compuerta de 25 mm. y sistema de aliviadero mediante llave de esfera de 1" totalmente montado y nivelado con mortero de cemento, instalado y funcionando, sin incluir la tubería de abastecimiento.	3,000	149,53	448,59
7.7	ud	Suministro e instalación de inyector de fertilizante, compuesto por electrobomba centrífuga de 37 kW y depósito de expansión de membrana de 25l de capacidad, montaje monobloc i/cuadro de maniobra compuesto por armario metálico intemperie conteniendo interruptores, diferencial, magnetotérmico y de maniobra , contactor y demás elementos necesarios, según REBT i/recibido, instalado.	1,000	151,83	151,83
7.8	ud	Ventosa/purgador automático 3 funciones, de fundición, con brida, de 160 mm. de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.	1,000	823,29	823,29
7.9	ud	Suministro e instalación de programador electrónico TORO o RAIN DIRD de 12 estaciones, digital, con transformador incorporado y montaje.	1,000	379,27	379,27

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
7.10	ud	Suministro e instalación de grupo de presión compuesto por electrobomba centrífuga de 37 kW y depósito de expansión de membrana de 25 l. de capacidad, montaje monobloc, i/cuadro de maniobra compuesto por armario metálico impermeable conteniendo interruptores, diferencial, magnetotérmico y de maniobra, contactor, relé guardamotor y demás elementos necesarios, según R.E.B.T., i/recibido, totalmente instalado.	1,000	510,27	510,27
Total presupuesto parcial nº 7 Cabezal de riego:					13.192,89

Presupuesto parcial nº 8 Instalación de riego

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
8.1	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.	502,200	6,18	3.103,60
8.2	m3	Relleno y extendido de tierras propias en zanjas, por medios manuales, sin aporte de tierras, y con p.p. de medios auxiliares.	502,200	5,27	2.646,59
8.3	m.	Tubería de PVC de 160 mm. de diámetro nominal, unión por junta de goma, para una presión de trabajo de 6 kg/cm ² ., colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm. de espesor, con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada.	12,600	16,09	202,73
8.4	m.	Tubería de PVC de 110 mm. de diámetro nominal, unión por junta de goma, para una presión de trabajo de 6 kg/cm ² ., colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm. de espesor, con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada.	213,750	6,30	1.346,63
8.5	m.	Tubería de PVC de 20 mm. de diámetro nominal, unión por junta de goma, para una presión de trabajo de 6 kg/cm ² ., colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm. de espesor, con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada.	275,850	4,42	1.219,26
8.6	ud	Electroválvula de plástico para una tensión de 24 V., con solenoide y regulación de caudal, de 1" de diámetro, i/conexión a la red, totalmente instalada.	6,000	96,14	576,84
8.7	Ud	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 20 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 1 y 4 bar. Incluso manómetro, elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Incluye: Replanteo. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	6,000	72,17	433,02
8.8	m	Línea eléctrica de cobre de 2x1,5 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, totalmente instalada	40,000	0,45	18,00
8.9	ud	Arqueta de plástico de planta rectangular para la instalación de 1 electroválvula y/o accesorios de riego, i/arreglo de las tierras, totalmente instalada.	6,000	10,37	62,22
8.10	ud	Gotero autocompensante de 2.2 litros/hora, instalado en ramal de 20 mm., incluso éste y p/p. de línea y derivación, totalmente instalado.	1.500,000	1,57	2.355,00
8.11	ud	Suministro y colocación de llave de corte por compuerta, de 2 1/2" (63 mm.) de diámetro, de latón fundido, colocada mediante unión roscada o soldada, totalmente equipada, instalada y funcionando.	6,000	25,56	153,36
8.12	ud	Purgador automático de fundición con brida, de 60 mm. de diámetro, colocado en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalado.	6,000	167,33	1.003,98

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
8.13	m	<p>Tubería de riego por goteo, formada por tubo de polietileno, color negro, de 20 mm de diámetro exterior, con goteros auto compensantes, situados cada 30 cm. Incluso accesorios de conexión.</p> <p>Incluye: Replanteo y trazado. Colocación de la tubería. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	7.500,000	1,87	14.025,00
Total presupuesto parcial nº 8 Instalación de riego:					27.146,23

Presupuesto parcial nº 9 Instalación eléctrica

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
9.1	ud	Regleta de superficie de 2x36 W. con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa de acero de 0,7 mm., pintado con pintura epoxi poliéster y secado al horno, sistema de anclaje formado por chapa galvanizada sujeta con tornillos incorporados, equipo eléctrico formado por reactancias, condensador, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes estándar y bornas de conexión. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.	1,000	58,29	58,29
9.2	ud	Transformador de media a baja tensión de 24 V de potencia, en baño de aceite, refrigeración natural, para interior, de las siguientes características: tensión primaria 25 kV., tensión secundaria 231/400 A., regulación +- 2,5% +- 5%; conexión DYn11; tensión de cortocircuito 4%. Equipado con termómetro de esfera de dos contactos y termostato, puentes de conexión entre módulo de protección y transformador realizado con cables de A.T. 12/20 kV. unipolares de 1x50 mm2. Al., terminales enchufables en ambos extremos y rejilla de protección.	1,000	5.594,98	5.594,98
9.3	ud	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.	1,000	9,19	9,19
9.4	ud	Foco base con lámpara LED de 13 W. para conexión directa o con adaptador para carril, con protección IP20 clase I, cuerpo metálico lacado, con articulación giratoria, lámpara LED 13 W. 12 V. y transformador. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.	2,000	148,97	297,94
9.5	ud	Luminaria de emergencia autónoma de 30 lúmenes, telemandable, autonomía superior a 1 hora, equipada con batería ni. Cd estanca de alta temperatura.	1,000	44,67	44,67
9.6	ud	Caja general protección 250 A. incluido bases cortocircuitos y fusibles calibrados de 250 A. para protección de la línea repartidora, situada en fachada o interior nicho mural.	1,000	167,80	167,80
9.7	m.	Línea repartidora, formada por cable de cobre de 3,5x25 mm2, con aislamiento de 0,6 /1 kV, en montaje empotrado bajo tubo de PVC corrugado forrado grado de protección 7, de D=29 mm . Totalmente instalada, incluyendo conexionado.	4,000	16,50	66,00
9.8	m	Derivación individual 3x25 mm2, (línea que enlaza el contador o contadores de cada abonado con su dispositivo privado de mando y protección), bajo tubo de PVC rígido D=29/gp7, conductores de cobre de 35 mm2. y aislamiento tipo VV 750 V. en sistema monofásico, más conductor de protección. Totalmente instalada en canaladura a lo largo del hueco de escalera, incluyendo elementos de fijación y conexionado.	40,000	11,07	442,80
9.9	m.	Circuito de potencia para una intensidad máxima de 20 A. o una potencia de 10 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 4 mm2. de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 21 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.	20,000	7,35	147,00
Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)

9.10	m.	Circuito de potencia para una intensidad máxima de 10 A. o una potencia de 5 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 1,5 mm ² . de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 13 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.	18,000	6,16	110,88
9.11	m.	Circuito de potencia para una intensidad máxima de 30 A. o una potencia de 16 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 10 mm ² . de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 29 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.	15,000	10,54	158,10
Total presupuesto parcial nº 9 Instalación eléctrica:					7.097,65

Presupuesto parcial nº 10 Plantación

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
10.1	ha	Subsolado cruzado con tractor de orugas de entre 165 CV de potencia nominal, ejecutando la labor entre 50 y 80 cm de profundidad, sin inversión de horizontes, siguiendo las curvas de nivel, en terrenos sueltos de pendiente media menor al 20 %.	9,000	38,12	343,08
10.2	ha	Laboreo mecánico con cultivador de consistencia media, comprendiendo dos pases cruzados de cultivador suspendido.	9,000	19,73	177,57
10.3	ud	Unidad de replanteo por hectárea con equipo topográfico compuesto por topógrafo y ayudante, con estación total, jalones, cuerdas y medios auxiliares	1,000	23,77	23,77
10.4	m2	Revisión de los plantones y almacenamiento a su llegada a la explotación en zanjas de 50-60cm de profundidad, colocadas en una zona sombreada, ventilada y con buena humedad, recubriéndose sus raíces con tierra o arena húmeda, hasta el momento de la plantación.	4.500,000	0,95	4.275,00
10.5	ud	Pistacho de variedad Kerman injertado sobre patrón UCB1, material genético certificado.	1.274,000	21,12	26.906,88
10.6	ud	Pistacho de variedad Peter injertado sobre patrón UCB1, material genético certificado.	90,000	21,17	1.905,30
10.7	ha	Plantación mecanizada, distancia entre plantones de 7 m, anchura entre líneas de árboles de 6 ejecutando la labor con plantadora lineal simple, accionada por un tractor de 165 CV de potencia nominal, en terrenos de baja pendiente, sin piedras ni elementos vegetales. No se incluye el precio de las plantas. Plantación con arado plantador y tractor, distancia entre plantones de 7 m, anchura entre líneas de árboles de 6 m.	4,500	129,30	581,85
10.8	ud	Suministro y colocación de protector de tronco de árbol de forma cilíndrica, de 30 cm. de diámetro y una altura total de 70 cm., realizado con 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.	1.364,000	1,20	1.636,80
10.9	ud	Entutorado de árbol con 1 tutor vertical de rollizo de pino torneado, de 1.5 m. de longitud y 0.50 cm. de diámetro con punta en un extremo y baquetón en el otro, tanalizado en autoclave, hincado en el fondo del hoyo de plantación, retacado con la tierra de plantación, y sujeción del tronco con cincha textil no degradable, de 3-4 cm. de anchura y tornillos galvanizados.	1.364,000	1,50	2.046,00
10.10	m2	Revisión general de las plantas, colocando correctamente las que se hallen en mala posición.	4.500,000	0,42	1.890,00
10.11	ud	Reposición de marras sobre una superficie de una hectárea, siendo el porcentaje de marras de hasta el 20 %, incluyéndose en la misma operación la apertura manual del hoyo con azada o similar y la plantación, siendo los hoyos de 0,4x0,4x0,4 m. y las plantas suministradas en contenedores de capacidad media de 250 cm3.	273,000	0,45	122,85
Total presupuesto parcial nº 10 Plantación:					39.909,10

Presupuesto parcial nº 11 Maquinaria y equipos

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
11.1	ud	Atomizador neumático arrastrado que incorpora un depósito de 2000 L de capacidad, una bomba que impulsa el líquido y un conjunto de boquillas que generan las gotas.	1,000	5.000,00	5.000,00
11.2	ud	Trituradora-desbrozadora de ramas	1,000	1.800,00	1.800,00
11.3	ud	Incluye 6 tijeras neumáticas de poda con corte de 35 mm, con manguera en espiral de 12 metros.	1,000	334,00	334,00
Total presupuesto parcial nº 11 Maquinaria y Equipos:					7.134,00

Presupuesto parcial nº 12 Seguridad y salud

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
12.1	ud	Pantalla de seguridad para soldador, con fijación en cabeza, (amortizable en 5 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	3,000	2,06	6,18
12.2	ud	Semi-mascarilla antipolvo un filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	12,000	2,33	27,96
12.3	ud	Filtro recambio de mascarilla para polvo y humos, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	24,000	1,85	44,40
12.4	ud	Juego de tapones antiruido de silicona ajustables. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	10,000	1,02	10,20
12.5	ud	Gafas protectoras contra impactos, incoloras, homologadas, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	10,000	0,69	6,90
12.6	ud	Protectores auditivos con arnés a la nuca, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	10,000	2,06	20,60
12.7	ud	Mono de trabajo de una pieza de poliéster- algodón. Amortizable en un uso. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	10,000	11,33	113,30
12.8	ud	Par de botas altas de agua. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	10,000	6,18	61,80
12.9	ud	Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	10,000	6,17	61,70
12.10	ud	Par de guantes de nitrilo alta-resistencia. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	10,000	3,09	30,90
12.11	ud	Par de guantes de uso general de piel de vacuno. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	10,000	3,09	30,90
12.12	ud	Par de guantes para soldador, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	3,000	1,99	5,97
12.13	ud	Mandil de cuero para soldador, (amortizable en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	3,000	4,44	13,32
12.14	ud	Traje impermeable de trabajo, 2 piezas de PVC. Amortizable en un uso. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	10,000	6,18	61,80
12.15	ud	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.	3,000	5,56	16,68
12.16	ud	Cubrición de hueco horizontal de 2,00x2,00 m. con mallazo electrosoldado de 15x15 cm. D=4 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.	2,000	18,77	37,54
12.17	ud	Valla de obra reflectante de 170x25 cm. de poliéster reforzado con fibra de vidrio, con terminación en colores rojo y blanco, patas metálicas, amortizable en 5 usos, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97.	2,000	21,26	42,52
12.18	ud	Señal de seguridad circular de D=60 cm., normalizada, con soporte metálico de acero galvanizado de 80x40x2 mm. y 2 m. de altura, amortizable en cinco usos, i/p.p. de apertura de pozo, colocación y desmontaje. s/ R.D. 485/97.	2,000	19,01	38,02

12.19	ud	Cinta reflectante de balizamiento de plástico dos caras con texto, colocada. Amortizable en 1 uso. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	350,000	4,30	1.505,00
Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
12.20	ud	Valla de contención de peatones, metálica, prolongable de 2,50 m. de largo y 1 m. de altura, color amarillo, amortizable en 5 usos, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97.	2,000	12,02	24,04
12.21	ud	Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B, de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor. Medida la unidad instalada. s/ R.D. 486/97.	2,000	48,67	97,34
12.22	ms	Mes de alquiler (min. 12 meses) de caseta prefabricada para aseo en obra de 1,70x0,90x2,30 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm., placa turca, y un lavabo, todo de fibra de vidrio con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenolítica antideslizante y resistente al desgaste. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, inst. eléctrica monofásica de 220 V. con automático. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.	1,000	186,30	186,30
12.23	ud	Botiquín de urgencia para obra con contenidos mínimos obligatorios, colocado.	1,000	83,89	83,89
12.24	ud	Reposición de material de botiquín de urgencia.	1,000	62,98	62,98
Total presupuesto parcial nº 12 Seguridad y Salud:					2.590,24

Presupuesto general y resumen de presupuestos

Capítulo	Importe	%
Capítulo 1 Movimiento de tierras.	55,56	0,05
Capítulo 2 Cimentación.	1.076,15	1,05
Capítulo 3 Estructura.	463,18	0,45
Capítulo 4 Cerramientos.	1.408,74	1,37
Capítulo 5 Cubierta.	724,36	0,71
Capítulo 6 Carpintería y cerrajería.	1.869,67	1,82
Capítulo 7 Cabezal de riego.	13.192,89	12,85
Capítulo 8 Instalación de riego.	27.146,23	26,44
Capítulo 9 Instalación eléctrica.	7.097,65	6,91
Capítulo 10 Plantación.	39.909,10	38,87
Capítulo 11 Maquinaria y Equipos.	7.134,00	6,95
Capítulo 12 Seguridad y Salud.	2.590,24	2,52
Presupuesto de ejecución material .	102.667,77	
13% de gastos generales.	13.346,81	
6% de beneficio industrial.	6.160,07	
Suma .	122.174,65	
21% IVA.	25.656,68	
Presupuesto de ejecución por contrata .	147.831,33	
Honorarios de Arquitecto		
Proyecto	2,00% sobre PEM .	2.053,36
IVA	21% sobre honorarios de Proyecto .	431,21
	Total honorarios de Proyecto .	2.484,57
Dirección de obra	2,00% sobre PEM .	2.053,36
IVA	21% sobre honorarios de Dirección de obra .	431,21
	Total honorarios de Dirección de obra .	2.484,57
	Total honorarios de Arquitecto .	4.969,14
Honorarios de Aparejador		
Dirección de obra	2,00% sobre PEM .	2.053,36
IVA	21% sobre honorarios de Dirección de obra .	431,21
	Total honorarios de Aparejador .	2.484,57
	Total honorarios .	7.453,71
	Total presupuesto general .	155.285,04

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CIENTO CINCUENTA Y CINCO MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y CINCO EUROS CON CUATRO CÉNTIMOS.

Palencia, junio de 2024
 Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural
 Virginia Fernández Negro