



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Grado de Ingeniería Forestal y del Medio Natural

**Proyecto de plantación de un cultivo de
madroño en Santibáñez de la Sierra
(Salamanca)**

Alumno: José Antonio Morato García

Tutora: Sara Uzquiano Pérez

Cotutor: José A. Reque Kilchenmann

Septiembre de 2020

DOCUMENTO N° 1:

MEMORIA

RESUMEN:

El madroño (*Arbutus unedo* L.) es un arbusto difundido por toda la región mediterránea, con una amplia distribución por toda la Sierra de Francia, donde de forma tradicional se ha consumido su fruto y se ha llegado a destilar para elaborar aguardiente. En Santibáñez de la Sierra se localiza en las zonas más bajas y expuestas a la insolación junto con brezales, encinas y alcornoques, a veces entremezclados con las masas de rebollo en forma de monte bajo. El presente proyecto tiene por objeto el establecimiento de una plantación de madroño de 2,37 ha, aprovechando los beneficios que supone cultivar una especie silvestre existente de forma natural en el municipio, tolerante al estrés hídrico y con gran potencial en la prevención de incendios, tanto por su resiliencia como por su rápida capacidad de regeneración. El promotor pretende conocer las actuaciones necesarias para la planificación, diseño y puesta en marcha de una producción regular, rentable y de calidad de fruto, en un cultivo novedoso y pionero, pero con gran potencial para la venta en fresco y la producción de derivados como aguardiente y miel, que pueda contribuir a sumar en la diversificación de los actuales cultivos principales de la zona: viñedo y cereza. En el proyecto, tras un estudio previo de los condicionantes internos (clima, suelo, agua) y de los externos (mercado, socioeconomía), se marcan las pautas necesarias para implementar el proceso productivo, describiendo y presupuestando cada uno de los pasos, las necesidades y sus plazos para una final evaluación económica que demuestre la rentabilidad económica de la plantación.

Agradecimientos

En especial, a Catarina, Sara y Mónica.

Y, porque ya asentó el tiempo: a la memoria reciente de la tía Toña, mi abuela.

ÍNDICE

1. Objeto del proyecto	6
1.1. Naturaleza del proyecto	6
1.2. Localización	6
1.3. Dimensiones	6
2.1. Motivación del proyecto	7
2.2. Estudios previos	8
2.3. Planes y programas	8
3. Bases del proyecto	9
3.1. Análisis de la situación actual	9
3.2. Finalidad del proyecto	9
3.2. Condicionantes del promotor	9
3.3. Criterios de valor	9
3.4. Condicionantes internos	10
3.3.1. Condicionantes del medio físico	10
3.3.2. Condicionantes relativos al marco legal	14
3.3.3. Condicionantes de tipo socio-económico	15
3.4. Condicionantes externos	15
3.4.4. Núcleos de población	15
3.4.5. Proveedores y servicios	15
3.4.6. Potencialidades productivas del madroño	16
3.4.7. Mercado de venta del producto	16
3.4.8. Infraestructuras de comunicación	16
4. Estudio de las alternativas del proyecto	17
4.1. Elección del material vegetal	17
4.1.1. Elección de la especie	17
4.1.2. Elección de los cultivares	17
4.2. Diseño de la plantación	17
4.2.1. Sistemas de plantación	17
4.2.2. Densidad y marco de plantación	17
4.2.3. Orientación de las filas	17
4.2.5. Distribución del terreno	17
4.2.4. Disposición de los cultivares	18

4.3. Tratamiento de la vegetación preexistente	18
4.4. Preparación del terreno	18
4.5. Plantación.....	18
4.6. Técnicas de cultivo	18
4.4.3. Sistema de formación y poda	18
4.4.4. Riego.....	19
4.4.5. Mantenimiento del suelo	19
4.4.6. Fertilización	19
4.4.7. Gestión integral de plagas y enfermedades	19
4.4.8. Polinización	19
4.4.9. Recolección	20
4.4.11. Sistema de producción y certificación.....	20
5. Ingeniería del proyecto.....	20
5.1. Ingeniería del proceso.....	20
5.1.1. Implementación de la plantación	20
5.1.2. Satisfacción de necesidades	33
5.2. Ingeniería de las obras.....	34
5.2.1. Nave-almacen.....	34
5.2.2. Instalación del riego	34
5.2.3. Instalación de electricidad.....	36
8. Presupuesto general.....	38
9. Evaluación económica del proyecto	41

1. Objeto del proyecto

1.1. Naturaleza del proyecto

El presente proyecto tiene por objeto el establecimiento de una plantación de madroño (*Arbutus unedo* L.), tratando de transformar en cultivable una especie silvestre existente de forma natural en el municipio, tolerante al estrés hídrico y con gran potencial en la prevención de incendios, tanto por su resiliencia como por su rápida capacidad de regeneración.

Con la plantación se busca una producción regular, rentable y de calidad de fruto, en un cultivo novedoso y pionero, pero con gran potencial para la venta en fresco y la producción de derivados como aguardiente y miel. Para ello, se marcan las pautas necesarias para implementar el proceso productivo, describiendo y presupuestando cada uno de los pasos, las necesidades y sus plazos para una final evaluación económica que demuestre la rentabilidad económica de la plantación.

1.2. Localización

La parcela se encuentra localizada en el término municipal de Santibáñez de la Sierra, en la Sierra de Francia, al sur de la provincia de Salamanca y a 65 km de la capital. Está compuesta de dos parcelas catastrales diferentes como se recoge en la siguiente Tabla M.1. y en la Figura M.1.:

Tabla M.1. Datos identificativos de las parcelas. **Fuente:** Catastro.

Polígono	Parcela	Referencia catastral	Área (ha)
3	536	37300A003005360000DO	1,0204
3	543	37300A003005430000DX	1,3576

La parcela está a una altitud media de 590 m.s.n.m. y localizada en:

- Coordenadas de referencia:
 - Latitud: 04° 29' 34" N
 - Longitud: 5° 54' 02" W

Para acceder a la finca se hace a través de un camino agrícola que sale al este de Santibáñez de la Sierra, cruzando el Arroyo de los lomos y en dirección al paraje de "La Encinita", tal y como se recoge en el Plano 2.

1.3. Dimensiones

La parcela tiene una superficie total de 2,37 ha, de las que al cultivo se destinarán 1,8 ha, dado que el resto de los 5565 m² se considera área improductiva que incluye los caminos, el pozo y la nave-almacén ya existente de 132 m² (Tabla M.2. y Plano nº3). La parcela estaba dedicada al cultivo de viñedo, abandonado en la actualidad con un

uso residual donde el propietario cede los pastos para la entrada de ovejas.



Figura M.1. Cartografía catastral de las parcelas nº 37300A00300543 y 37300A00300536 (identificados con cuadrado azul) y la localización. Fuente: <https://www1.sedecatastro.gob.es/>

Tabla M.2. Dimensiones de la parcela.

Polígonos	Perímetro	Área
Parcela	887 m	2,37 ha
Parte productiva	842 m	1,8 ha
Nave-Almacén	61 m	135 m ²
Parte improductiva (Caminos, pozo, etc.)		0,56 ha

2. Antecedentes

2.1. Motivación del proyecto

El proyecto se redacta con el motivo de diseñar una plantación para poner en valor el fruto de una especie silvestre autóctona en la zona, actualmente en declive, que tradicionalmente se ha consumido y destilado para elaborar aguardiente. La idea de poner en marcha esta plantación, con cierto carácter experimental, parte del propio redactor y del promotor, Pedro Vivas Sánchez, con las pretensiones de diversificar los actuales cultivos principales de la zona: viñedo y cereza, tratando de poner en el mercado el madroño para consumo en fresco y los productos transformados. El promotor cuenta con experiencia en la producción de vino y espera poder aprovechar de la plantación otros productos derivados del madroño, como el aguardiente, miel y otros productos transformados.

Por otro lado, el presente proyecto facilitará el conocimiento del madroño, posibilitando la implementación de prácticas culturales en la distribución espontánea de la especie, de forma que se pueda recuperar la recolección del fruto desde un punto de vista más comercial, implicando, con ello, beneficios socioeconómicos en la Comarca.

2.2. Estudios previos

Para la elaboración del proyecto previamente se han debido de realizar una serie de estudios y consultas:

- Estudio climático a través de los datos extraídos de la estación de la Rinconada de la Sierra (Salamanca), Matacán (Salamanca), proporcionados por el Instituto Nacional de Meteorología, y del Atlas Agroclimático de Castilla y León (Anexo II).
- Estudio edafológico de la parcela de plantación y del agua de riego (Anexo III).
- Estudio ecológico, biológico, fenológico y fitosanitario del madroño (Anexo I).
- Estudio de mercado y potencialidades del fruto del madroño y de los productos derivados (Anexos V y VI).
- Estudio de necesidades hídricas y nutritivas del madroño y planificación del riego y de la fertilización (Anexo VII)
- Estudio de problemas fitosanitarios y desarrollo de un plan integrado de defensa fitosanitaria.

2.3. Planes y programas

La parcela objeto de estudio no está incluida en ningún espacio protegido ni está sometida a ninguna figura de protección especial. tipo de espacio sometido a figuras de protección especial. Se ha comprobado que no se incluye en ninguna figura perteneciente a la Red Natura 2000 (LIC o ZEPA), no se ve afectada por servidumbres, ni se tiene conocimiento de la existencia de ningún elemento declarado bien de interés cultural (BIC) o yacimiento arqueológico inventariado en la parcela.

La única figura reseñable es estar incluida dentro los límites de la Reserva de la Biosfera de las Sierras de Béjar y Francia, que no implica ninguna restricción y que la propia naturaleza del proyecto se integra a la perfección en la definición que da la UNESCO: “las Reservas de la Biosfera son territorios cuyo objetivo es armonizar la conservación de la diversidad biológica y cultural y el desarrollo económico y social a través de la relación de las personas con la naturaleza”.

3. Bases del proyecto

3.1. Análisis de la situación actual

El proyecto se va a realizar sobre una parcela dedicada al viñedo en estado de abandono, de hecho, en el mapa topográfico de Castilla y León ya aparece como erial. El terreno se encuentra limitado por un camino agrícola al sur, al norte por el Arroyo de los Lomos y al este por el Arroyo del Valle (Plano nº 3). El uso actual del terreno es de pastizal para ganado ovino y en las parcelas vecinas hay cultivos de viñedo y cerezo y pastizales.

3.2. Finalidad del proyecto

El proyecto pretende la consecución de los siguientes objetivos:

- Demostrar la viabilidad y rentabilidad de un cultivo novedoso.
- Domesticar una especie silvestre como el madroño, de forma a adquirir la experiencia sobre su cultivo, facilitando su expansión.
- Diversificar las producciones agrosilvopastorales de la zona.
- Proporcionar la posibilidad de nuevos productos en la economía local: una miel unifloral más para los apicultores y un aguardiente para las bodegas.
- Potenciar la creación de empleo y el desarrollo socioeconómico ligado a las actividades agrosilvícolas.

3.2. Condicionantes del promotor

El proyecto se inicia con una serie de condicionantes impuestos por el promotor:

- Establecimiento de una plantación de madroño, conociendo todas las peculiaridades para poder obtener el máximo aprovechamiento de los frutos.
- Reducción de costes y mano de obra en el proyecto lo máximo posible, posibilitando todo lo posible que el promotor pueda ser el encargado de realizarlas o de supervisarlas, en el caso de ser contratadas.
- Obtención de buena rentabilidad y amortizar la inversión en el menor tiempo posible.

3.3. Criterios de valor

Los criterios de valor que se consideran son los siguientes:

- **Económicos:** Se reducirán los gastos y se maximizarán los beneficios en la medida de lo posible.
- **Ecológicos:** Se promoverá el realizar una plantación totalmente integrada en el medio con una producción de futuro en ecológico, facilitada por la presentida

rusticidad y resiliencia del madroño y por la mayor conciencia que está ganando el mercado agroalimentario.

- **Sociales:** El proyecto trata de generar valor empleando medios humano y materiales de la comarca.

3.4. Condicionantes internos

3.3.1. Condicionantes del medio físico

a) Clima

El estudio detallado del clima, así como las posibles incidencias que pueda ocasionar sobre el cultivo del madroño se encuentran recogido de una forma detallada en el "Anexo II: Estudio del clima". A continuación, se resumen los aspectos más destacados del clima de la parcela del presente proyecto, valorando de una forma somera la adaptación del madroño y la plantación a cada uno de los condicionantes.

Mediterráneo

Según Emberger el clima presenta veranos frescos, mientras que en los índices de Vernet se apunta a un clima mediterráneo. La misma consideración hace Kooppen de una forma más clara al considerarlo como clima mediterráneo de veranos secos y calurosos. En este sentido, el madroño es uno de los representantes más comunes del matorral mediterráneo totalmente adaptado a este tipo de clima.

Régimen de temperaturas

Seguidamente se dan unos datos generales de temperaturas relevantes de la zona:

- Temperatura media anual = **14,5 °C**
- Mes más frío: **Enero**
 - Temperatura media mensual = **6,7 °C**
 - Temperatura media de las mínimas = **2,2 °C**
 - Temperatura media de las mínimas absolutas = **-3,4 °C**
- Mes más cálido: **Julio**
 - Temperatura media mensual = **23,8 °C**
 - Temperatura media de las máximas = **33,2 °C**
 - Temperatura media de las máximas absolutas = **39,4 °C**
- Temperaturas extremas:
 - Mínima absoluta = **-12,0 °C**
 - Máxima absoluta = **46,0 °C**

El desarrollo óptimo del madroño se da en zonas con temperaturas medias anuales de entre 12 y 18 °C, no existiendo ninguna limitación térmica del local a la especie.

Régimen de precipitaciones

Los datos generales de precipitación para la zona son los que siguen (Tabla M.3):

- Precipitación total anual = **718 mm**
- Precipitación de primavera = **191 mm**
- Precipitación de verano = **50 mm**
- Precipitación de otoño = **226 mm**
- Precipitación de invierno = **253 mm**

Tabla M.3. Cuadro resumen de precipitación media mensual extraídos del visor del Atlas Agroclimático de Castilla y León. Fuente: <http://atlas.itacyl.es/> (Elaboración propia).

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	ANUAL
P (mm)	85	57	52	73	64	28	11	10	45	91	88	89	718

Las precipitaciones anuales son suficientes para el correcto desarrollo del madroño, sin embargo, el déficit hídrico es un factor relevante a tratar de amainar en los objetivos de una producción comercial de fruta.

Diagrama ombrotérmico

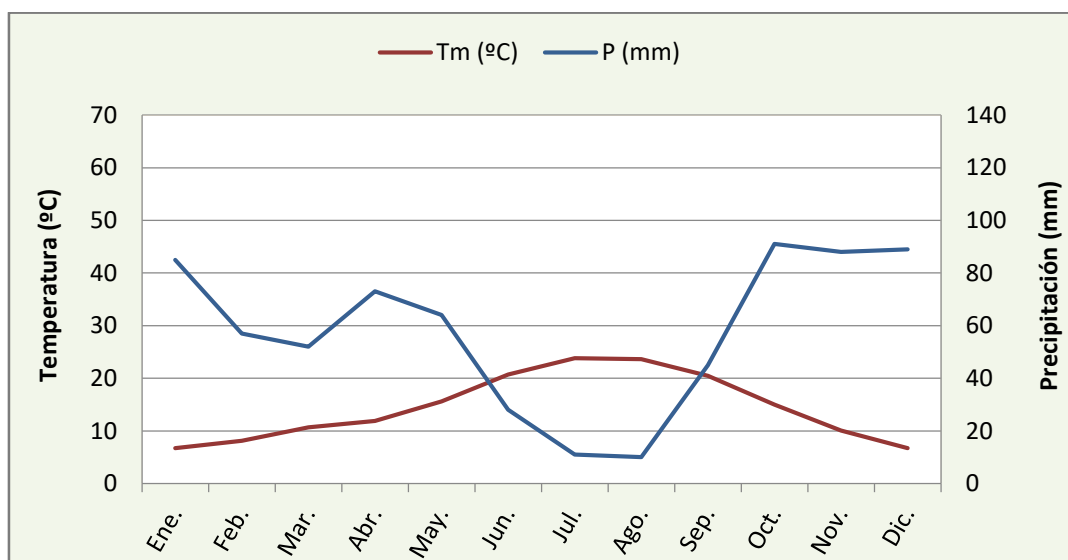


Figura M.2. Diagrama ombrotérmico de la zona de estudio. (Elaboración propia)

Periodo de heladas

El periodo de heladas libres es de 258 días, desde el 26 de marzo, día de última helada de primavera, hasta el 24 de noviembre, día de primera helada del otoño.

Elementos climáticos secundarios

- Viento: Las velocidades más frecuentes de los vientos dominantes (Oeste-Sur-Este), cuyas velocidades medias están comprendidas entre los 7 y 9 km/h están entre 5 y 12 km/h. El número de días en los meses de fructificación, octubre, noviembre y diciembre con vientos con velocidades superiores a los 55 km/h, que pudieran provocar la caída de los mismos es un fenómeno con ocurrencias bajas de 3 a 4 días. El viento no es factor condicionante a la plantación.
- Nieve, niebla y granizo no son factores condicionantes para las fases fenológicas más críticas del árbol, donde según la serie estudiada tienen probabilidades bajas de tener ocurrencia.

Evapotranspiración

La evapotranspiración anual del cultivo calculada por los distintos métodos es la siguiente:

- Thornthwaite:
 - ETP anual: 712 mm
 - Necesidades anuales: 363 mm
- Blaney Criddle:
 - ETc anual: 693 mm
 - Necesidades anuales: 330 mm
- Método mixto: Con el método mixto se estiman las necesidades de riego en 389 mm anuales.

Conclusión

El madroño es una especie resiliente y de la comparativa de su estudio fenológico (Anexo I) con el estudio climático de la zona (Anexo II) no se abstraen las que conclusiones de que existan factores limitantes a la pretendida plantación. El déficit hídrico demostrado, por su parte, se puede suplir realizando riegos en ese período.

b) Topografía

La parcela objeto del proyecto se encuentra situada en la Sierra de Francia (Salamanca), una comarca de carácter montañoso. Sin embargo, la futura plantación no tiene una suave pendiente, siendo esta próxima al 2%.

c) Suelo

Estudio de los condicionantes del suelo se ha llevado a cabo a partir de los resultados obtenidos del análisis de una muestra del mismo (Anexo III), recogándose un resumen interpretado en la tabla M.4

Propiedades físicas

- Profundidad y permeabilidad: La profundidad del suelo de la parcela sobrepasa los 1,50 m, aunque la pedregosidad es algo elevada a partir de los 1,20 m. No existen horizontes impermeables.
- Textura: El suelo presenta una textura franco-arcillo-arenosa.

Propiedades químicas

Tabla M.4. Resumen e interpretación de los principales parámetros del suelo que afectan a la plantación.

Parámetro	Resultado analítica suelo	Rangos adecuados para el madroño Fuente: Gomes et al. (2017)	Interpretación para la plantación de madroño
pH (1:2,5)	5,76	5,6 - 6,5	Medianamente ácido, adecuado para el madroño
Conductividad	0,16 mS/cm		No salino, sin afección al cultivo
Textura ISSS	Franco arcillo arenoso	Textura media	Adecuado
Materia orgánica oxidable	3,23 ± 0,07 %	2,1 - 4 %	Rico, adecuado para el madroño
Fósforo asimilable	26,3 ± 0,8	50 - 100 meq/100g	Insuficiente
Potasio asimilable	278 mg/kg	50 - 100 meq/100g	Alta
Calcio asimilable	7,26 meq/100 g	5 - 10 meq/100g	Adecuada
Magnesio asimilable	1,11 meq/100g	1 - 2,5 meq/100g	Adecuada

d) Agua de riego

El agua que se va a utilizar para el riego de la parcela procede de un pozo ya existente de 42 m de profundidad.

En el Anexo III se ha realizado debidamente el estudio del agua del presente sondeo, cuyos resultados se pueden resumir:

- pH: el valor por debajo del pH del suelo se encuentra dentro de los parámetros normales.
- Salinidad: la conductividad del agua se sitúa dentro de los valores correspondientes a aguas sin ninguna restricción de uso.
- Permeabilidad: la baja conductividad y el bajo RAS, 0.75, indican una restricción, en principio, de uso moderado a severo por problemas de infiltración, a las que en el Anexo III se proponen soluciones.
- Toxicidad: no va a existir ninguna restricción de uso por toxicidad de iones sodio y cloruro.
- Dureza del agua: clasificada como muy dulce.
- Índice Scott: clasifica el agua como buena.
- Clasificación Riverside: Agua de buena calidad aptas para el riego.

e) Vegetación

Del estudio de vegetación del Anexo IV se extraen las conclusiones de que el madroño es una especie biogeográficamente potencial y, además, sigue siendo especie actual. A pesar de no localizarse su presencia en la parcela sí se localiza a muy pocos metros en compañía de otras especies típicas del bosque mediterráneo. Por lo tanto, este hecho realiza la apuesta por el cultivo de una especie naturalmente adaptada a la zona.

f) Fauna

En la zona hay presencias elevadas de poblaciones potencialmente dañinas para la plantación en las primeras fases (Anexo IV), como el corzo, el ciervo, el jabalí o el conejo, con lo que se considera prever un vallado.

3.3.2. Condicionantes relativos al marco legal

El promotor es el propietario legal de la parcela y declara que sobre ella no existen cargas, servidumbres de paso o arrendamientos.

La parcela cuenta con una nave, referida en la Tabla M.2, que hará las veces de nave-almacén para almacenar la maquinaria, herramientas y resguardar la cosecha antes de que pase al canal del distribuidor. En ella se realizarán algunas instalaciones (cabezal de riego, fontanería, luz y saneamiento) y reformas indicadas en el Anexo VIII y en el plano nº10.

3.3.3. Condicionantes de tipo socio-económico

a) Aspectos económicos

No existen condicionantes económicos para soportar las inversiones iniciales y los costos del proceso improductivo. No obstante, se ha evaluado la financiación del proyecto, tanto por cuenta del promotor, como por cuenta ajena.

b) Mano de obra

El propio promotor pretende ser el encargado de la plantación ya que posee conocimientos de agricultura y fruticultura suficientes para llevar a cabo esta labor. Por lado, se debe referir que el hecho de que exista poca bibliografía previa y experiencias en el tratamiento agronómico del madroño y, por tanto, el proyecto tenga un cierto carácter experimental en todos los aspectos, obliga a considerar que se debe seguir un programa de mejora, tanto por parte del encargado, como por el presente redactor, que actuará como asesor técnico de la explotación más allá de la redacción del presente proyecto que sirve de guía y de estudio.

En cuanto a la mano de obra temporal que será necesaria en la época de recolección, es posible la contratación de personal proveniente de la propia comarca.

3.4. Condicionantes externos

3.4.4. Núcleos de población

La parcela, como se pueden ver en los planos se encuentra situada a unos 1500 m del núcleo urbano de Santibáñez e Béjar. Otros núcleos de mayor magnitud en la zona se localizan Linares de Riofrío, Guijuelo, La Alberca, y a mitad de camino Béjar o Ciudad Rodrigo.

Las capitales de provincia más cercanas son Salamanca (Castilla y León) que se encuentra a 75 km, y Cáceres (Extremadura) que se sitúa a 150 km.

3.4.5. Proveedores y servicios

La adquisición de las materias primas (fertilizantes, fauna auxiliar,) que se requerirán para el modo de producción ecológico, difícilmente se encontrarán, en un primer momento, en los proveedores de la zona, a los que habrá que instar a incluirlos en su gama, con lo que se deberá de recurrir a empresas de ámbito nacional que hagan llegar los productos por medio de transportadoras.

Los plantones de madroño necesarios para llevar a cabo la plantación se adquirirán de dos viveros diferentes. Por un lado, se instalarán clones reproducidos por una empresa portuguesa de carácter tecnológico ("GreenClon") y especializada en la mejora del madroño bajo criterios de la comercialización de su fruta en fresco, principal orientación productiva de la plantación. Y, por otro lado, para la reproducción de semilla local se trabajará con la planta que produzca un vivero de la zona norte de Cáceres

(“Agrocastanea”) especializado en el tratamiento agronómico de especies forestales y en la recuperación y conservación de variedades tradicionales en las comarcas del norte de Cáceres y del sur de Salamanca.

Los servicios agrícolas necesarios para la implantación del cultivo sí se buscarán y priorizarán en los agricultores de la zona.

3.4.6. Potencialidades productivas del madroño

En el Anexo V se ha estudiado el mercado para el fruto y los derivados de este árbol. Según la evolución sufrida en las últimas décadas por frutos similares, con los que el madroño comparte clasificación bajo el paraguas de “*los berries*”, sin lugar a dudas lo coloca en el mercado en una posición de salida ya ventajosa. Su consumo en la actualidad solo se le asocia a la recolección tradicional, pero en el mercado portugués ya han encontrado el filón a este árbol y están apostando fuertemente por él. La orientación productiva que llevará la plantación será la de producir fruto de calidad para el consumo en fresco, dado que presenta mejores lucros, pero, no por ello, se dejarán de aprovechar los frutos en peor estado para la comercialización en el sector de la industria.

Por otro lado, las necesidades de la plantación de apoyo para la polinización con colmenas, podrá iniciar en la zona la producción de la valorada y escasa miel de madroño.

3.4.7. Mercado de venta del producto

El fruto se abrirá a la venta del mercado de gourmet, tratando de llegar a los supermercados y a los países del norte de Europa, donde su entrada en el mercado puede ser más fácil y se pueden obtener mejores precios de venta. No se descontarán las posibilidades de colocar el fruto dentro del mercado local con un atractivo más para el floreciente turismo de la Sierra de Francia o el fruto de industria en las bodegas de la zona, de forma que puedan volver a poner en valor el valorado aguardiente de madroño, que de hecho es el producto regional más típico del Algarve.

3.4.8. Infraestructuras de comunicación

Las vías de comunicación hasta el municipio de Santibáñez de la Sierra son buenas pudiéndose llegar a la parcela con una pista que sale a las afueras del pueblo y que se encuentra en buenas condiciones.

4. Estudio de las alternativas del proyecto

4.1. Elección del material vegetal

4.1.1. Elección de la especie

La especie elegida para su implantación en la parcela objeto del proyecto es *Arbutus unedo* L.:

- **Familia:** Ericaceae
- **Clase:** Magnoliopsida
- **Especie:** *Arbutus unedo*; L., 1753

En el Anexo I se ha estudiado de forma pormenorizada, en cuanto a biología y ecología; siendo especialmente importante el estudio fenológico y de las características del fruto, de cara poder orientar el presente proyecto de la mejor forma posible.

4.1.2. Elección de los cultivares

En el “Anexo VI: Estudio de alternativas” se ha debidamente justificado la elección de los diferentes cultivares y origen de material vegetal, en base a garantizar la diversidad filogenética de las poblaciones naturales de madroño de la zona, poder escalonar y alargar la producción en lo posible o fomentar la polinización cruzado.

4.2. Diseño de la plantación

4.2.1. Sistemas de plantación

La disposición que mejor se adapta al cultivo en la parcela objeto de proyecto es la disposición rectangular o en líneas.

4.2.2. Densidad y marco de plantación

El marco de plantación seguido será de 4x2,5 m, alcanzando una densidad media de 1000 plantas/ha.

4.2.3. Orientación de las filas

Las líneas de plantación seguirán una orientación NNO – SSE (Nornoeste-Sursudeste), de cara a conseguir para el cultivo una insolación más homogénea, promover el drenaje natural hacia el Arroyo Lo Lomos y poder aprovechar de una forma más eficiente la parcela.

4.2.5. Distribución del terreno

La parcela objeto de proyecto presenta una superficie total de 2,37 ha, de la que 0,56 ha es área improductiva que se destinará a los caminos, a la explanada de acceso junto

a la nave preexistente y a mantener y conservar vegetación autóctona enclavada y en las lindes que convivirá con la plantación.

4.2.4. Disposición de los cultivares

En la distribución de los cultivares en el Anexo VI se han seguido consideraciones de conservación de la diversidad, protección, polinización o recolección, quedando cada cultivar escogido por el siguiente número de plantas (replanteo en plano nº4 y distribución de los cultivares en plano nº5):

- Clon AL 1: 847 plantas
- Clon AL 2: 565 plantas
- PS (Procedentes de semilla): 398 plantas

4.3. Tratamiento de la vegetación preexistente

La vegetación preexistente sólo será eliminada en su totalidad en esta fase previa a la plantación. Se opta por realizar un laboreo con grada de discos de cara a eliminar las herbáceas y posibles matorrales que compitan con los madroños en las primeras fases de la plantación. Se respetará, en cualquier caso, las encinas y fresnos localizados en la finca y la vegetación próxima a los arroyos (plano nº4).

4.4. Preparación del terreno

Para la preparación del terreno se combinarán labores primarios con secundarios, realizando, en primer lugar, una labor profunda con el pase del subsolador cruzado a una profundidad de 70 cm.

A continuación, se realizarán dos labores complementarias: una labor con vertedera, que permitirá incorporar enmiendas y enterrar la vegetación preexistente, así como poner a disposición la primera capa de desarrollo de las raíces, y, posteriormente, un pase superficial con cultivador, para desmenuzar los terrones, sin llegar a un grado de pulverización demasiado alto.

4.5. Plantación

La plantación se realizará manualmente mediante el empleo de palas rectas y/o azadones.

4.6. Técnicas de cultivo

4.4.3. Sistema de formación y poda

La importancia de esta técnica es grande, permitiendo facilitar las operaciones culturales, la cosecha, evitar la vecería,... Se opta por un sistema de formación "en arbusto", con un despunte muy bajo y una formación abierta en vaso. A la poda de formación, tal y como se ha descrito en el Anexo VI se combinarán una poda de limpieza

y fructificación hasta que se considere que el árbol necesita ser renovado a los 15 -20 años y necesita una poda de renovación.

4.4.4. Riego

Según el período estival de déficit hídrico que presenta en la zona y dado el interés productivo y piloto de la plantación se decide la instalación de un sistema de riego. En el Anexo VI se estudian las diferentes alternativas y condicionantes, optando por un sistema de riego localizado gota a gota.

4.4.5. Mantenimiento del suelo

Se opta por mantener el suelo con cubierta vegetal espontánea sólo usando una técnica de mantenimiento mixta con laboreos puntuales en determinadas ocasiones. Se considera, por tanto, que el corte mecánico de las hierbas en la entrelínea de los árboles, por medio de rozamiento, el método más eficaz para evitar la competición y la erosión del suelo y maximizar la infiltración de agua y beneficiar la biodiversidad, sin embargo, debe mantenerse de forma que la competición por el agua y los nutrientes entre las hierbas espontáneas y los madroños sea mínima.

4.4.6. Fertilización

En la plantación se opta por realizar en primer momento un abonado de fondo con la aplicación de un fertilizante órgano-mineral, en el que corregir especialmente la deficiencia de fósforo.

Para el abonado de mantenimiento se ha optado por la combinación de aplicaciones de estiércol con el que poder mantener los niveles de materia orgánica, con la aplicación de fertilizantes solubles en la fertirrigación. Las razones de su elección se recogen en el Anexo VI. Estudio de alternativas. Al optar por una producción ecológica todos los fertilizantes aplicados deben de tener certificación ecológica y ser aptos para este modo de producción, como se detalla en el Anexo I del Reglamento 889/2008.

4.4.7. Gestión integral de plagas y enfermedades

La gestión de plagas y enfermedades del madroño se hará bajo las premisas del modo de producción ecológico, descartándose el uso de un control químico y combinando los métodos de control mediante el uso de fitoprotectores, la lucha biológica o las prácticas culturales y mecánicas de una forma integral y monitorizada. Se tratará de realizar esta gestión bajo la premisa del control, que no supone la eliminación de los organismos nocivos, sino su manutención en niveles bajos y no dañinos para el normal desarrollo del madroño. Las diferentes alternativas propuestas para su desarrollo se evalúan en el Anexo VI.

4.4.8. Polinización

En las poblaciones naturales del madroño la polinización está garantizada por los polinizadores distribuidos de forma natural. Sin embargo, en la plantación se producirá la elevada presencia de flores en un corto espacio de tiempo, con lo que es conveniente asegurar que se produzca una correcta fecundación de las flores, que no tenga implicaciones en una menor productividad o peor calidad del fruto.

Se instalarán apiarios de abejas para completar esta actividad, y en el caso de malas predicciones para la polinización con abejas se deberá recurrir a la instalación de apoyo de colmenas de abejorros.

4.4.9. Recolección

La recolección para consumo en fresco, una vez que se ha demostrado el fruto como climatérico, se debe iniciar en el momento que la fruta adquiere un tono amarillo-anaranjado, priorizando la recolección de este tipo de fruta dado que es capaz de continuar la maduración y alarga la vida postcosecha. Será necesario pasar entre tres a cinco veces por planta, una vez que los frutos no maduran todos al mismo tiempo.

Los frutos amarillos y amarillo-anaranjados se colocarán en lugares ventilados y a temperatura ambiente, completándose la maduración al cabo de 8 a 10 días después de la cosecha.

4.4.10. Cerramiento

Como se recogió en el “Anexo VI” se va a realizar un cerramiento perimetral de 875 m lineales, con el empleo de una malla anudada cinegética 200/14/30 y postes de madera clavados.

Se dispondrá de un acceso, al lado de la nave-almacen de 6 m de ancho, tal y como se recoge en el Plano nº 7.

4.4.11. Sistema de producción y certificación

En la presente plantación se opta por apostar por un modo de producción en ecológico, siendo los motivos que han llevado a tomar la decisión explicados en el Anexo VI.

5. Ingeniería del proyecto

5.1. Ingeniería del proceso

5.1.1. Implementación de la plantación

a) Labores previas a la plantación

Petición del material vegetal

La demanda del material vegetal necesario se debe realizar a los viveros productores con un año aproximado de antelación respecto a la plantación, solicitándose un 1 % de plantas a más, según la previsión de marras.

Labor de subsolado

La labor de subsolado se realizará sobre el suelo seco a principios de septiembre.

Se efectuarán dos pases cruzados: el primero a unos 70 cm de profundidad, y el segundo, que irá en el sentido de las calles de la plantación

Labores complementarias

- **Labor de arado de vertedera.** La labor con arado de vertedera se efectuará alcanzando una profundidad de 30 cm y será necesario que el suelo se encuentre en tempero. Se podrá llevar a cabo previsiblemente a partir de mediados de octubre (en función de las primeras lluvias).
- **Labor con cultivador.** La labor con cultivador se deberá llevar a cabo justo antes de la plantación, de manera que el suelo quede completamente mullido y libre de malas hierbas.
- **Recepción de las plantas.** A la llegada del material vegetal a la parcela, se debe comprobar que las plantas se encuentran en buen estado. Estas deberán ser de calidad y estar certificadas, de manera que se tenga la seguridad de que están libres de enfermedades tales como *Agrobacterium tumefaciens*. Por otro lado, las plantas se deben agrupar por cultivares, de manera que a la hora de repartirlas por la parcela se eviten posibles confusiones.

b) Plantación

La plantación se efectuará manualmente, entre dos operarios y se realizará, preferentemente, en días favorables, nublados y húmedos para una mejor instalación y causar menos estrés a la planta. En cualquier caso, se dispondrá de un depósito de 1000 l cortado en la parte superior para permitir la inmersión de las macetas inmediatamente antes de su distribución y plantación.

c) Labores posteriores a la plantación

- **Riego de plantación.** Después de la plantación, en el caso de que vengan semanas secas, se aplicará un riego localizado en las hoyas dejadas a los pies de las plantas de 2 l de agua para humedecer completamente el bulbo.
- **Escarda de la vegetación.** En la primavera se realizarán sucesivas escardas para un control de las hierbas adventicias cerca de la raíz y el área aérea de la planta joven, para evitar la competencia con nutrientes, agua y luz. Será realizada por el encargado de la finca con una azada.

- **Reposición de marras** En abril, después de la plantación, el encargado realizará una revisión de todas las plantas, comprobando su buen desarrollo y crecimiento. En el caso de haber pérdidas se hará una primera replantación con el 1 % de plantas que fue adquirido a mayores, previniendo esta reposición de marras.

5.1.2. Riego

a) Necesidades netas de riego

Las necesidades de agua se han calculado a través de los valores de ETc calculados en el Anexo II mediante el método de Baney y Criddle. En el Anexo VII se hacen los debidos cálculos para llegar a estimar las necesidades totales de riego, que se recogen en la tabla M.5.

Tabla M.5. Necesidades totales de riego (en mm).

	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.
N _t mes	45,3	68,5	62,5	11,8
N _t día	1,5	2,2	2,0	0,4

b) Parámetros de riego

En el Anexo VII el diseño agronómico del riego llega a establecer, según área mojada por el emisor y al solape necesario, la siguiente elección:

- Caudal del emisor elegido: 4 L/h
- Nº emisores por planta: se hacen necesarios 2
- Distancia entre emisores: 1,25 m en una línea de tubería por línea de plantación.

c) Calendario de riegos

Según los cálculos realizados en el Anexo VII se llega a establecer un calendario de riegos (Tabla M.6)

Tabla M.6. Resumen calendario de riegos.

Años plantación	Variable	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.
1º año (20 % de Nt)	Nt (l/árbol-día)	3,0	4,4	4,0	0,8
	t (horas)	0,4	0,6	0,5	0,1
	Volumen riego (L/día)	5.539	8.101	7.390	1.437
2º año (30% de Nt)	Nt (l/árbol-día)	4,5	6,6	6,0	1,2
	t (horas)	0,57	0,83	0,76	0,15
	Volumen riego (L/día)	8.308	12.152	11.085	2.156
3º año (40% de Nt)	Nt (l/árbol-día)	6,0	8,8	8,1	1,6
	t (horas)	0,76	1,10	1,01	0,20
	Volumen riego (L/día)	11.078	16.202	14.780	2.875
4º año (52% de Nt)	Nt (l/árbol-día)	7,9	11,5	10,5	2,0
	t (horas)	0,98	1,44	1,31	0,25
	Volumen riego (L/día)	14.401	21.063	19.214	3.737
5º año (64% de Nt)	Nt (l/árbol-día)	9,7	14,1	12,9	2,5
	t (horas)	1,2	1,8	1,6	0,3
	Volumen riego (L/día)	17.725	25.923	23.648	4.599
6º año (76% de Nt)	Nt (l/árbol-día)	11,5	16,8	15,3	3,0
	t (horas)	1,4	2,1	1,9	0,4
	Volumen riego (L/día)	21.048	30.784	28.082	5.462
7º año (88% de Nt)	Nt (l/árbol-día)	13,3	19,4	17,7	3,4
	t (horas)	1,7	2,4	2,2	0,4
	Volumen riego (L/día)	24.372	35.645	32.516	6.324
A partir del 8º año (100% de Nt)	Nt (l/árbol-día)	15,1	22,1	20,1	3,9
	t (horas)	1,9	2,8	2,5	0,5
	Volumen riego (L/día)	27.695	40.505	36.950	7.186

A pesar de que solo se establezcan riegos de junio a octubre hay que tener en cuenta que los madroños, a partir de marzo, cuando empieza la fase de crecimiento de los frutos, son muy sensibles a la falta de agua, teniendo en esta fase, hasta la maduración, en octubre y noviembre, especial atención a las necesidades hídricas de la plantación. Así, en caso de primaveras secas y otoños secos, podrá ser necesario aportar riegos periódicos en abril, mayo u octubre. También el hecho de necesitar incorporar fertilizantes vía fertirrigación podrá hacer necesario realizar algún riego en mayo y

octubre.

5.1.3. Fertilización

a) Aplicación de enmiendas

Tras haber valorado las características y fertilidad del suelo (Tabla M.4), ya estudiado en el “Anexo III: Estudio edafológico”, se considera necesario aportar una enmienda órgano-mineral que corrija las deficiencias del suelo, especialmente en fósforo, y que actúe como abono completo de liberación lenta, idóneo para la fase de crecimiento del madroño hasta la entrada en producción, garantizándose las necesidades de 20 UF/ha de N en los primeros años de crecimiento de la planta.

Para ello se distribuirán 2.000 kg/ha del siguiente fertilizante “GUANITO · NPK (6-15-2) + 2 MgO + 10 CaO”.

b) Aplicación de estiércol

Para poder conservar los niveles de materia orgánica del suelo y poder reducir los gastos en aplicación de fertilizantes se aplicará anualmente estiércol pajoso de oveja, que es fácilmente disponible en la zona.

b) Fertilización de mantenimiento

Tras el estudio de las extracciones de nutrientes que se darán lugar en la plantación (Anexo VII) se diseña un programa de fertilización de mantenimiento, aplicando productos solubles autorizados en agricultura ecológica que permitan compensar las extracciones de nutrientes de forma a que la plantación desarrolle un crecimiento y una producción en las condiciones más ideales posible en la que tenga cubiertas todas sus necesidades (Tabla M.7).

Los fertilizantes que se usarán para compensar cada nutriente son los siguientes:

- **NPK:** Terrasei Equilibrio 7-7-7. Se elige este fertilizante dado que la necesidad de los tres principales nutrientes es similar y es la forma NPK que más se ajusta a las necesidades de la plantación. Es un abono líquido de fácil empleo y buena estabilidad.
- **Calcio:** Calsei 10. Este calcio es líquido y permite cubrir las necesidades de calcio del cultivo.
- **Magnesio:** Epso Top.
- **Microelementos:** Microsol MIX. De los mix de elementos analizados es el que tiene una composición que mejor se adapta a las necesidades del madroño.

En el Anexo VII está debidamente explicitado el programa de fertilización y de preparación de los tanques de abono para la fertirrigación.

Tabla M.7. Necesidades de cada elemento fertilizante.

Nutrientes	Macroelementos					Microelementos				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Cu	Zn	Fe	Mn	B
Necesidades 1º año (kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necesidades 2º año (kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necesidades 3º año (kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necesidades 4º año (kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necesidades 5º año (kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necesidades 6º año (kg)	26,13	43,38	31,91	25,52	19,95	0,04	0,13	0,21	0,05	0,05
Necesidades 7º año (kg)	46,49	53,47	52,66	36,84	29,42	0,06	0,19	0,31	0,07	0,08
Necesidades 8º año (kg)	55,88	58,13	62,23	42,07	33,79	0,07	0,21	0,35	0,08	0,09
Necesidades 9º año (kg)	77,03	68,61	83,77	53,82	43,61	0,09	0,27	0,45	0,10	0,11
Necesidades 10º año (kg)	82,51	71,33	89,36	56,87	46,16	0,10	0,29	0,47	0,11	0,12
Necesidades 11 - 25º año (kg)	84,86	72,49	91,75	58,17	47,25	0,10	0,29	0,48	0,11	0,12

5.1.4. Defensa fitosanitaria

Tras el estudio de las plagas y enfermedades descritas en el Anexo I se seguirá el siguiente plan orientativo para el control de las principales enfermedades y plagas hasta la fecha conocidas en el madroño (Tabla M.8 y M.9).

Los tratamientos foliares anteriormente descritos se llevarán a cabo por el encargado, con el tractor de la plantación y un atomizador que también se adquirirán.

Por otro lado, en el Anexo VII se recoge un plan de monitorización para que el encargado pueda ir realizando evaluaciones de los niveles poblacionales, estado de desarrollo de plagas y enfermedades, y fauna útil, que permitirá asegurar la toma de decisiones en base también a la fenología del cultivo y condiciones climáticas.

Tabla M.8. Plan integral orientativo de tratamientos para el control de enfermedades.

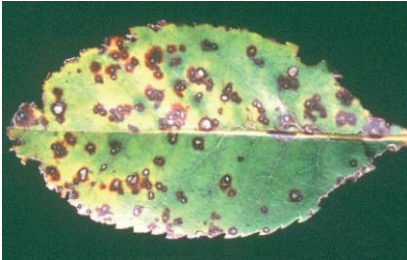
Enfermedad nociva	Fecha de aplicación prevista	Recomendaciones	Nombre comercial producto	Composición	Dosis de aplicación	Plazo de seguridad (PS)
<i>Phytophthora, Fusarium, Verticilium</i>	Tras la plantación y cada año después en marzo	Aplicación vía fertirriego. Para mayor efectividad y promover la acción de los microorganismos se aplica conjuntamente con materia orgánica	CONTRIBUTE AID	Inoculante fúngico con <i>Trichoderma koninglopsi</i>	1 kg/ha	No presenta
			PEDRIN	Materia orgánica líquida	10 L/ha	No presenta
Hongos varios (<i>Septoria, Antracnosis...</i>)	Postcosecha (Diciembre)	Tratamiento generalizado aplicado con el atomizador	CURENOX 500 WG	Oxicloruro de cobre 50 % p/p	400 g/hL	No presenta
<i>Septoria unedonis</i>  Fuente: Junta de Andalucía	Octubre, Marzo y Abril	Tratamiento generalizado aplicado con el atomizador	IRIDIUM	Extracto vegetal de rutáceas e lauráceas 20%	200 mL/hL	No presenta

Tabla M.9. Plan integral orientativo de tratamientos y lucha biológica para el control de plagas.

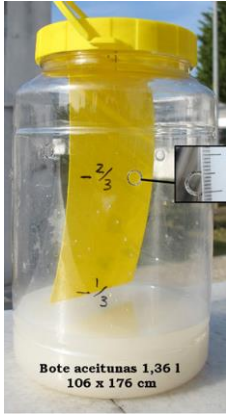
Organismo nocivo	Fecha de aplicación	Recomendaciones	Nombre comercial producto / Organismo lucha biológica	Composición	Dosis de aplicación	Plazo de seguridad (PS)
<p>Drosophila suzukii</p>  <p>Fuente: www.agriculters.com</p>	<p>Previo a la cosecha y hasta finalizarla (Octubre, Noviembre y Diciembre)</p>	<p>Preventivo: instalación en el perímetro de la plantación de 50 trampas/ha, de cara a no atraer hacia dentro de la plantación la plaga, y así hacer de barrera de contención.</p> <p>El conteo permitirá conocer el nivel de plaga. Solo es necesario comenzar con el trapeo, el año que la plantación empiece a producir y en el período de cosecha.</p> <p>Curativo: En el caso de entrada dentro de la plantación será necesario instalar 100 trampas/ha más, ósea 1 trampa colgada en uno de cada 10 árboles, para poder realizar captura masiva.</p>	<p>Se reutilizarán botellas de 1 o 2 litros perforadas con unos 15 agujeros en el tercio inferior de menos de 5 mm</p>  <p>Ejemplo de trampa casera. Fuente: RAIF de la Junta de Andalucía</p>	<p>350 ml agua, 7 g levadura fresca y 16 g de azúcar</p>	<p>300 ml del atrayente casero por botella, que se renovará cuando pierda su eficacia, cada 2 o 3 semanas.</p>	<p>No presenta</p>
<p>Pulgón / Cochinilla</p>	<p>1ª semana abril</p>	<p>Tratamiento generalizado aplicado con el atomizador. Debe ser aplicado en días nublados y con temperaturas no elevadas, para evitar la rápida degradación de las piretrinas.</p>	<p>PIRECRIS</p>	<p>Piretrinas naturales</p>	<p>150 mL/hL</p>	<p>1 día</p>
			<p>LIMBIO</p>	<p>Jabón potásico 125 g/L</p>	<p>300 mL/hL</p>	<p>No presenta</p>

Tabla M.9 (continuación). Plan integral orientativo de tratamientos y lucha biológica para el control de plagas.

Organismo nocivo	Fecha de aplicación	Recomendaciones	Nombre comercial producto / Organismo lucha biológica	Composición	Dosis de aplicación	Plazo de seguridad (PS)
<p>Orugas (<i>Charaxes jasius</i>, <i>Cacoecimorpha pronubana</i> y <i>Euproctis chrysorrhoea</i>)</p>  <p><i>Mariposa del madroño (Charaxes jasius). Fuente: L. Rodrigues</i></p>	Anual	Se colocarán trampas cada 25 m del perímetro, colgadas de la valla de la parcela. Su conteo será quincenal, ayudará al control y dará curvas de vuelo de cara a predecir los picos de población.	<p>Polillero LEPISAN</p>  <p><i>Fuente: Sansan</i></p>	<p>Estas trampas llevarán una feromona que atraerá y capturará a los adultos macho. Según incidencia de orugas se colocarán las feromonas en las trampas siguiendo este patrón: <i>Charaxes</i>, <i>Cacoecimorpha</i>, <i>Charaxes</i>, <i>Euproctis</i>, <i>Charaxes</i>,...</p>	<p>Sustituir las feromonas cada 2 meses.</p>  <p><i>Fuente: Sansan</i></p>	No presenta
 <p><i>Cacoecimorpha pronubana. Fuente: L. Rodrigues</i></p>	Junio	Aplicación con el atomizador en picos de vuelos confirmados por los conteos, previsiblemente en junio y septiembre.	TUREX SC	<i>Bacillus thuringiensis Aizawai 25%</i>	75 g/hL	No presenta

Tabla M.9 (continuación). Plan integral orientativo de tratamientos y lucha biológica para el control de plagas.










Organismo nocivo	Fecha de aplicación	Recomendaciones	Nombre comercial producto / Organismo lucha biológica	Composición	Dosis de aplicación	Plazo de seguridad (PS)
<p>Pulgón (<i>Wahlgreniella nerata</i> y <i>Aphis arbuti</i>)</p>   <p><i>Wahlgreniella nerata</i>. Fuente: L. Rodrigues</p>  <p><i>Aphis arbuti</i>. L. Rodrigues</p>	2ª semana abril	<p>Se colocarán en cajitas colgadas de las ramas de los árboles, o aprovechando el propio bote sobre el que vienen, así se evita la depredación de hormigas antes de su eclosión. Repetición de la suelta a las dos semanas en caso de necesidad.</p>	<p><i>Aphidius colemanii</i></p>  <p><i>Aphidius</i> parasitando pulgón. Fuente: Bioplanet</p>	Momias que vienen con un sustrato.	Suelta de 1000 momias/ha de	No presenta
	2ª semana abril		<p>Sírfidos (<i>Sphaeophoria rueli</i>)</p>  <p>Larva de sírfido depredando pulgón. Fuente: www.serida.org</p>	Las pupas vienen con un sustrato.	Suelta de 200 pupas/ha de	No presenta
	4ª semana abril		<p><i>Aphidius colemanii</i></p>	Momias que vienen con un sustrato.	Suelta de 1000 momias/ha de	No presenta
	<p>Sírfidos (<i>Sphaeophoria rueli</i>)</p>		Las pupas vienen con un sustrato.	Suelta de 200 pupas/ha de	No presenta	

Tabla M.9 (continuación). Plan integral orientativo de tratamientos y lucha biológica para el control de plagas.

Organismo nocivo	Fecha de aplicación	Recomendaciones	Nombre comercial producto / Organismo lucha biológica	Composición	Dosis de aplicación	Plazo de seguridad (PS)
Cochinilla (<i>Ceroplastes ruscie</i> y <i>Targionia vitiscausan</i>)  <i>Ceroplastes ruscie</i> . Fuente www.agrologica.es	Anual, aunque se prevé mayor presencia en primavera y otoño	Tratamiento localizado en focos que puedan encontrarse. Se realiza con una pistola conectada a una manguera y al atomizador. Las piretrinas se degradan con facilidad con la insolación y las altas temperaturas, con lo que será mejor preferente aplicar en horas de baja temperatura y luminosidad.	PIRECRIS	Piretrinas naturales 2,15 %	150 ml/hL	1 día
			LIMBIO	Jabón potásico 12,5 %	300 ml/hL	No presenta
Araña roja (<i>Tetranychus urticae</i>)  <i>Tetranychus urticae</i> . Fuente www.hortoinfo.es	Mayo	Dosificación encima de las hojas de los árboles.	<i>Amblyseus andersonii</i>  <i>Amblyseus</i> depredando araña roja. Fuente: www.biobest.es	Los ácaros vienen en botes con un sustrato.	Suelta preventiva: 7-10 individuos/m ²	No presenta
	Julio - Agosto	Se apareciesen focos de araña, se realizarán sueltas curativas en los focos de este ácaro especialista.	<i>Phytoseiulus persimilis</i>  <i>Phytoseiulus</i> depredando araña roja. Fuente: <i>Bioplanet</i>	Los ácaros vienen en botes con un sustrato.	15 individuos/m ²	No presenta

5.1.5. Bioestimulación y abonado foliar

En el Anexo VII también se recoge la aplicación vía foliar de estimulantes autorizados en agricultura ecológica en base aminoácidos y algas, por sus numerosas ventajas para el desarrollo de las plantas.

5.1.6. Mantenimiento sistema de riego

El encargado seguirá una serie de recomendaciones de tareas y revisiones de mantenimiento (Tabla VII.56-60) para garantizar el correcto funcionamiento de todos los equipos y tuberías del sistema de fertirrigación descritos en el Anexo VIII. Ingeniería de las obras:

5.1.7. Cerramiento perimetral

La parcela se cercará con un cerramiento perimetral de 887,66 m lineales, con el empleo de una malla anudada cinegética y postes de madera clavados, según detalle de Plano nº8.

5.1.8. Recolección

Será necesario pasar entre tres a cinco veces por planta, una vez que los frutos no maduran todos al mismo tiempo, entre el periodo previsible del 10 de octubre al 10 de diciembre. La recolección se dará iniciada cuando en las plantas se observe un 15 % de fruta con un tono amarillo-anaranjado.

Se considera según fuentes consultadas que la producción en media irá desde los 2 kg/planta y año hasta poder llegar a los 15 kg/planta y año.

Tabla M.10. Estimativa de la producción de la plantación.

Años tras la plantación	1º-2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º-25º
Producción media (kg/ha)	0	418	1.672	2.174	6.043	8.662	9.871	12.590	13.295	13.598
Producción total (kg)	0	753	3.010	3.913	9.646	13.744	16.597	21.461	22.884	24.383
Producción total en plantas PS (kg)	0	0	0	0	616	801	1.848	2.649	3.018	4.066
Producción total en clones AL1 y AL2 (kg)	0	753	3.010	3.913	9.030	12.943	14.749	18.813	19.866	20.318
Nº Plantas en producción	0	1.505	1.505	1.505	1.813	1.813	1.813	1.813	1.813	1.813

En cuanto a la producción recogida, se separará en dos tipos de calidades, los frutos de primera categoría serán destinados al consumo en fresco, mientras los que presenten fisiopatías, daños mecánicos o algún síntoma de plaga ya curado se podrán destinar a la industria, optimizando así al máximo la producción.

Tabla M.11. Estimativa de las producciones destinadas a cada mercado en cada campaña.

Años tras la plantación	1º- 2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º- 25º
Producción de 1ª categoría destinada al consumo en fresco	0	677	2.709	3.522	8.681	12.369	14.937	19.315	20.596	21.945
Producción de 2ª categoría destinada a la transformación	0	75	301	391	965	1.374	1.660	2.146	2.288	2.438

Por otro lado, considerando que en cada planta se deberá hacer al menos seis pasadas para recolectar toda la fruta y teniendo en cuenta el periodo acotado de producción, la mano de obra necesaria para la recolección manual será la siguiente.

Tabla M.12. Estimativa de las necesidades de mano de obra para recolectar la fruta en cada campaña.

Años tras la plantación	1º- 2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º- 25º
Kg a recolectar por semana del periodo de recolección (9 semanas)	0	84	334	435	1.072	1.527	1.844	2.385	2.543	2.709
Nº de días de recolección en cada semana	0	2	4	4	5	5	5	5	5	5
Nº de recolectores necesarios	0	1	1	2	4	5	6	8	8	8
h de recolección necesarias	0	89	354	460	1.135	1.617	1.953	2.525	2.692	2.869

5.1.2. Satisfacción de necesidades

a) Maquinaria y equipos alquilados

La maquinaria que es necesario alquilar para ejecutar las labores preparatorias del terreno se recogen en la tabla M.13

Tabla M.13. Maquinaria alquilada

Actividad		Maquinaria	
		Tracción	Equipos
Tratamiento vegetación preexistente		Tractor 80 CV	Grada discos
Labor profunda de preparación del terreno		Tractor 150 CV	Subsolador de tres púas
Aplicación de enmienda orgánica		Tractor 80 CV	Abonadora remolcada
Labores complementarias de preparación del terreno	Laboreo primario	Tractor 120 CV	Vertedera 4 cuerpos
	Laboreo secundario	Tractor 80 CV	Cultivador de 10 brazos y rejas extirpadoras
Cerramiento perimetral	Apertura zanja	Tractor 80 CV	Subsolador de una púa
Cerramiento perimetral	Clavado de postes	Tractor 80 CV	Clavapostes

b) Maquinaria y equipos comprados

La maquinaria que es necesario comprar para realizar las labores de mantenimiento de la plantación se recogen en la tabla M.14.

Tabla M.14. Maquinaria alquilada

Actividad		Maquinaria	
		Tracción	Equipos
Siega de las calles de plantación y triturado restos poda		Tractor frutero 49 CV	Desbrozadora- trituradora
Aplicaciones fitosanitarias			Atomizador 600 L

c) Mano de obra

Se contará con mano de obra fija, cuyo única persona será el propio promotor que pretende ser el encargado de la misma. Las laboras que deberá realizar se recogen en el Anejo VII. Por su parte la mano de obra eventual a excepción de algún peón en las labores de implementación de la plantación, únicamente serán los recolectores (Tabla M.12)

c) Materiales, energía, fertilizantes

Todo lo referente a todas las necesidades de materiales para desarrollar cada actividad del proceso productivo se encuentra recogido en el Anexo VII.

5.2. Ingeniería de las obras

5.2.1. Nave-almacen

La parcela actualmente cuenta con una nave de 132 m², que en la actualidad aloja a maquinaria agrícola de la familia del promotor y que podrá compartir espacio para servir para las necesidades del proyecto. Así la nave deberá albergar el cabezal de riego (equipo de filtrado, sistema de fertirrigación y automatización y dispositivos de control), zona de almacenamiento de los fertilizantes, vestuarios y aseos y garaje para el resguardo y almacenaje del tractor frutero, desbrozadora-trituradora, atomizador, remolque:, palets y envases recolección, combustibles, aceites y otras herramientas y materiales.

La nave simplemente requerirá de algunas reformas: la instalación de la luz y de la división de un área para el cabezal de riego y el almacenamiento de fertilizantes y otra para los vestuarios. Estas divisiones ser harán con panel sándwich de 30 mm de espesor y compuesto de dos chapas de acero galvanizado, prelacado y perfilado que encierran un núcleo aislante de espuma rígida de poliuretano inyectado de 40 kg/m³. Se abrirá una puerta de metal de 1 x 2,15 m en la fachada para acceso desde el exterior a los vestuarios y una de chapado de madera para la salida de los vestuarios al garaje de 0,72 x 2,03 m. La nave ya cuenta con un portón de dos hojas, de 3 x 3 m en la fachada oeste, así como varios tragaluces en el tejado. Todo esto está recogido en el Plano nº10.

5.2.2. Instalación del riego

Todos los cálculos y detalles referentes al diseño hidráulico del riego se encuentran recogidos en el Anejo VII: Ingeniería de las obras. A continuación se recogen los datos más relevantes.

a) Subunidades de riego

La red de riego va a estar formada por tres subunidades (ver Plano nº 6), que a su vez funcionarán como sectores de riego:

- **Subunidad A:** riega una superficie de 1.703 metros lineales y 33 laterales de riego.
- **Subunidad B:** riega una superficie de 1.444 metros lineales y 21 laterales de riego.
- **Subunidad C:** riega una superficie de 1.582 metros lineales con 36 laterales de riego.

Los laterales seguirán las calles de plantación, separadas de 4 m, como según se definió en el Anexo VI tratando de buscar el mejor diseño según la forma de la parcela y las infraestructuras ya existentes: nave y pozo.

Los materiales a utilizar en la red de distribución del riego deberán tener las siguientes características:

- Emisores: goteros pinchados autocompensantes y antidrenantes de 4 L,
- Laterales de riego: tubo de polietileno de baja densidad (PE-32), de 2,5 bares, con diámetro exterior de 16 mm e interior de 13,2 mm.
- Tuberías terciarias: tubo de polietileno de baja densidad (PE-40) de 400 y de 4 bares.

b) Tubería principal

Será la tubería que alimentará cada tubería terciaria. Debe ser de polietileno de baja densidad (PE-40), de 0,4 MPa, con un diámetro exterior de 50 mm y un diámetro interior de 44 mm.

c) Hidrante de riego

Se consideran los hidrantes de riego a la zona de alimentación de la tubería principal con cada tubería terciaria. En la parcela hay tres hidrantes donde irán colocados una electroválvula, un purgador de aire y un regulador de presión.

c) Sistema de filtrado

El sistema de filtrado estará constituido de un filtro de arena de 400 mm de diámetro y de dos filtros de discos de 120 mesh colocados en paralelo.

d) Equipo de impulsión

El conjunto de impulsión se deberá situar a 36 m de profundidad dentro del sondeo (profundidad total de la perforación: 42 m), ya que el nivel dinámico del agua varía normalmente entre los 24 y 26 m. Se utilizará una electrobomba sumergible de 3CV que se suspenderá mediante un cable de acero.

e) Equipo de fertirrigación

Bomba dosificadora. Se deberá utilizar una bomba dosificadora electromagnética de membrana seca con la capacidad de inyectar caudales entre 2,4-12 L/h.

Depósitos para fertilizantes. Se utilizarán depósitos o tanques resistentes a la corrosión, de paredes lisas y fácilmente lavables. Se necesitarán un total de cuatro depósitos con capacidades de 50 L, 3x500 L

f) Programador de riego

El programador de riego deberá tener un total de ocho estaciones.

5.2.3. Instalación de electricidad

La descripción completa de la instalación de electricidad, así como los cálculos que han sido necesarios para su dimensionamiento, se encuentran en el Anejo VIII.

a) **Suministro energético**

La captación de la energía eléctrica se realizará a través de una acometida que instalará Iberdrola desde una línea de media tensión de su propiedad que pasa en las cercanías.

b) **Potencia de necesaria**

La potencia necesaria para el alumbrado es de 710 W, y de 6.000 W para las tomas de fuerza. Aplicando un coeficiente de simultaneidad del 80%, se requiere una potencia total de 5.368 W.

c) **Sección de los cables de distribución**

La sección que deberán tener los cables de la acometida y las líneas de distribución es la siguiente:

- Acometida: 10 mm².
- Línea de alumbrado: 1,5 mm².
- Línea de las tomas de corriente de uso general: 2,5 mm².
- Línea trifásica: 2,5 mm².

5.3.3 Instalación de fontanería

La tubería de abastecimiento partirá del cabezal de riego (la toma será anterior a los equipos de filtrado) hasta puntos de consumo: un fregadero en la zona del cabezal de riego, un lavabo, un inodoro y un grifo en el exterior para poder llevar fácilmente la cuba de tratamientos y realizar las limpiezas de maquinaria necesarias.

5.3.4 Instalación de saneamiento

Se dispondrá de una red de desagües que recogerá las aguas fecales del lavabo y fregadero (tubería de PVC de 50 mm de diámetro) y del inodoro (tubería de PVC de 110 mm) y un sumidero (PVC 50 mm) que llevará las aguas residuales hacia una fosa séptica de 500 L.

6. Programación de la ejecución y puesta en marcha

Para que la puesta en marcha de la explotación pueda llevarse a cabo conforme a lo recogido en el Anejo VII, es necesario que las obras a realizar en la nave y la instalación del sistema de riego, se ejecuten en el Año 0, de manera anterior y/o coincidiendo con los trabajos de preparación del terreno de la plantación. Por tanto, su comienzo no deberá ser posterior al mes de septiembre del Año 0.

En el *Anejo IX* se detallan todas las actividades a ejecutar, los tiempos asignados para cada una de ellas y su distribución a lo largo del tiempo.

7. Normas para la explotación del proyecto

Durante la fase de explotación del proyecto deberá atenderse a lo siguiente:

- Plantas. Las plantas a adquirir deberán ser plantas certificadas y libres de virus. Dada la fragilidad del sistema radicular del arándano, en ningún caso se comprarán plantas a raíz desnuda.
- Labores. Se podrán introducir los cambios que se consideren oportunos en las labores a realizar, siempre y cuando dichos cambios no modifiquen excesivamente lo expuesto en el presente proyecto.
- Maquinaria. Salvo que las circunstancias comerciales no lo permitan, la maquinaria a adquirir debe ajustarse en la medida de lo posible a las características dadas en el presente proyecto.
- Fertilizantes y fertilización. El uso de fertilizantes deberá hacerse conforme a las recomendaciones del fabricante. Se deberá supervisar constantemente que las dosis recomendadas en el presente proyecto son las adecuadas, y en el caso de signos de posibles carencias, se podrán producir cambios tras los pertinentes análisis llevándose a cabo los análisis necesarios ante la posible presencia de signos de carencias
- Productos fitosanitarios. En el uso de productos fitosanitarios se atenderá exhaustivamente a la normativa vigente de agricultura ecológica. Las dosis y el modo de empleo deberán ser los que indique el fabricante, y su almacenamiento deberá llevarse a cabo de forma apropiada, lejos de productos alimenticios (cosecha) y fuera del alcance de personal no autorizado.
- La maquinaria para su distribución no se empleará para otro fin, y después de cada uso, ésta deberá ser limpiada a la perfección.
- Mano de obra. La contratación de la mano de obra que se haga necesaria se realizará por escrito y conforme a la normativa y a los convenios colectivos vigentes tanto en cuestión de salarios, de Seguridad Social o de otros aspectos.

8. Presupuesto general

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
1	IMPLANTACIÓN DEL CULTIVO: AÑO 0	
1.1	ADQUISICIÓN DEL MATERIAL VEGETAL	
		4.124,40 €
	CUATRO MIL CIENTO VEINTICUATRO EUROS CON CUARENTA CENTIMOS	
1.2	LABORES PREVIAS A LA PLANTACIÓN	
		1.057,19 €
	UN MIL CINCUENTA Y SIETE EUROS CON DIEZ Y OCHO CENTIMOS	
1.3	PLANTACIÓN	
		2.018,36 €
	DOS MIL DIEZ Y OCHO EUROS CON TREINTA Y CINCO CENTIMOS	
1.4	CERRAMIENTO	
		21.120,61
	VEINTIUN MIL CIENTO VEINTE EUROS CON SESENTA CENTIMOS	
1.5	LABORES POSTERIORES A LA PLANTACIÓN	
		734,29
	SETECIENTOS TREINTA Y CUATRO EUROS CON VEINTIOCHO CENTIMOS	
	TOTAL PARTIDA:	29.054,84
	VEINTINUEVE MIL CINCUENTA Y CUATRO EUROS CON OCHENTA Y CUATRO CENTIMOS	
2	INSTALACIÓN DE RIEGO Y DE FERTIRRIGACIÓN	
2.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS	
		1.212,10 €
	UN MIL DOSCIENTOS DOCE EUROS CON DIEZ CENTIMOS	
2.2	LATERALES DE RIEGO Y ACCESORIOS	
		3.071,95 €
	TRES MIL SETENTA Y UN EUROS CON NOVENTA Y CUATRO CENTIMOS	
2.3	TUBERÍAS TERCIARIAS Y ACCESORIOS	
		806,76 €
2.4	TUBERÍAS PRINCIPAL Y ACCESORIOS	
		600,75 €
	SEISCIENTOS EUROS CON SETENTA Y CINCO CENTIMOS	
2.5	CABEZAL DE RIEGO	
		4.897,49 €
	CUATRO MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y SIETE EUROS CON CUARENTA Y OCHO CENTIMOS	
	TOTAL PARTIDA:	10.589,04 €
	DIEZ MIL QUINIENTOS OCHENTA Y NUEVE EUROS CON CUATRO CENTIMOS	
3	NAVE-ALMACÉN	
3.1	INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD	
		2.009,22
	DOS MIL NUEVE EUROS CON VEINTIUN CENTIMOS	
3.2	CERRAMIENTO INTERIOR VESTUARIOS	
		665,52
	SEISCIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS CON CINCUENTA Y DOS CENTIMOS	
3.3	CARPINTERÍA	

		445,40
	CUATROCIENTOS CUARENTA Y CINCO EUROS CON CUARENTA CENTIMOS	
3.4	INSTALACIÓN FONTANERÍA	
		569,39
	QUINIENTOS SESENTA Y NUEVE EUROS CON TREINTA Y NUEVE CENTIMOS	
3.5	SANEAMIENTO	
		491,54 €
	CUATROCIENTOS NOVENTA Y UN EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CENTIMOS	
	TOTAL PARTIDA:	4.181,07 €
	CUATRO MIL CIENTO OCHENTA Y UN EUROS CON SEIS CENTIMOS	

4	ADQUISICIÓN DE MAQUINARIA	
4.1	TRACTOR	
		18.000,00 €
	DIEZ Y OCHO MIL EUROS CON CERO CENTIMOS	
4.2	APEROS	
		6.689,00 €
	SEIS MIL SEISCIENTOS OCHENTA Y NUEVE EUROS CON CERO CENTIMOS	
	TOTAL PARTIDA:	24.689,00 €
	VEINTICUATRO MIL SEISCIENTOS OCHENTA Y NUEVE EUROS CON CERO CENTIMOS	

TOTAL PRESUPUESTO 68.513,95 €

SESENTA Y OCHO MIL QUINIENTOS TRECE EUROS CON NOVENTA Y CINCO CENTIMOS

Santibáñez de la Sierra (Salamanca), a 20 de agosto de 2020

El Ingeniero Técnico redactor, José Antonio Morato García

9. Evaluación económica del proyecto

La evaluación económica y el análisis de sensibilidad del presente proyecto se han llevado a cabo en el *Anejo 9: Evaluación económica*, utilizando para ello el programa de cálculo Valproin. A continuación se muestran los resultados obtenidos para los dos supuestos contemplados:

- Tasa Interna de Rendimiento o TIR: 17,75%.
- Valor Actual Neto o VAN: 1.341.624, 09 €

Los índices económicos TIR y VAN toman valores favorables, Con lo que, se puede afirmar que la plantación objeto de proyecto resulta económicamente viable.

DOCUMENTO N° 2: ANEXOS

ÍNDICE DEL DOCUMENTO Nº 2: ANEXOS

Anexo 1: Aspectos generales del madroño

Anexo 2: Estudio climático

Anexo 3: Estudio edafológico y de agua de riego

Anexo 4: Estudio de fauna y flora

Anexo 5: Estudio de mercado

Anexo 6: Estudio de alternativas

Anexo 7: Ingeniería del proceso

Anexo 8: Ingeniería de las obras

Anexo 9: Plan de ejecución y puesta en marcha

Anexo 10: Justificación de precios

Anexo 11: Evaluación económica

Anexo 12: Bibliografía

ANEXO I:

**ASPECTOS
GENERALES DEL
MADROÑO**

Índice

1. Introducción	3
2. Taxonomía	3
3. Características botánicas	3
4. Ecología y distribución	5
5. Resiliencia a incendios y áreas degradadas	6
6. Fenología y ciclo biológico del madroño	6
7. Asociaciones simbióticas	10
8. Características del fruto	10
9. Estudio fitosanitario	11
9.1. Enfermedades del madroño	11
9.2. Plagas del madroño	13

1. Introducción

La idea principal del proyecto es ver desde otra óptica al madroño (*Arbutus unedo* L.), no sólo como los valores ecológicos y los aprovechamientos y usos tradicionales de un arbusto silvestre y espontáneo, y si no más bien como una especie cultivable con gran potencial comercial, desde el fruto en fresco hasta transformado, tanto de forma ornamental como sus aplicaciones en la industria farmacéutica.

En los últimos 15 años Portugal viene demostrando un gran interés por el madroño y su explotación comercial del fruto. En áreas donde se desarrollan naturalmente se puede organizar la distribución de las plantas, hacer podas y aplicar algunos correctivos y fertilizantes para la producción. En otras áreas, como es nuestro caso, se pueden instalar plantas y adaptar la gestión a los requerimientos óptimos de la especie.

2. Taxonomía

El madroño pertenece a la clase Magnoliopsida, el orden Ericales, la familia Ericaceae y al género *Arbutus*. El género *Arbutus* cuenta con unas 20 especies de las cuales sólo cuatro existen en la región mediterránea: *A. unedo* y *A. andrachne*, procedentes de la Comunidad región del Mediterráneo, *A. pavarii*, procedente de la costa de Libia, y el *A. canariensis*, existente en las Islas Canarias. *A. unedo*, puede hibridar con otras especies son muy similares, existiendo actualmente dos híbridos *Arbutus x andrachnoides* (*A. unedo* x *A. andrachne*), en la región este del Mediterráneo y *Arbutus x androsterilis* (*A. unedo* x *A. canariensis*), en las Islas Canarias.

- **Nombre científico:** *Arbutus unedo*
- **Familia:** Ericaceae
- **Clase:** Magnoliopsida
- **Especie:** *Arbutus unedo*; L., 1753

3. Características botánicas

El madroño es una planta que puede alcanzar el porte arbóreo y con un sistema radicular profundo, que puede suponer una proporción raíz / parte aérea de 4, que indica que la masa radicular es bastante elevada en comparación a la parte aérea (Silva & Rego, 2004). Presenta una altura de 1 a 4 m de altura, a pesar de que excepcionalmente puede alcanzar entre 10 y 12 m. Es una especie de hoja perenne cuya copa puede alcanzar un diámetro de 5 m, y con el tronco y las ramas rojizas y escamosas.

Es una especie con notable nivel de resistencia a la aridez, así como a nivel de capacidad de brotación, de cepa y de raíz, dado que posee un lignotubérculo, que como las raíces guarda hidratos de carbono y elementos nutricionales, con capacidad de generar brotes abundantes (Imagen I.1) después de daños causados en la parte aérea, ya sean de origen antrópico y/o natural.



Imagen I.1. Madroño con numerosos brotes emitidos desde el lignotubérculo. Fotografía de José Antonio Morato.

Las hojas tienen de 6 a 12 cm de longitud y de 1,5 a 3 cm de ancho, son simples, alternas, oblonga-lanceoladas, pecioladas, de margen aserrado y con coloración rojiza, en la brotación (Imagen I.2), entre el verde claro, cuando son jóvenes, y el verde oscuro intenso cuando son adultas.



Imagen I.2. Detalle de brotes tiernos. Fotografía de José Antonio Morato.

La especie es monoica, con flores hermafroditas, dispuestas en panículas terminales con 15 a 30 flores. La corola es urceolada, formada por cinco gamopétalos de color blanca, verdosa o ligeramente rosada. Aunque las flores son hermafroditas no son auto-fértiles siendo imprescindible la polinización entomófila de las flores. Los insectos con mayor aptitud para la polinización de las flores del madroño son los insectos del género *Bombus*.

Los frutos se desarrollan en ramas del año anterior y presentan una superficie de forma esférica granulosa de 2 a 3 cm de diámetro. Tardan aproximadamente un año en estar completamente maduros, momento en el que presentan una coloración exterior rojo y una pulpa amarilla, pesando entre 3 y 8 gramos. Cada fruto contiene cerca de 10 a 15 semillas de coloración marrón claro, forma elíptica y de 2 a 3 mm de longitud. Según Quevedo et al. (2017) el madroño presenta cierta variación interanual en la producción de frutos, aunque no se traduce en una clara vecería, y una elevada variación interindividual en la producción de frutos, entre 2,6 y 10 kg de frutos al año por individuo.

4. Ecología y distribución

El madroño es una especie nativa de la Región Mediterránea y de Europa Occidental, que también la encontramos en la zona occidental de Irlanda, en las regiones de Landes y de Bretaña en Francia y en el Norte de África.

La morfología lauróide de las hojas de *A. unedo* se considera herencia de antepasados que habrían colonizado a Europa durante el período Terciario, en un ambiente subtropical (Neto, 2007). La especie se adaptó al clima mediterráneo durante los períodos de frío del Cuaternario, siendo una de las pocas especies que sobrevivió a esta era.

A pesar de que su tasa de crecimiento es bajas en comparación con las de los bosques de los climas templados, las plantas típicas del clima mediterráneo, principalmente las plantas esclerófilas, desarrollaron adaptaciones morfológicas y fisiológicas que les permiten tener éxito en este tipo de ambiente. El sistema radicular profundo, la producción de aceites volátiles, reducida superficie foliar, alto espesor cuticular, células esclerenquimáticas y variaciones del ángulo de inclinación de las hojas, pueden ser enumeradas como adaptaciones morfológicas que permiten aumentar la resistencia a la sequía.

La distribución de *A. unedo* es típica de la vegetación esclerófila mediterránea y vegetación lauro, que ocurre principalmente en áreas costeras o insulares de climas amenos, donde ni el frío invernal, ni la sequedad estival son muy intensos. Según Molina et al. (2011) esta especie, aunque crece en toda España, es mucho más frecuente en regiones con un clima no continental, a excepción de algunas poblaciones reliquias ubicadas en refugios termales (Figura I.1), siendo el calor y la humedad relativa sus principales condicionantes de la distribución.

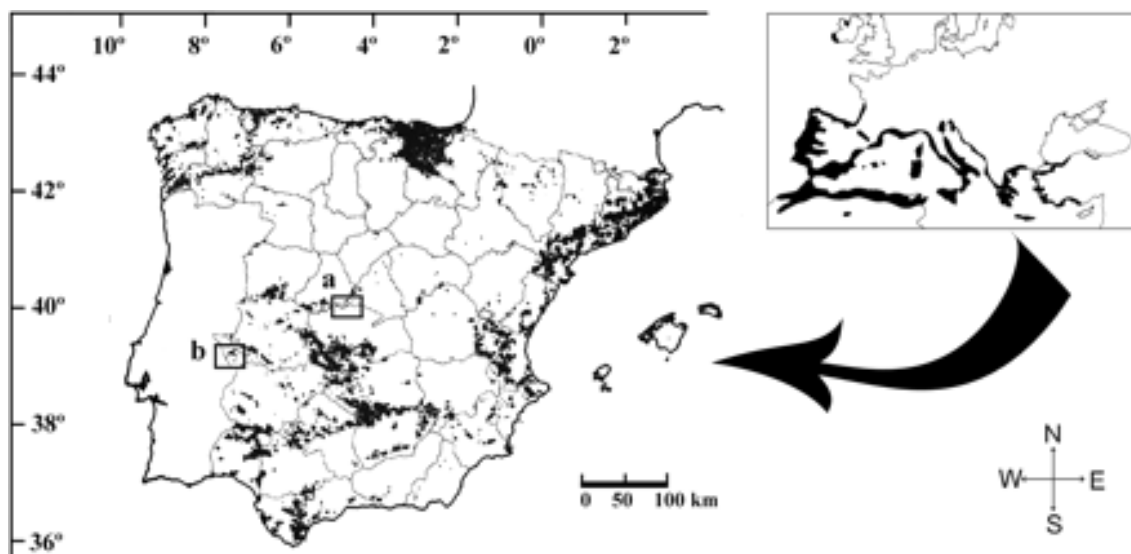


Figura 1.1. Distribución geográfica del madroño. Fuente: Molina et al. (2011).

El madroño es una especie típica de matorrales mediterráneos, vegeta en laderas y valles, sombríos o soleados, formando parte de matorrales xerófilos y bosques perennifolios, acompañando encinas y alcornoques, y pudiéndose encontrar comúnmente desde el nivel del mar hasta los 500 m, en zonas meridionales puede llegar hasta los 1200 m de altitud (Cervelli, 2005).

5. Resiliencia a incendios y áreas degradadas

El madroño es una especie rústica que se adapta a diferentes tipos de suelos, incluso los delgados y de baja fertilidad, comúnmente denominados de suelos forestales. En estos suelos, la presencia de madroños contribuye a la estabilización del suelo, el aumento de la capacidad de retención de agua, la disminución de los riesgos de erosión, el aumento de la biodiversidad y de la materia orgánica del suelo.

El lignotubérculo que posee con capacidad de retención de nutrientes le permite ser una especie de gran regeneración vegetativa. Esta característica le permite desarrollar una fuerte resiliencia al fuego, convirtiéndose en una especie interesante en programas de reforestación y en planes de prevención de incendios, dada la rápida regeneración y recolonización después de un incendio forestal, que le permite retomar la producción de fruta en 3 a 4 años.

6. Fenología y ciclo biológico del madroño

El madroño se considera una especie de crecimiento lento que puede tener una longevidad de 200 años. Su fructificación se inicia al cuarto año y alcanza el pico de producción al fin de su octavo año.

También el ciclo fenológico es muy lento, abarca desde junio con la formación de los botones florales hasta la maduración del fruto, que se completa entre octubre y diciembre del año siguiente, permitiendo la peculiaridad de que en el árbol coexistan flores y frutos de forma simultánea. Por otro lado, la vida útil de una hoja, a pesar de ser un árbol perenne es corta, de aproximadamente de 11 meses, cayéndose la vieja entre abril y junio y apareciendo la nueva en abril.

Los botones florales se forman en junio, en ramas del año, que permanecen en estado de reposo hasta octubre, cuando se inicia la floración. La polinización entomófila ocurre en octubre y tras ser fecundado el fruto, su desarrollo queda suspendido hasta mayo. Dado que la floración sólo ocurre en ramas del año, es necesario que el crecimiento de nuevas ramas sea potenciado anualmente, para comprometer la producción del año siguiente.

La Tabla I.1 muestra el calendario del ciclo fenológico del madroño.

El desarrollo del fruto transcurre durante un año desde la floración hasta la maduración, que según Gomes *et al* (2017) se completa en tres frases (Figura I.2): fase de multiplicación celular, fase de engrosamiento celular y fase de maduración de los frutos.

De octubre a marzo, ocurre la multiplicación celular de los frutos, fase durante la cual la planta presenta bajas tasas fotosintéticas, aumenta el consumo de hidratos de carbono que constituyen las reservas, cesa la tasa de crecimiento de los brotes y de las hojas, presentado simultáneamente un débil crecimiento radicular y una débil absorción de nutrientes.

Entre marzo y octubre ocurre el engrosamiento celular de los frutos. Durante esta fase la planta presenta tasas fotosintéticas y de absorción de nutrientes intensivos, un elevado crecimiento de los brotes, de las hojas y del sistema radicular. En esta fase ocurre, también, la acumulación de fotoasimilados en los frutos, que lleva a la competencia entre el crecimiento vegetativo y la fructificación del año corriente y del siguiente.

Durante el proceso de maduración de los frutos, que ocurre un año después de la fecundación, entre octubre y noviembre, el color de estos evoluciona pasando por verde, amarillo, naranja hasta rojo, color indicativo de maduración de los frutos.



Figura I.2. Planta de madroño con presencia de micorrizas. Fuente: Gomes *et al* (2017).

7. Asociaciones simbióticas

De la asociación simbiótica entre algunas especies de plantas y hongos surgen las micorrizas, que interfieren en algunos procesos beneficiosos como: la estimulación del crecimiento la promoción del crecimiento; facilita el aumento del volumen útil de suelo para la asimilación de nutrientes y agua; aumenta la resistencia a condiciones de estrés abiótico (estrés hídrico, suelos degradados) y biótico (plagas y enfermedades); aumenta la infiltración de agua y la reducción de la erosión (fomentando la estabilidad de los agregados del suelo a través de la producción de la glomalina); y favorece a la entrada más temprana de floración y fructificación.

El madroño en condiciones naturales establece simbiosis con una gran variedad de hongos micorrízicos de los géneros *Laccaria*, *Russula*, *Cortinarius*, *Inocybe* e *Hebeloma*, mientras que en condiciones controladas de vivero y laboratorio podrían micorrizarse (Figura I.1) plantas con hongos comestibles, ya habiendo resultados con *Lactarius deliciosus*, *Pisolithus arhizus*, *Tuber borchii* (Gomes, Guilherme, Pato, & Cordeiro, 2017).



Imagen I.3. Planta de madroño con presencia de micorrizas. Fuente: Gomes et al (2017).

8. Características del fruto

Una de los problemas que tradicionalmente ha presentado el fruto del madroño para su expansión comercial, más allá del consumo local asociada a una recolección de las plantas silvestres, ha sido el bajo grado de firmeza y corta vida post-cosecha que presentaba una vez maduro. En este sentido, hay varios estudios que han estudiado varios parámetros, como la evolución del color, grado de dureza o el contenido de azúcares (° Brix) en frutos en diferentes estados. Santos, Franco, & Botelho (2013) constataron que, en los días siguientes a la cosecha de madroños inmaduros, estos pasaron de color verde a rojo y el ° Brix de los frutos aumentó gradualmente, lo que ha

permitido comprobar que el madroño parece ser un fruto climatérico, su proceso de maduración sigue, naturalmente, después de ser cosechado.

Por otro lado, Gomes *et al* (2017) considera también al fruto como climatérico, con las siguientes particularidades:

- A lo largo de la maduración se observa, de forma simultánea, un aumento del contenido de sólidos solubles (Brix) y una disminución de la dureza.
- Tiene un pico de intensidad respiratoria.
- Presenta una evolución del color en pos-cosecha: de amarillo pasa a naranja y de ésta a rojo.
- Tiene una producción de etileno similar a otros frutos, como manzana o el plátano.

Este hecho, aumenta increíblemente el potencial comercial del fruto en fresco, al poderse recolectar frutos antes de completar la maduración, lo que salva el principal escollo para su comercialización: el corto periodo post-cosecha de los frutos maduros.

9. Estudio fitosanitario

El madroño es una especie bastante rústica, que no presenta grandes problemas en lo relativo a plagas o a enfermedades, lo que la hace perfectamente adaptable a la producción ecológica.

9.1. Enfermedades del madroño

Las enfermedades, causadas por hongos, son más visibles en las hojas y se dan con más facilidad en situaciones prolongadas de elevada humedad atmosférica y de debilidad de la planta por carencias de nutrientes. Los síntomas también pueden aparecer en los troncos o en las raíces, según el organismo patógeno.

Los agentes patógenos con mayor incidencia en el madroño son:

Mancha negra del madroño (*Septoria unedonis*)

La mancha negra es la enfermedad más común y más problemática en el madroño. Es producida por el hongo *Septoria unedonis* que provoca manchas necróticas de hasta 5 mm de diámetro entre las nervaduras de la hoja, que se vuelven de color gris en el centro, con un borde de color marrón rojizo o amarillento bien definido. Cuando son muy numerosas pueden llegar a unirse originando necrosis extensas. La temperatura óptima para el desarrollo es de unos 20 °C, extendiéndose, por tanto, principalmente en el otoño y en la primavera.

En los casos de estados más avanzados de la enfermedad, se producen grandes defoliaciones que disminuye la vitalidad del árbol, a pesar de no llegar a matar al árbol. Esto repercute en una reducción de la floración y en los frutos se reflejan pequeñas manchas oscuras de 1-2 mm repartidas por su superficie (Imagen I.4), que restan gran parte del valor comercial.

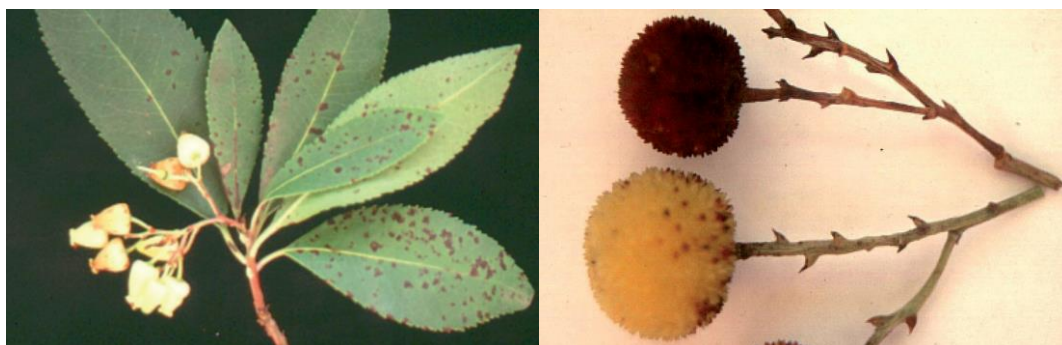


Imagen I.4. Detalle de la mancha negra en hojas y frutos. Fotografía de M.A. Romero.

Antracnosis del madroño (*Elsinoe mattirolianum*)

Enfermedad que ataca las hojas, provocando manchas pequeñas de color púrpura que al aumentarse se vuelven amarillas o verdes en su interior, y que puede causar también la mortalidad de las ramas.

Cáncer del madroño (*Fusicoccum aesculi*)

Provoca la deformación y mortalidad de las ramas en especies de *Arbutus* americanas. En la península ibérica no hay informes de esta enfermedad en el madroño, pero hay casos de ataques a las coníferas. La conjugación de condiciones de humedad relativa muy elevada en el período de plena maduración puede ocasionar la infección de los frutos por *Botrytis cinerea*.

Phytophthora

Cuando los árboles pierden las hojas prematuramente (antes de que aparezcan nuevas hojas) o se queden secas, agarradas a las ramas, puede ocurrir alguna infección provocada por organismos de la clase Oomiceta (*Phytophthora cactorum*, *P. ramorum*, *P. cinnamomi*). Se trata de organismos del suelo, muy infecciosos y difíciles de combatir, que atacan las raíces finas, impidiendo la absorción de agua y de nutrientes, lo que conduce rápidamente a la muerte de los árboles. La infección puede ocurrir cuando el organismo patógeno está en el suelo y existe un mal drenaje o las plantas están en situación en estrés, propagándose la contaminación a los árboles cercanos. Los organismos del género *Phytophthora* están muy difundidos y tienen una gama de huéspedes muy amplia, convirtiéndose en patógenos cuando hay disturbios en el suelo, falta de drenaje, desequilibrios en el microbioma, o las plantas están en situación de estrés.

Armillaria mellea

La presencia de este hongo, como la de otros hongos hipógeos como la *Rosellinia necatrix* y *Heterobasidium annosum* puede infectar a los madroños por las raíces. Se benefician en situaciones de elevada humedad, que, en infestaciones más graves, los árboles acusan grande debilitamiento vegetativo que puede conducir a su muerte.

Otras enfermedades fúngicas

Hay otras enfermedades debidas a *Alternaria* sp., *Phyllosticta fimbriata*, *Didymosporium arbuticola*, *Seimatosporium arbutii* y *Mycosphaerella arbuticola* que han sido referidas a las especies de *Arbutus* americanas, pero aún no han sido caracterizadas en *A. unedo*.

9.2. Plagas del madroño

Entre las más importantes se encuentran:

Pulgones

Las especies más frecuentes son *Wahlgreniella nerata* y *Aphis arbuti* que succionan la savia de las hojas jóvenes del año, debilitando los crecimientos y bajando la productividad, además de generar melazas en flores y frutos que merman valor comercial a la cosecha.

Lepidópteros

Las larvas de la mariposa del madroño (*Charaxes jasius*) son miméticas, pero fácilmente localizables por los estragos que hacen, especialmente en las pequeñas plantas. También producen daños en hojas y en yemas las orugas de las especies *Cacoecimorpha pronubana* y *Euproctis chrysorrhoea*.

Cochinilla

Los coccinélidos como *Ceroplastes ruscie* y *Targionia vitiscausan*, pueden causar el debilitamiento generalizado de la planta por succión de savia, segregando también abundante melaza donde se instala el hongo negrilla.

Mosca del vinagre de ala manchada (*Drosophila suzukii*)

Se trata de un pequeño díptero de origen asiático de la misma familia que la mosca del vinagre (*Drosophila melanogaster*). La mayor parte de las moscas del vinagre afectan a frutos sobremaduros, caídos o en descomposición. pero la *Drosophila suzukii*, a diferencia, es capaz de hacer las puestas en frutos sanos y maduros que estén en el árbol. Posteriormente, la larva entra en el fruto y, al desarrollarse y alimentarse, provoca la descomposición del fruto perdiendo su valor comercial.

Se detectó por primera vez en Europa en el año 2008 en Tarragona y se ha expandido desde esa fecha rápidamente por gran parte de Europa.

Se trata de una mosca muy polífaga con preferencia por los climas más bien frescos y húmedos, pero con una gran capacidad de adaptación tanto a altas como a bajas temperaturas, siendo capaz de sobrevivir a inviernos con temperaturas bajo cero. Sus límites de reproducción están en torno a los 10°C y 32°C, siendo sus condiciones óptimas de desarrollo entre los 20 y 25°C.

Puede afectar a frutos sanos que tengan la piel fina en el momento de la maduración, tanto en plantas silvestres como cultivadas, siendo los frutos rojos sus huéspedes preferidos. En el municipio de la plantación ya es conocida por los daños ocasionados en cereza y uva, y su daño en los madroños silvestres también están confirmados, con lo que será una de las principales plagas a controlar.

Coleópteros

El margen de las hojas puede ser roído por la acción de *Otiorynchus sulcatus*, con 8-13 mm, polífago, de color negro, que en el estado larva vive sobre las raíces, de las que se alimenta.

Trips

Son diversas especies las que pueden causar daños por malformaciones de flor y fruto, además de decolorar los brotes nuevos.

Araña roja

El *Tetranychus urticae* produce decoloración a causa de las picaduras, que acaban desecando la zona afectada. Ataques intensos pueden llegar a provocar que la planta pierda las hojas de forma prematura.

ANEXO II:

ESTUDIO CLIMÁTICO

Índice

1. Introducción	3
2. Elección de los observatorios	3
3. Elementos climáticos termopuvliométricos	4
3.1. Elementos climáticos térmicos	4
3.2. Regimen de heladas	7
3.3. Regimen de precipitaciones	8
3.4. Diagrama ombrotérmico de Gaussen	9
3.5. Elementos climáticos secundarios	10
3.5.1. Viento	10
3.5.2. Otros elementos secundarios	12
3.5.3. Número de horas frío	13
3.5.4. Cálculo de la evapotranspiración	14
4. Índices fitoclimáticos	18
4.1 Índice de pluviosidad de Lang (1918)	18
4.2 Índice de aridez de Martonne (1923)	19
4.3 Índice de Emberger (1932)	20
4.4 Índice de Dantin-Revenga (1943)	22
4.5 Índice de continentalidad de Gorezynski (1920)	23
4.5 Índice de Vernet (1966)	23
4.6 Clasificación climática de Köppen	24
5 Conclusiones	26
4.1 Temperaturas	26
4.2 Viento	26
4.3 Precipitación	27
4.4 Heladas	28
4.5 Granizo	28
4.6 Niebla	29
4.7 Nieve	29
4.8 Conclusión final	29

1. Introducción

La zona de estudio se encuentra localizada en el término municipal de Santibáñez de la Sierra, al sur de la provincia de Salamanca y con una altitud de referencia sobre el nivel del mar de 590 metros.

En este anexo se realizará un estudio de los factores climáticos más determinantes para el cultivo de madroño a pesar de que con su presencia de forma natural en la zona queda demostrada la aptitud climática local para el cultivo pretendido.

2. Elección de los observatorios

El observatorio elegido se ha seleccionado teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Proximidad del observatorio a la zona de estudio, que es de 18 km, para que no exista una marcada diferencia entre los valores del observatorio y los de la parcela.
- Similitud de condiciones orográficas, dado que tanto el observatorio como la zona se encuentran sobre la misma cadena montañosa, la Sierra de las Quilamas.
- Disponer de series de datos con el mayor número de años, que, según la Organización Meteorológica Mundial, OMM, para un estudio climático se puede considerar como válido utilizar una serie de 15 años de temperatura, 30 años de precipitaciones y 10 años en el resto de los parámetros secundarios.

Así, se ha optado por la elección de la estación termopluiométrica denominada “Rinconada de la Sierra” (Figura II.1), situada en el Término Municipal de Rinconada de la Sierra (Salamanca), por ser la estación que mejor cumple todos los requisitos anteriores.

Para la obtención de los parámetros: humedad relativa, vientos, insolación y nubosidad; se ha tenido que solicitar al Instituto Nacional de Meteorología de la Junta de Castilla y León los datos de la estación completa denominada “Salamanca (Matacán)”, al carecer la estación anterior de dichos parámetros. Los datos descriptivos de los observatorios se presentan en la Tabla II.1:

Tabla II.1. Datos de las estaciones meteorológicas. Fuente INM.

Nombre de la estación	Indicativo	Tipo de estación	T.M.	Provincia	Altitud	Longitud	Latitud
Rinconada de la Sierra	2903	Termopluiométrica	Rinconada de la Sierra	Salamanca	998	6° 01' 17" W	40° 36' 45" N
Salamanca (Matacán)	2867	Completa	Matacán	Salamanca	790	5° 29' 46" W	40° 56' 44" N



Figura II.1. Localización del observatorio. Fuente: IDECYL

3. Elementos climáticos termopuvliométricos

Los datos climáticos relativo a las temperaturas se han obtenido del observatorio de Rinconada de la Sierra, provenientes del período comprendido entre 1975 y 2009.

A continuación, se citan las variables utilizadas:

- Temperatura máxima absoluta mensual.
- Temperatura media mensual de la máxima diaria.
- Temperatura mínima absoluta mensual
- Temperatura media mensual de la mínima diaria
- Primer día de helada.
- Último día de helada.
- Temperatura media del mes.
- Precipitación media mensual.
- Precipitación total en el mes.
- Precipitación máxima.
- Días de lluvia.
- Días de nieve.
- Días de granizo.

3.1. Elementos climáticos térmicos

A continuación, se presenta el resumen de los datos de temperaturas correspondientes (Tabla II.2) a la estación meteorológica elegida:

- **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

Tabla II.2. Resumen básico de los datos térmicos de la estación meteorológica. Fuente: INM (Elaboración propia).

Variables	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Ta (°C)	20,0	24,0	27,0	30,0	35,0	43,0	43,0	44,0	41,0	33,5	28,0	21,0
T'a (°C)	15,1	17,9	22,0	24,6	29,0	34,5	37,4	37,4	33,9	26,6	20,0	15,6
T (°C)	9,2	11,1	14,6	15,9	20,5	27,0	31,2	31,0	26,6	18,8	12,8	9,8
Tm (°C)	4,7	6,1	8,6	9,8	13,6	18,6	21,8	21,6	18,4	13,0	8,0	4,7
t (°C)	0,1	1,1	2,7	3,7	6,6	10,3	12,3	12,3	10,2	7,1	3,3	1,3
t'a (°C)	-5,4	-4,4	-3,1	-1,7	1,1	4,6	7,2	7,4	5,2	1,7	-2,4	-4,3
ta (°C)	-14,0	-13,0	-10,0	-9,0	-4,0	2,0	5,0	3,0	1,0	-5,0	-7,5	-9,0

Dado que la altitud media de la parcela es de 590 m y la altitud a la que se encuentra la estación termopluviométrica de Rinconada de la Sierra es de 998 m, hay un gradiente altitudinal de 408 m. Por ello, los datos se adaptarán mediante la aplicación de un gradiente altitudinal de - 0,5 °C cada 100 metros ascendidos en altura (Navarro Cerrillo & Pernán García, 1998), suponiendo una corrección de temperatura de +2,04 °C, por estar la zona de estudio a menor altura que la estación meteorológica.

A continuación, se muestra la tabla resumen (Tabla II.3.) de los datos de temperatura adaptados a la zona de estudio:

Tabla II.3. Resumen básico de los datos térmicos corregidos. Fuente: I.N.M.(Elaboración propia).

Variables	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Ta (°C)	22,0	26,0	29,0	32,0	37,0	45,0	45,0	46,0	43,0	35,5	30,0	23,0
T'a (°C)	17,2	20,0	24,1	26,7	31,1	36,5	39,4	39,5	35,9	28,6	22,0	17,6
T (°C)	11,2	13,2	16,6	18,0	22,6	29,0	33,2	33,0	28,7	20,8	14,8	11,8
Tm (°C)	6,7	8,2	10,7	11,9	15,6	20,7	23,8	23,7	20,5	15,0	10,1	6,7
t (°C)	2,2	3,1	4,7	5,8	8,7	12,3	14,4	14,3	12,3	9,1	5,3	3,4
T'a (°C)	-3,4	-2,4	-1,1	0,4	3,1	6,7	9,2	9,4	7,3	3,7	-0,3	-2,2
ta (°C)	-12,0	-11,0	-8,0	-7,0	-2,0	4,0	7,0	5,0	3,0	-3,0	-5,5	-7,0

Con el objetivo de poder confirmar la corrección aplicada a los valores se toman los datos de la parcela de estudio del Atlas Agroclimático de Castilla y León, elaborado por el Instituto Tecnológico Agrario de la Junta de Castilla y León y la Agencia Estatal de Meteorología. El visor del Atlas Agroclimático permite la extracción de datos para polígonos dibujados sobre el terreno, seleccionando, en este caso, la zona de estudio (Tabla II.4).

Tabla II.4. Resumen básico de los datos térmicos extraídos del visor del Atlas Agroclimático de Castilla y León.

Fuente: <http://atlas.itacyl.es/> (Elaboración propia).

Variables	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Tm (°C)	5,8	7,5	10,4	11,3	15,0	20,6	23,8	23,8	19,7	14,4	9,4	6,5
t (°C)	1,7	2,0	4,3	5,7	8,2	13,0	14,5	14,3	12,4	8,9	4,7	2,4

Los valores recogidos por dicho Atlas se puede comprobar que recogen temperaturas muy idénticas a los valores corregidos, lo que viene a validar el gradiente altitudinal aplicado. La Figura II.2 muestra el cuadro resumen de las temperaturas de la zona de estudio.

Seguidamente se dan unos datos generales de temperaturas relevantes para el estudio:

- Temperatura media anual = **14,5 °C**
- Mes más frío: **Enero**
 - Temperatura media mensual = **6,7 °C**
 - Temperatura media de las mínimas = **2,2 °C**
 - Temperatura media de las mínimas absolutas = **-3,4 °C**
- Mes más cálido: **Julio**
 - Temperatura media mensual = **23,8 °C**
 - Temperatura media de las máximas = **33,2 °C**
 - Temperatura media de las máximas absolutas = **39,4 °C**
- Temperaturas extremas:
 - Mínima absoluta = **-12,0 °C**
 - Máxima absoluta = **46,0 °C**

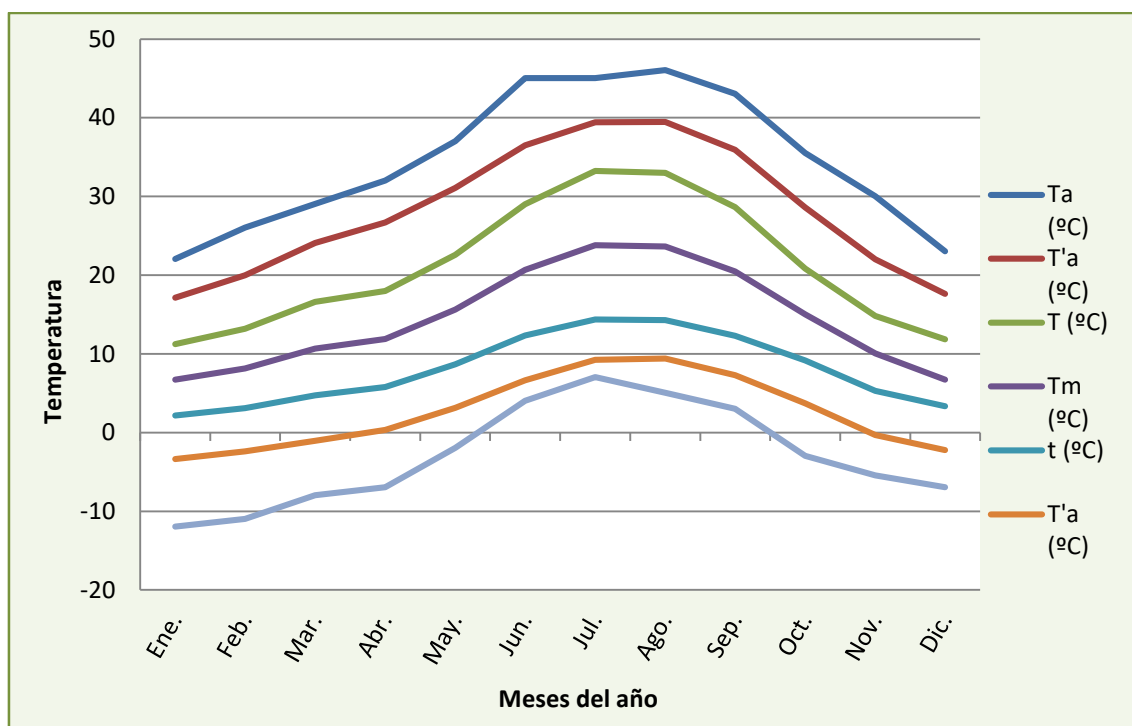


Figura II.2. Representación gráfico del resumen de temperaturas. (Elaboración propia)

3.2. Régimen de heladas

El estudio del régimen de heladas permite clasificar las diferentes épocas del año según el mayor o menor riesgo de que estas se produzcan. Según los datos de primera helada y de última helada extraídos de la serie de datos de 35 años, desde 1975 a 2009, de la estación de Rinconada de la Sierra, se hacen las siguientes estimaciones directas:

- Fecha más temprana de la primera helada: 13 de octubre.
- Fecha más tardía de la primera helada: 1 de enero
- Fecha más temprana de la última helada: 3 de abril.
- Fecha más tardía de última helada: 19 de mayo.
- Fecha media de la primera helada: 9 de noviembre.
- Fecha media de la última helada: 25 de abril.
- Mínima absoluta alcanzada y fecha: -14 °C alcanzados en enero de 1987.
- Período medio de heladas: 167 días (del 9 de noviembre hasta el 25 de abril).
- El período máximo de heladas: 217 días (del 13 de octubre hasta el 19 de mayo, o lo que es lo mismo de la fecha más temprana de primera helada a la fecha más tardía de última helada).
- El período mínimo de heladas: 92 días (desde la fecha mas tardía de primera helada hasta la fecha más temprana de última helada, del 1 de enero al 3 de abril).

Por otro lado, dada las diferencias topográficas de la estación de la Rinconada y del área de estudio, se aportan los datos sobre heladas extraídos del Atlas Agroclimático de Castilla y León para la zona, que se consideran más ajustados:

- Día de última helada de primavera: 26 de marzo
- Día de primera helada del otoño: 24 de noviembre
- Días libres de heladas: 258

3.3. Regimen de precipitaciones

Para el estudio de las precipitaciones, tomando como referencia los valores de precipitaciones de la estación de Rinconada de la Sierra de los años entre 1975 y 2009, se obtiene el siguiente cuadro resumen, en el que se recoge el año tipo de precipitaciones calculado, tomando el promedio de los valores mensuales de las series temporales (Tabla II.5).

Tabla II.5. Cuadro resumen de precipitación media mensual. Fuente: I.N.M. (Elaboración propia).

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	ANUAL
P (mm)	95,2	73,8	64,9	91,6	78,3	39,1	17	12,7	51,8	112	106	120	862,7

Datos generales de precipitación:

- Precipitación total anual = **862,7 mm**
- Precipitación de primavera = **158,2 mm**
- Precipitación de verano = **68,8 mm**
- Precipitación de otoño = **270,1 mm**
- Precipitación de invierno = **194,8 mm**

NOTA: Se considera que cada estación abarca los tres meses completos a partir del mes en que tiene lugar el equinoccio o solsticio correspondiente, inclusive. Por lo tanto, el otoño comprende: Septiembre, Octubre y Noviembre; el invierno: Diciembre, Enero y Febrero; la primavera: Marzo, Abril y Mayo; y el verano: Junio, Julio y Agosto.

Por otro lado, también se extraen las máximas y las medias de las precipitaciones máximas en 24 horas que se han producido durante los años de que consta la serie, así como el número de veces en cada mes en que se produjo la máxima precipitación (frecuencia) (Tabla II.6).

Tabla II.6. Cuadro resumen de precipitaciones máximas. Fuente: I.N.M. (Elaboración propia).

Variables	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
P. máx. media mensual (mm)	33,1	22,3	24,8	28,5	20,6	16,9	11,0	8,4	21,5	34,8	38,3	36,0
P. máx. absoluta (mm)	118,5	89,0	140,0	82,1	60,0	52,2	68,0	32,4	76,2	98,0	145,0	115,3
Frecuencia cada 30 años	3	1	1	3	1	1	0	0	1	6	8	9

Dado la diferencia de cota existente entre la estación meteorológica de los datos anteriores y la parcela y la dificultad de encontrar un gradiente altitudinal que pueda corregir los datos, se presentan los valores extraídos del visor del Atlas Agroclimático de Castilla y León para la zona de estudio que se consideran más exactos (Tabla II.7).

Tabla II.7. Cuadro resumen de precipitación media mensual extraídos del visor del Atlas Agroclimático de Castilla y León. Fuente: <http://atlas.itacyl.es/> (Elaboración propia).

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	ANUAL
P (mm)	85	57	52	73	64	28	11	10	45	91	88	89	718

Datos generales de precipitación según el Atlas:

- Precipitación total anual = **718 mm**
- Precipitación de primavera = **191 mm**
- Precipitación de verano = **50 mm**
- Precipitación de otoño = **226 mm**
- Precipitación de invierno = **253 mm**

3.4. Diagrama ombrotérmico de Gaussen

Este diagrama compara las pérdidas posibles de agua con las temperaturas medias mensuales. El criterio de Gaussen dice que la posible pérdida de agua de un mes determinado es tanto mayor cuanto más elevada sea la temperatura media del mes y crece proporcionalmente con ella.

Su expresión es:

$$L_j = 2 * t_j$$

Siendo:

- L_j : Pérdidas de agua por situaciones desfavorables del mes "j".
- t_j : Temperatura media del mes "j" en °C.
- P_j : Precipitación del mes "j" en mm.

De esta fomr acuando p_j sea menor que l_j se considerara un tipo de mes seco y cuando p_j sea mayor que l_j se considerará un mes húmedo. La Tabla II.8 muestra el parámetro

de Gausson y la clasificación de cada mes para la zona de estudio y La Figura II.3 el diagrama ombrotérmico del mismo.

Tabla II.8. Comparación de los valores del parámetro de Gausson con la precipitación mensual. El tipo de mes viene marcado por la letra S cuando $P_j < l_j$ y por tanto seco, y H cuando $p_j > l_j$ y por tanto húmedo.

Comparativa	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Lj	13,4	16,3	21,4	23,8	31,3	41,4	47,6	47,3	41,0	30,0	20,1	13,4
Pj	85	57	52	73	64	28	11	10	45	91	88	89
Tipo de mes	H	H	H	H	H	S	S	S	S	H	H	H

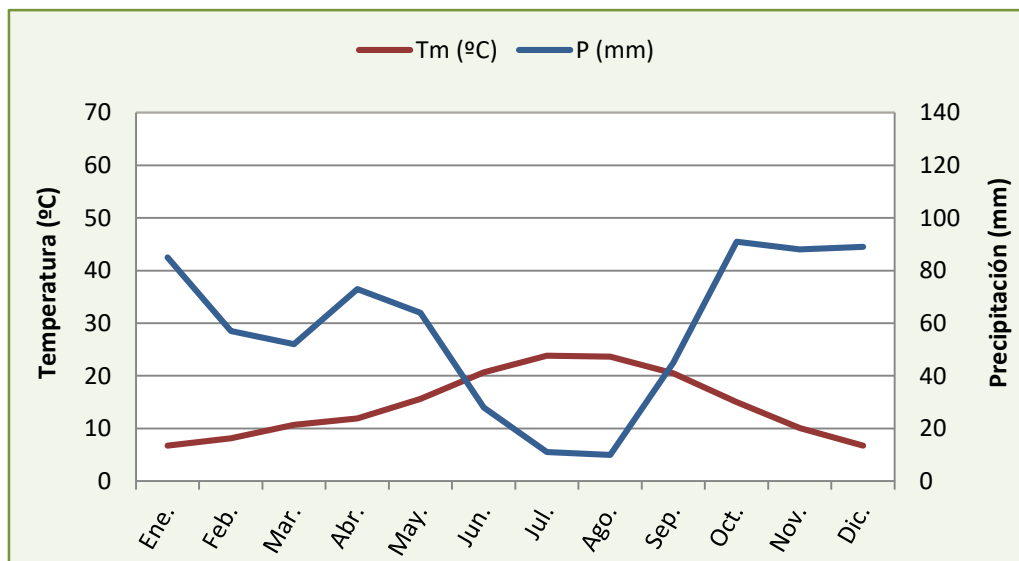


Figura II.3. Diagrama ombrotérmico de la zona de estudio. (Elaboración propia)

Según el diagrama ombrotérmico anterior, se puede identificar el intervalo de sequías, que se corresponde con la zona comprendida entre los dos puntos en los que las curvas de temperatura y precipitación de la gráfica se cortan, pasando a estar la curva de las precipitaciones por debajo de la de temperaturas. En la zona, el intervalo de sequía es de 2,7 meses, correspondiente a parte de los meses de junio y septiembre, y a la totalidad de los meses de julio y agosto.

3.5. Elementos climáticos secundarios

3.5.1. Viento

Los datos que se exponen en la Tabla II.9. se recogen de la estación de Matacán, que es la estación más cercana a la zona de estudio.

Tabla II.9. Resumen de valores del viento para Matacán (Salamanca). Fuente: I.N.M (Elaboración propia.)

Mes	Velocidad de la racha máxima mensual (km/h)	Número de días con velocidad del viento >=36km/h	Número de días con velocidad del viento >=55km/h	Velocidad medio del viento (km/h)	Dirección viento predominante y frecuencia		
Ene.	76,3	11,3	4,7	7,4	E 18,3 %	ENE 16 %	WSW 10,7 %
Feb.	78,3	12,8	4,3	7,4	E 12,6 %	NE 12 %	WSW 9,7 %
Mar.	72,3	16,2	5,3	9,3	ENE 23,1%	E 18,7 %	ENE 15,4 %
Abr.	71,0	18,9	5,0	9,3	SW 16,7 %	WSW 11,5 %	ENE 11,5 %
May.	68,7	19,6	4,3	7,4	W 14,3 %	WSW 12,8 %	SW 11,3 %
Jun.	66,2	17,0	2,3	9,3	WSW 21,2 %	SW 12,9 %	W 12,1 %
Jul.	65,2	13,0	2,4	7,4	WSW 17 %	W 14,2 %	SW 11,4 %
Ago.	65,9	13,1	1,9	7,4	WSW 15,3 %	W 11,9 %	SW 11,3 %
Sep.	62,6	11,2	2,1	7,4	E 14,9 %	NE 12 %	WSW 10,9 %
Oct.	70,9	13,0	3,9	7,4	E 16,4 %	ENE 15,3 %	ENE 15,3 %
Nov.	70,2	11,5	3,1	7,4	S 14,5 %	E 13,7 %	ENE 11,5 %
Dic.	75,7	12,6	4,9	7,4	SW 14,1 %	WSW 13,3 %	ENE 13,3 %
Promedio	70,3	14,1	3,7	7,9	E 12,5 %	WSW 12 %	ENE 11,8 %

La dirección predominante de los vientos a lo largo del año, es la Este y la Oeste-Sur-Oeste, con frecuencias del 12,5 % y del 12% respectivamente, llevando, por lo general, una velocidad entre 5 y 12 km/h.

Los vientos con mayor fuerza se localizan en la dirección E, que pueden alcanzar velocidades entre 20-32 % en el 5 % de los casos. Otros vientos, como el de dirección Oeste-Sur-Oeste que alcanzan una velocidad máxima de 20-32 km/h con una frecuencia del 3 %. Por otro lado, las calmas, con velocidad inferior a los 2 km/h representan una frecuencia del 16,6 % (Figura II.4).

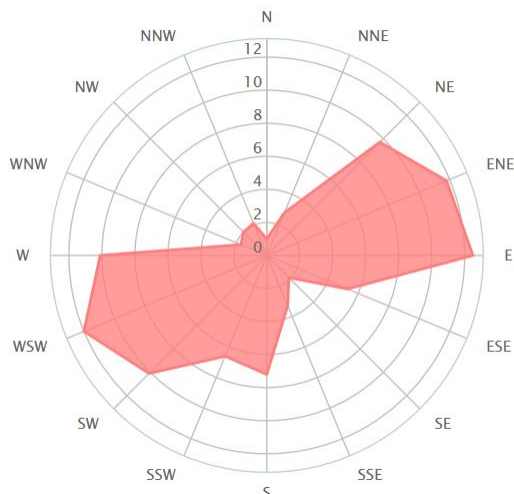


Figura II.4. Dirección de la dirección del viento en %. (<https://es.windfinder.com/>)

3.5.2. Otros elementos secundarios

Los datos que se exponen a continuación corresponden al número medio, máximo y mínimo mensual de días de nieve, días con el suelo cubierto de nieve, de tormenta, de granizo y de lluvia de climáticos se han obtenido del observatorio de Rinconada de la Sierra, provenientes del período comprendido de 20 años comprendido entre 1987 y 2006.

Nieve

Tabla II.10. Cuadro resumen de días de nieve. Fuente: I.N.M. (Elaboración propia).

Meses	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Nº de días medio	2,6	2,3	1,0	1,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	1,2
Nº de días máximo	5	7	3	6	1	0	0	0	0	0	4	5
Nº de días mínimo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Días cubiertos de nieve el suelo

Tabla II.11. Cuadro resumen de días de suelo cubierto de nieve. Fuente: I.N.M. (Elaboración propia).

Meses	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Nº de días medio	2,5	1,4	0,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,6
Nº de días máximo	16	6	4	3	0	0	0	0	0	0	3	4
Nº de días mínimo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Granizo

Tabla II.12. Cuadro resumen de días de granizo. Fuente: I.N.M. (Elaboración propia).

Meses	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Nº de días medio	0,3	0,5	0,7	2,2	1,2	0,4	0,2	0,2	0,1	0,2	0,4	0,2
Nº de días máximo	2	2	3	6	5	2	2	2	1	1	2	1
Nº de días mínimo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Niebla

Tabla II.13. Cuadro resumen de días de niebla. Fuente: I.N.M. (Elaboración propia).

Meses	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Nº de días medio	5,9	4,1	3,9	3,4	3,5	2,4	1,9	1,6	4,7	7,3	6,0	6,9
Nº de días máximo	17,0	11,0	15,0	12,0	10,0	9,0	6,0	4,0	10,0	19,0	13,0	16,0
Nº de días mínimo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tormenta

Tabla II.14. Cuadro resumen de días de tormenta. Fuente: I.N.M. (Elaboración propia).

Meses	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Nº de días medio	0,1	0,1	0,4	0,7	2,9	3,1	2,1	1,4	1,6	0,8	0,3	0,2
Nº de días máximo	1	1	2	3	9	10	8	3	4	3	1	2
Nº de días mínimo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Lluvia

Tabla II.15. Cuadro resumen de días de lluvia. Fuente: I.N.M. (Elaboración propia).

Meses	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Nº de días medio	7,6	5,2	6,2	8,2	10,3	5,3	2,8	2,9	6,5	13,0	11,3	10,4
Nº de días máximo	19	11	23	15	19	21	6	7	12	20	23	23
Nº de días mínimo	0	0	0	2	1	1	0	0	1	4	3	2

3.5.3. Número de horas frío

El número de horas-frío es el número de horas durante el periodo de reposo invernal, en las que la temperatura es inferior a 7 °C. Para su cálculo se han seguido el método de Weimberger y el método de Mota, que se consideran los más adecuados para zonas templado-frías.

Método de Weimberger

Weimberger establece una correlación entre horas-frío y la temperatura media de las medias de los meses de diciembre y enero. La correlación que se establece se puede observar en la Tabla II.16.

Tª media de los meses de diciembre y enero (TM en Tabla II.16) → 6,7 °C.

Tabla II.16. Correlación entre temperatura media de las medias de los meses de diciembre y enero y horas-frío, según Weimberger.

T	13,2	12,3	11,4	10,6	9,8	9,0	8,3	7,6	6,9	6,3
Horas <7 °C	450	550	650	750	850	950	1.050	1.150	1.250	1.350

Así, extrapolando la temperatura media de los meses de diciembre y enero ($x = 5,3$), en la correlación de Weimberger ($x_1 = 6,9$; $y_1 = 1250$; $x_2 = 6,3$; $y_2 = 1350$), se puede decir que el número de horas-frío, según este método, va a ser **1.283 horas-frío**.

Método de Mota

Para el computo de horas-frío, se ha de determinar primero el periodo de reposo invernal, que en una zona fría continental, como en la que se encuentra la parcela objeto del proyecto, y a nivel práctico, se puede fijar desde el 1 de noviembre hasta el 1 de marzo.

Para calcular las horas-frío por este método es necesario hacer uso de la siguiente fórmula con cada mes comprendido en el periodo de reposo invernal (noviembre, diciembre, enero y febrero) y sumar el resultado obtenido en cada caso (Tabla II.17):

$$Y_{\text{mes}} = 485,1 - 28,52 \cdot T_m$$

Donde:

- Y_{mes} : horas-frío mensuales.
- T_m : temperatura media mensual.

Tabla II.17. Calculo de las horas de frío mensuales en base temperatura media de las medias de los meses de noviembre a febrero, según Weimberger.

	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Sumatorio =
T_m	10,1	6,7	6,7	8,2	Y_{total}
Y	197,9	293,4	293,4	252,6	1037,3

Por lo tanto, el número de horas-frío, según este método, es de **1.037 horas-frío**.

3.5.4. Cálculo de la evapotranspiración

Se denomina evapotranspiración al conjunto de pérdidas físicas (evaporación) y biológicas (transpiración de las plantas) del suelo en vapor de agua. Se expresa en mm por unidad de tiempo y depende de factores de orden climático (radiación, humedad del aire, viento), relativos a las plantas (cubierta vegetal) y edáficos (tipo de suelo, estado de humedad del suelo). Se debe distinguir entre evapotranspiración potencial ETP (la evapotranspiración que se produciría si la humedad del suelo y la cobertura vegetal estuvieran en condiciones óptimas), evapotranspiración de referencia ET (evapotranspiración de una superficie de referencia, que ocurre sin restricciones de agua) y la evapotranspiración de un cultivo en condiciones estándar ETc (evapotranspiración que se produciría en un cultivo especificado, sano, bien abonado y en condiciones óptimas de humedad del suelo).

ETP según Thornthwaite

La E.T.P. según Thornthwaite se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$ETP_{\text{sin corregir}} = 16 \cdot \left(\frac{10 \cdot t}{I} \right)^a$$

Donde **I** es el índice de calor anual y corresponde a la suma de los índices de calor mensuales (**i**):

$$i = \left(\frac{t}{5}\right)^{1,514} \quad I = \sum i$$

Y **a**, se calcula mediante la ecuación:

$$a = 0,675 I^3 \cdot 10^{-6} - 0,771 I^2 \cdot 10^{-4} + 0,01792 I + 0,49239$$

La ETP mensual corregida para el nº de días del mes y el nº de horas de sol:

$$ETP = ETP_{\text{sin corregir}} \cdot k = ETP_{\text{sin corregir}} \cdot \frac{N \cdot d}{12 \cdot 30}$$

En la siguiente tabla se dan los resultados de estos cálculos, siendo:

- **T_m**: temperatura media en °C.
- **P**: precipitación media en mm.
- **P_e**: precipitación efectiva en mm (80% de la precipitación media).
- **i**: índice de calor mensual.
- **ETP_{sin corr}**: evapotranspiración sin ajustar en mm/mes para meses teóricos de 30 días y 12 horas de sol.
- **k**: coeficiente de corrección en función de la duración de la iluminación diaria y los días del mes,
- **N**: número máximo de horas de sol tabulado por Allen et al. (1998) según la latitud.
- **d**: días del mes.
- **ETP**: evapotranspiración potencial ajustada en mm/mes.
- **ETP – P_e**: necesidades de riego en mm/mes.

En la siguiente Tabla II.18) se representan los datos necesarios para el cálculo de la ETP, así como los resultados mensuales obtenidos de esta:

Tabla II.18. Evapotranspiración y necesidades de riego mensuales según Thornthwaite.

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Tm	6,7	8,2	10,7	11,9	15,6	20,7	23,8	23,7	20,5	15,0	10,1	6,7
P	85	57	52	73	64	28	11	10	45	91	88	89
Pe	68	45,6	41,6	58,4	51,2	22,4	8,8	8	36	72,8	70,4	71,2
i	1,6	2,1	3,2	3,7	5,6	8,6	10,6	10,5	8,5	5,3	2,9	1,6
ETP_{sin} corregir	17,2	23,0	34,5	40,4	61,1	93,0	114,8	113,8	91,6	57,5	31,6	17,2
N	11,8	11,9	12	12,1	12,2	12,2	12,2	12,1	12	11,9	11,8	11,8
d	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
k	1,02	0,93	1,03	1,01	1,05	1,02	1,05	1,04	1,00	1,02	0,98	1,02
ETP	17,48	21,27	35,64	40,79	64,17	94,56	120,56	118,53	91,59	58,92	31,03	17,48
ETP - Pe	-50,52	-24,33	-5,96	-17,61	12,97	72,16	111,76	110,53	55,59	-13,88	-39,37	-53,72

Así, los valores anuales son los que siguen:

- **ETP anual:** 712 mm
- **Necesidades anuales:** 363 mm
- **Meses con necesidades de riego:** mayo, junio, julio, agosto y septiembre.

ET según Blaney y Criddle

El método de Blaney y Criddle obtiene la evapotranspiración de cultivo de la siguiente forma:

$$ET_c = K_c \cdot ET_0$$

$$ET_0 = C \cdot f = C \cdot p (0,46 \cdot t + 8,13)$$

Siendo:

- **ETc:** evapotranspiración del cultivo en mm/mes.
- **Kc:** coeficiente de cultivo, extraído de la FAO en la publicación “Evapotranspiración del cultivo Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos”.
- **ETo:** evapotranspiración del cultivo de referencia en mm/mes.
- **f:** factor de uso consuntivo según la adaptación de Doorenbos y Pruitt (1986), en mm/mes.
- **C:** coeficiente de corrección del factor de uso consuntivo teniendo en cuenta los niveles generales de humedad, la insolación y el viento.
- **p:** porcentaje medio mensual de horas de iluminación en función de la latitud.
- **T_m:** temperatura media en °C.

- **P:** precipitación media en mm.
- **P_e:** precipitación efectiva en mm (80% de la precipitación media).

En la siguiente Tabla II.19 se representan los datos necesarios para el cálculo de la E_{to}, así como los resultados mensuales obtenidos de esta:

Tabla II.19. Evapotranspiración mensual del cultivo de referencia (E_{to}).

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Tm	6,7	8,2	10,7	11,9	15,6	20,7	23,8	23,7	20,5	15,0	10,1	6,7
P	85	57	52	73	64	28	11	10	45	91	88	89
Pe	68	45,6	41,6	58,4	51,2	22,4	8,8	8	36	72,8	70,4	71,2
p	6,8	6,8	8,3	8,9	10	10,1	10,2	9,5	8,4	7,8	6,7	6,5
f	76,3	80,8	108,3	121,0	153,2	178,2	194,6	180,6	147,4	117,3	85,5	72,9
C	0,57	0,63	0,79	0,83	0,91	1,12	1,13	1,11	1,02	0,81	0,65	0,61
E_{to}	43,5	50,9	85,5	100,4	139,4	199,6	219,9	200,5	150,4	95,0	55,6	44,5

En la siguiente Tabla II.20 se calcula la evapotranspiración del cultivo y las necesidades estimando una K_c constante de 0,5, considerando al madroño que un árbol de necesidades bajas-moderadas.

Tabla II.20. Evapotranspiración y necesidades de riego mensuales según Blaney y Criddle.

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
E_{to}	43,5	50,9	85,5	100,4	139,4	199,6	219,9	200,5	150,4	95,0	55,6	44,5
K_c	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
ET_c	21,7	25,4	42,8	50,2	69,7	99,8	109,9	100,2	75,2	47,5	27,8	22,2
ET_c - Pe	-46,3	-20,2	1,2	-8,2	18,5	77,4	101,1	92,2	39,2	-25,3	-42,6	-49,0

Así, los valores anuales son los que siguen:

- **ET_c anual:** 693 mm
- **Necesidades anuales:** 330 mm
- **Meses con necesidades de riego:** marzo, mayo, junio, julio, agosto y septiembre.

Método mixto de Thornthwaite y Blaney-Criddle

Con este método se compararan ambos métodos anteriores, realizando la media de ambos en los meses del año en que las necesidades de agua según Thornthwaite sean mayores que según Blaney-Criddle, mientras que en el resto de meses se tienen en cuenta sólo las de Blaney-Criddle.

Así, en el siguiente cuadro (Tabla II.21) se estiman las necesidades de riego en **389 mm**.

Tabla II.21. Necesidades de riego según el método mixto y resumen de valores y sumatorios de Evapotranspiración y de necesidades de riego por los otros dos métodos.

		Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Σ
Thornthwaite	ETP	13,8	18,4	34,5	44,5	73,3	120,9	149,2	136,5	91,6	57,5	25,2	13,8	779,2
	N riego					22,1	98,5	140,4	128,5	55,6				445,1
Blaney y Criddle	ETc	21,7	25,4	42,8	50,2	69,7	99,8	109,9	100,2	75,2	47,5	27,8	22,2	692,6
	N riego			1,2		18,5	77,4	101,1	92,2	39,2				329,6
Mixto	N riego					20,3	88,0	120,8	110,4	47,4				386,8

4. Índices fitoclimáticos

Los índices fitoclimáticos son un tipo de parámetro ecológico de naturaleza climática que evalúan el régimen hídrico o termopluiométrico. Por su parte, los parámetros ecológicos de naturaleza climática definen la relación entre los distintos elementos del clima y pretenden cuantificar la influencia de ese clima sobre las comunidades de seres vivos; se dividen en índices fitoclimáticos y en aquellos que se relacionan con algún aspecto cuantitativo de la fitocenosis.

4.1 Índice de pluviosidad de Lang (1918)

Índice que establece la relación de cociente entre las precipitaciones (aspecto favorable) y las temperaturas (aspecto desfavorable). Proporciona una idea sobre el tipo de clima ante el que nos encontramos en la zona de estudio, sin embargo al usar datos anuales desaparece la irregularidad climática a lo largo del año.

Su expresión es:

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

Siendo:

- P: Precipitación anual (mm)
- T: Temperatura media anual (°C)

En la Tabla II.22 se clasifican los valores del índice.

Tabla II.22. Clasificación del biotopo en función de los valores del Índice de Lang. Se marca en verde la zona en la que queda clasificada el presente proyecto proyecto.

VALORES DE I	CLASIFICACIÓN
0 - 20	Desiertos
20 - 40	Zonas áridas
40 - 60	Zonas húmedas de estepas o sabanas
60 - 100	Zonas húmedas de bosques y claros
100 - 160	Zonas húmedas de grandes bosques
> 160	Zonas perhúmedas de prados y tundras

Índice de Lang para la zona de estudio:

$$I = 718 / 14,5 = 49,5$$

El valor del Índice de Lang para la zona de estudio es de **49,5**, por lo que la zona corresponde a **zonas húmedas de estepas o sabanas**.

4.2 Índice de aridez de Martonne (1923)

Es el más utilizado en la actualidad. La única variación respecto al índice de Lang es que Martonne trata de evitar los posibles valores negativos del índice en las comarcas más frías sumando 10 a la temperatura media anual.

Su expresión es:

$$I = \frac{P}{T + 10}$$

Siendo:

- **P:** Precipitación anual (mm)
- **T:** Temperatura media anual (°C)

En la Tabla II.23 se clasifican los valores del índice.

Tabla II.23. Clasificación del biotopo en función de los valores del Índice de Martonne. Se marca en verde la zona en la que queda clasificada el presente proyecto.

VALORES DE I	CLASIFICACIÓN
< 5	Desiertos
5 - 10	Clima muy seco
10 - 20	Clima de estepas o sabanas
20 - 30	Región húmeda
>30	Regiones muy húmedas: * Si P es muy grande – regiones tropicales * Si T es muy pequeña – regiones polares

Índice de Martonne para la zona de estudio:

$$I = 718 / (14,5 + 10) = 29,3$$

El valor del índice de Martonne para la zona de estudio es de **29,3**, por lo que esta zona corresponde a **regiones húmedas**.

4.3 Índice de Emberger (1932)

Se conoce también como cociente pluviométrico. Este índice cuantifica las comarcas mediterráneas utilizando para ello, además de la precipitación media anual, las variaciones térmicas entre las máximas del mes más cálido y las mínimas del mes más frío.

Su expresión es:

$$Q = K \frac{P}{M^2 - m^2}$$

Siendo:

- **K**: vale 100 si m es mayor que cero y 2000 si m es menor que cero.
- **P**: Precipitación anual (mm)
- **M**: Temperatura media de las máximas del mes más cálido (°C)
- **m**: Temperatura media de las mínimas del mes más frío (°C)

Índice de Emberger para la zona de estudio:

$$Q = 100 * 718 / (33,2^2 - 2,2^2) = 65,42$$

El índice de Emberger es de **65,42**. Trasladaremos este valor al diagrama de Emberger (Figura II.5.) para poder determinar la zona a la que pertenece nuestro monte. Este diagrama distingue seis pisos dentro de la región mediterránea. El Índice de Emberger

obtenido se coloca en el eje de ordenadas y en el de abscisas la temperatura media de las mínimas del mes más frío. De esta forma, trasladando el valor obtenido para nuestra zona de proyecto, el valor se encuentra en el **piso mediterráneo templado**.

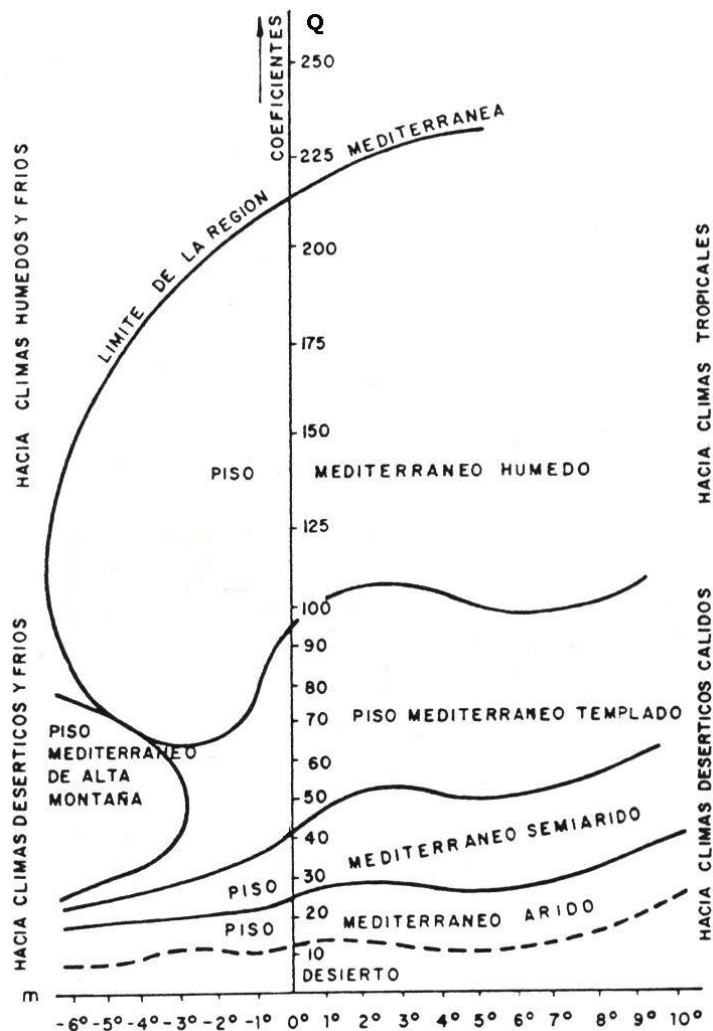


Figura II.5. Diagrama para la determinación del género del clima mediterráneo según Emberger. Fuente: Vera, 1989).

Cada género o subregión climática se subdivide según el tipo de invierno, que se clasifica según el valor de la temperatura media de las mínimas del mes más frío tal y como se muestra en la Tabla II.24. En nuestra zona de proyecto el valor de m es de **2,2 °C**, por lo tanto el invierno queda clasificado como **fresco**.

Tabla II.24. Clasificación del tipo de invierno en función del Índice de Emberger. Se marca en verde la zona en la que queda clasificada el presente proyecto proyecto.

VALOR DE 'm' (°C)	TIPO DE INVIERNO
> 10	Muy calurosos
7 a 10	Cálidos
3 a 7	Templados
0 a 3	Frescos
-3 a 0	Fríos
-7 a -3	Muy fríos
-10 a -7	Extremadamente fríos
< 10	Glaciares

4.4 Índice de Dantin-Revenga (1943)

Se denomina también índice termopluviométrico. Al contrario de los índices anteriores, el clima será más árido a mayor valor del índice. Dantin y Revenga, , realizaron un mapa de isoxéras (líneas que unen puntos con igual índice termopluviométrico) y multiplicaron por cien el cociente por ser un índice invertido y así aumentar su escala.

Su expresión es:

$$I = 100 \frac{T}{P}$$

Siendo:

- **P:** Precipitación anual (mm)
- **T:** Temperatura media anual (°C)

En la Tabla II.25 se clasifican los valores del índice.

Tabla II.25. Clasificación perteneciente al Índice Dantín-Revenga. Se marca en verde la zona en la que queda clasificada el presente proyecto proyecto.

VALORES DE I	CLASIFICACIÓN
0 – 2	Zona húmeda
2 – 3	Zona semiárida
3 – 6	Zona árida
> 6	Zona subdesértica

Índice de Dantin-Revenga para la zona de estudio:

$$I = 100 * (14,5 / 718) = 2,01$$

La zona objeto de estudio corresponde a **zona semiárida**.

4.5 Índice de continentalidad de Gorezynski (1920)

Este índice tiene en cuenta las diferencias de continentalidad entre verano e invierno en cuanto a temperaturas y pretende evaluar el grado de continentalidad de un determinado clima.

Su expresión es:

$$I_g = \left[1,7 \frac{T_a - T_b}{\sin L} \right] - 20,4$$

Siendo:

- **T_a**: Temperatura media del mes más cálido (°C)
- **T_b**: Temperatura media del mes más frío (°C)
- **L**: Latitud en grados sexagesimales

En la Tabla II.26 se clasifican los valores del índice.

Tabla II.26. Clasificación climática en función del Índice de Gorezynski. Se marca en verde la zona en la que queda clasificada el presente proyecto.

VALORES DE I _g	CLASIFICACIÓN
< 10	Zona oceánico
10 a 20	Zona oceánico-continental
> 20	Zona continental

Índice de Gorezynski para la zona de estudio:

$$I_g = 1,7 * [(23,8 - 6,7) / \sin 40,49] - 20,4 = 24,37$$

El valor del índice es de **24,37**. La zona de estudio se encuentra, por tanto, en un **clima continental** según Gorezynski.

4.5 Índice de Vernet (1966)

Este índice es un perfeccionamiento de todos los índices de aridez, pretende diferenciar el régimen hídrico al que se ven sometidas las comunidades vegetales de las distintas comarcas europeas según el tipo de clima.

Su expresión es:

$$I = \pm 100 \frac{(H - h)}{P} \frac{M_v}{P_v}$$

Siendo:

- **H**: Precipitación durante la estación más lluviosa (mm)

- **h**: Precipitación durante la estación más seca (mm)
- **P**: Precipitación anual (mm)
- **Mv**: Media de las temperaturas máximas estivales (°C)
- **Pv**: Precipitación estival (mm)
- **(H-h)/P**: Evalúa la oscilación termopluviométrica del régimen de lluvia
- **Mv/Pv**: Estimador de la sequía estival

El valor del índice lleva el signo ‘-’ cuando el verano es el primero o el segundo de los mínimos pluviométricos y ‘+’ en caso contrario. En nuestro caso el verano es la estación más seca y por tanto nuestro índice tiene signo ‘-’.

En la Tabla II.27 se clasifican los valores del índice.

Tabla II.27. Clasificación climática en función del Índice de Vernet. Se marca en verde la zona en la que queda clasificada el presente proyecto.

VALORES DE I	TIPOS DE CLIMA
> 2	Continental
0 a 2	Oceánico - Continental
-1 a 0	Oceánico
-2 a -1	Pseudooceánico
-3 a -2	Oceánico - Mediterráneo
-4 a -3	Submediterráneo
< -4	Mediterráneo

Índice de Vernet para la zona de estudio:

$$I = -100 * [(253 - 50) / 718] * (31,7 / 50) = -17,9$$

El índice es de **(-10,9)**, por lo que corresponde a un **clima mediterráneo**.

4.6 Clasificación climática de Köppen

La clasificación de Köppen, atiende a los valores medios mensuales de temperatura y precipitación para representar la relación de las comunidades locales con el clima. Los parámetros para determinar el clima de una zona son las temperaturas y precipitaciones medias anuales y mensuales, y la estacionalidad de la precipitación.

En esta clasificación se dividen los climas del mundo en cinco grupos principales: tropical, seco, templado, continental y polar, identificados por la primera letra en mayúscula. Cada grupo se divide en subgrupos, y cada subgrupo en tipos de clima. Los tipos de clima se identifican con un símbolo de 2 o 3 letras.

Así, dentro del grupo climático, nuestra zona de estudio se encuentra dentro del **tipo C, climas templados**, caracterizado porque la temperatura media del mes más frío (6,7

°C) está comprendida entre 0 °C y 18 °C y la temperatura media del mes más cálido (23,8 °C) supera los 10 °C.

El subgrupo viene explicado por el régimen de precipitaciones (Tabla II.28).

Tabla II.28. Claves para determinar el subgrupo climático. Se marca en verde la zona en la que queda clasificada el presente proyecto proyecto.

SUBGRUPO	SIGNIFICADO	CONDICIÓN
s	Verano seco	El verano es seco con un mínimo de precipitaciones marcado: la precipitación del mes más seco del verano es inferior a la tercera parte de la precipitación del mes más húmedo, y algún mes tiene precipitación inferior a 30 mm.
w	Invierno seco	El invierno es seco: la precipitación del mes más seco del invierno es inferior a una décima parte de la precipitación del mes más húmedo.
f	Húmedo	No es ni s ni w. Precipitaciones suficientes a lo largo del año, sin estación seca.

Así, la zona se clasifica dentro del **subgrupo s (estación seca en verano)** ya que la precipitación del mes más seco (agosto: 10 mm) es inferior a la tercera parte de la precipitación del mes más húmedo (diciembre: 89 mm).

La tercera letra de la subdivisión climática viene determinada por el comportamiento de las temperaturas en verano (Tabla II.29).

Tabla II.29. Claves para determinar la subdivisión climática. Se marca en verde la zona en la que queda clasificada el presente proyecto proyecto.

SUBDIVISIÓN	CLASIFICACIÓN	GRUPO CLIMÁTICO APLICABLE	CONDICIÓN
a	Veranos calurosos	C, D	Temperatura media del mes más cálido superior a 22°C.
b	Veranos cálidos y largos	C, D	Cuatro meses con al menos temperaturas medias superiores a 10°C.
c	Veranos cortos y frescos	C, D	Menos de cuatro meses con temperaturas medias superiores a 10°C.
d	Inviernos muy fríos	D	Temperatura media del mes más frío inferior a -3°C.
h	Clima caluroso y seco	B	Temperatura media anual superior a 18°C.
k	Clima frío y seca	B	Temperatura media anual inferior a 18°C.

Puesto que la temperatura del mes más cálido (julio: 23,8 °C) es superior a 22 °C se clasifica dentro de la **subdivisión a, veranos calurosos**.

Como conclusión, el clima de la zona de estudio se clasifica como **Csa: mediterráneo**, clima caracterizado por tener inviernos templados y veranos secos y cálidos, tiene un mínimo claro de precipitación en verano y la mayor parte de las lluvias caen en invierno. Es el clima típicamente mediterráneo en el que la vegetación natural es el bosque mediterráneo.

5 Conclusiones

Siguiendo la fenología del madroño ya estudiada en el Anexo I, a continuación, se describen la afección de cada uno de los factores climáticos que más influyen en la plantación y las limitaciones y/o condiciones que presentan estos factores.

4.1 Temperaturas

El madroño sobrevive a un amplio gradiente de temperaturas, siendo resistente a temperaturas hasta $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ y máximas de 35 a 40°C (Rau, 2008). Sin embargo, el comportamiento óptimo se da en zonas con temperaturas medias anuales de entre 12 y $18\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Las temperaturas mínimas absolutas más bajas se alcanzan en los meses de diciembre, enero y febrero, meses de reposo fenológico de la planta, con lo que no representa grandes problemas para el cultivo. Por otro lado, la temperatura media anual es de $14,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, la temperatura media de las mínimas es $2,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y la temperatura media de las máximas es de $33,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, valores que demuestran la aptitud térmica de la zona a la especie.

4.2 Viento

Los vientos fuertes pueden tener varios efectos negativos:

- En los primeros fases de la plantación y primeros años de los árboles pueden perjudicar el crecimiento y desarrollo de la mismas.
- Durante la floración y la fructificación, octubre y noviembre, puede provocar lesiones así como la caída de flores y frutos.
- En del periodo de floración, velocidades mayores de 20 km/h reduce el vuelo de los insectos polinizadores, limitando con ello la necesaria polinización entomófila.

Por otro lado, en las primeras fases de la plantación vientos fuertes pueden afectar a la correcta formación del árbol. Además, los vientos cálidos y secos contribuyen a la deshidratación de las plantas, lo que puede hacer que los frutos se sequen.

La zona del proyecto queda localizada en una zona baja, con vientos locales poco fuertes, que queda protegida al Este y al Norte por las cortinas naturales que supone la vegetación ripícola que protege los arroyos que lindan la finca por esos lados.

Del estudio de los vientos generales de la estación de Matacán cabe destacar:

- Las velocidades más frecuentes de los vientos dominantes (Este y Oeste-Sur-Este), cuyas velocidades medias están comprendidas entre los 7 y 9 km/h.
- En octubre y noviembre se localiza en una media de 10 a 13 días con velocidad de viento por encima de los 36 km/h, pero la dirección predominante en esos meses es Este y Este-Norte-Este, zonas norte y sur que quedan más protegidas en la finca.
- El número de días en los meses de fructificación, octubre, noviembre y diciembre con vientos con velocidades superiores a los 55 km/h, que pudieran provocar la caída de los frutos es un fenómeno con ocurrencias bajas de 3 a 4 días.

Con todo esto, se concluye que , el viento no es un factor condicionante en la zona de estudio con lo que la adopción de medidas, como podría ser la instalación de cortinas cortavientos en la zona sur y oeste del perímetro, a pesar de poder ser una medida positiva, no es una actuación imprescindible para el correcto desarrollo de la plantación.

4.3 Precipitación

El madroño se asienta sobre un clima mediterráneo, caracterizado por inviernos fríos y húmedos y veranos secos y calurosos, en los que es costumbre tener un elevado déficit hídrico, que se extiende a parte de la primavera y el otoño, dando, a veces, años de sequía en los que las precipitaciones son bajas. A estas condiciones es adaptable y podemos considerar una precipitación óptima para la especie entre los 500 y los 1.400 mm (Correia & Varela, 1996), por debajo de los 500 mm sólo se localiza cerca de cursos de agua.

Según Alves et al. (2012) un déficit hídrico severo puede afectar a la productividad de los árboles a través de la reducción del área fotosintéticamente activa, como resultado de la pérdida de área foliar por inhibición de la producción de nuevas hojas, disminución de la expansión celular, y senescencia precoz de las hojas; por movilización y eventual agotamiento de las reservas nutritivas y por decrecimiento en la tasa de asimilación fotosintética debido al cierre de los estomas.

La presencia de madroños en la zona de estudio demuestra la aptitud de la especie en una zona donde se alcanzan los 718 mm anuales. Sin embargo, las lluvias no son uniformes durante todo el año y dado que el objetivo del proyecto es conseguir una producción comercial de fruta, de cara a obtener los mejores rendimientos y producciones lo ideal es tratar de suplir la fase de estrés hídrico de la planta, teniendo en cuenta que entre marzo y octubre tiene lugar el engrosamiento celular de los frutos y la planta presenta tasas fotosintéticas más elevadas por lo que va a presentar mayores necesidades hídricas. Así, teniendo en cuenta los cálculos realizados de evapotranspiración, de mayo a septiembre, ambos meses inclusive, se debe valorar el aporte de riego necesarios para suplir el intervalo de sequía y mantener la plantación correctamente hidratada. Aunque, sin embargo, en los años en los que la primavera sea anormalmente seca podrá ser necesario realizar riegos de marzo a mayo.

En contraposición, es necesario tener en cuenta que lluvias intensas durante la época de la floración (octubre y noviembre) pueden destruir las flores, así como las lluvias de verano pueden provocar la caída de los frutos. En la Tabla II.7, hay meses en los que las precipitaciones pueden ser muy elevadas, como octubre, noviembre y enero, sin embargo, este tipo de lluvias tienen una frecuencia baja, por ello es que los valores de precipitación máxima media mensual y la precipitación máxima absoluta se encuentren alejados de estos niveles. Sin embargo, con vistas a reducir los efectos negativos que puedan tener este tipo de lluvias sobre los madroños, en el estudio de alternativas se deberá considerar la posibilidad de realizar la plantación en caballones, puesto que, de esta manera, se mejora el drenaje alrededor de las raíces, a pesar de que las probabilidades de encharcamientos en el terreno son bajas debido a la ligera pendiente que presenta el terreno.

4.4 Heladas

Las heladas precoces o tardías, especialmente cuando están acompañadas de vientos fuertes, pueden afectar al correcto desarrollo de la planta y afectar a la sanidad de la plantación, dado que el madroño es poco tolerante a estas adversidades climáticas.

Las heladas queman las hojas y las yemas y destruyen las flores. Las plantas jóvenes son más sensibles que las adultas ya que estas últimas tienen una mayor protección al tener un mayor volumen de copa. De la misma forma, presentan mayor sensibilidad las plantas dispuestas en un marco de plantación o aisladas de las que se localizan espontáneamente y en mayores densidades.

Las heladas pueden afectar negativamente al desarrollo y producción del cultivo, principalmente aquellas que ocurran a partir de abril, afectando al desarrollo de la hoja nueva y aquellas que ocurran entre octubre y noviembre que es cuando se da la floración. En este sentido, según el estudio fenológico y los datos de heladas del Atlas agroclimático para la parcela, las heladas tempranas y tardías no afectarían a las fases más críticas, puesto que el 26 de marzo (día de última helada) aún no se ha iniciado la brotación y el 24 de noviembre (día de primera helada) lo más probable es que ya se haya completado la fecundación de las flores, sin embargo, se buscará la plantación de los patrones más tardíos.

4.5 Granizo

El granizo puede provocar la caída o heridas en la superficie de los frutos, en las que penetran hongos y bacterias que pueden pudrir los frutos alcanzados, inviabilizando su consumo.

Como se recoge en la Tabla II.12, no es un fenómeno que ocurra con mucha probabilidad, siendo abril y mayo los meses que presentan más días de granizo, 2 y 1 de media, y 6 y 5 como máximo, respectivamente. En estos meses los frutos están verdes y pequeños, con lo que, en cualquier caso, no van a provocar daños.

4.6 Niebla

La niebla a la altura de la floración puede provocar la pudrición de las flores, haciéndolas caer. Sin embargo, en la zona tampoco es un factor condicionante, ocurriendo como media en la fase de floración de octubre y noviembre entre 6 y 7 días.

4.7 Nieve

La nieve es un elemento climatológico que puede causar daños por el peligro de rotura de ramas. De enero a abril son los meses en los que hay probabilidad de que al menos tenga lugar un día de nevada al mes, sin embargo, estos meses son los meses de mayor parada vegetativa del madroño, con lo que tampoco supone un condicionante para la plantación.

4.8 Conclusión final

El madroño es una especie rústica poco exigente en lo que se refiere a requerimientos climáticos para su desarrollo. Tiene preferencia por el clima mediterráneo, del cual es originaria, es capaz de soportar condiciones de sequía prolongada, sin embargo, no le son apropiados los veranos secos y largos, así como la ocurrencia de heladas precoces o tardías especialmente cuando están acompañadas por vientos.

Del estudio del clima de la parcela sobre la que se va a asentar la plantación se puede deducir que el clima es mediterráneo, con veranos secos calurosos y secos e inviernos fríos, en el que ninguno de los factores analizados resulta limitante, y aunque alguno puede condicionar en cierta medida, pueden corregirse tomando las medidas correctivas y preventivas propuestas en cada caso.

ANEXO III:

ESTUDIO EDAFOLÓGICO Y DEL AGUA DE RIEGO

Índice

1. Estudio del suelo	3
1.1. Introducción	3
1.2. Requerimientos edáficos del madroño	3
1.3. Análisis fisicoquímico	4
1.4. Valoración de los resultados	5
1.4.1. Profundidad	5
1.4.2. Textura	5
1.4.3. pH	6
1.4.4. Salinidad	8
1.4.5. Fertilidad	9
1.4.5.1. Materia orgánica	9
1.4.5.2. Nutrientes	10
1.5. Conclusiones	12
2. Estudio del agua de riego	13
2.1. Introducción	13
2.2. Valores normales de agua de riego	14
2.3. Análisis químico	15
2.4. Valoración de los resultados	16
2.4.1. pH	16
2.4.2. Salinidad	16
2.4.3. Infiltración	16
2.4.4. Toxicidad de iones específicos	19
2.4.4.1. Sodio	19
2.4.4.2. Cloruros	20
2.4.5. Dureza del agua	20
2.4.6. Coeficiente alcalí (Índice de Scott)	21
2.4.7. Clasificación de Riverside	22
2.5. Conclusiones	23

1. Estudio del suelo

1.1. Introducción

El estudio edafológico es de gran importancia pues el suelo es el medio de sostén donde se desarrollará la plantación. Con este estudio se pretende determinar si las condiciones edáficas son las adecuadas para el correcto desarrollo de la especie elegida. A diferencia de las condiciones climáticas que son difícilmente reversibles, en el caso de los suelos, en la mayoría de los casos, bajo factores edafológicos contrapuestos a los requeridos por la planta suele ser posible hacer correcciones.

En el municipio dominan los suelos de roca de pizarra con subsuelo arcilloso y de roca de granito con subsuelo arenoso, lo que queda reflejado en la flora acidófila típica de brezos, roble (*Quercus pirenaica*), castaño (*Castanea sativa*) o, la especie de interés para este proyecto, el madroño (*Arbutus unedo*).

Por otro lado, en la zona de estudio según el Mapa de clases de suelo 1/400.000 de Castilla y León el suelo se clasifica dentro de la clasificación de la FAO como Cambisol húmico (Cmu), caracterizados por un horizonte A úmbrico o móllico, sobre materiales de base como granitos, pizarras y areniscas (Mapa de Suelos de la Comunidad Europea (Soil Map of the European Communities, 1985).

Con lo que, en una primera aproximación, el suelo es propicio para la implantación de un cultivo pionero de madroño, la interpretación de un estudio físico-químico más detallado del suelo de la parcela podrá concretar si existen limitantes para la plantación.

1.2. Requerimientos edáficos del madroño

El madroño es una especie muy tolerante a varios tipos de suelo, desarrollándose mejor en suelos de profundidad moderada (cambisolos), a pesar de ser indiferente a la naturaleza química del suelo, pudiendo crecer en suelos derivados de rocas silíceas (pizarras, granitos, areniscas, paleodunas, arenas) o en suelos calcáreos pero descarboxilados (Gomes, Guilherme, Pato, & Cordeiro, 2017). De hecho, según Cervelli (2005) de las especies del género *Arbutus*, *A. unedo* es la especie más tolerante a los suelos calcáreos, pero también presenta un buen desarrollo en suelos con alto contenido en arcilla, siempre que posean una estructura y textura que permita un buen drenaje.

Según Gomes et al. (2017) puede encontrarse también en regiones de suelos esqueléticos, predominando en las partes cóncavas del relieve donde el suelo está más desarrollado.

El madroño presenta una raíz pivotante que lo hace tolerante a la sequía, presentando un sistema radicular dual, con raíces superficiales y profundas, que pueden llegar de los 2 a los 5 metros de profundidad. Según Filella y Piñuelas (2003) este sistema radicular le permite explorar diferentes capas del suelo durante el año y el día, permaneciendo

las raíces superficiales activas durante el verano y absorbiendo activamente nutrientes concentrados cerca de la superficie del suelo, como el nitrógeno, mientras que las raíces más profundas suministran humedad a las raíces más superficiales lo que las permite permanecer activas para aprovechar las lluvias del verano y los nutrientes que se liberan cuando el suelo vuelve a humedecerse tras largas períodos sin llover.

Más allá de la plasticidad comentada del madroño, podemos considerar que la especie en las mejores condiciones de desarrollo es intolerante a suelos encharcados, prefiriendo suelos sueltos, profundos, silíceos o descarbonatados, ricos en materias orgánica, con buen drenaje y ligeramente ácidos con pH entre 5,5 y 7 (Lagarto, Gomes, Franco, & Oliveira, 2013).

A continuación, siguiendo las indicaciones de Gomes et al. (2017) se señalan los parámetros indicadores del estado de fertilidad del suelo, los cuales que habrá que tener en cuenta para el buen desarrollo del madroño, así como los rangos que afectarán positivamente a la plantas:

- Suelos con textura media.
- pH poco ácido, entre 5,6 a 6,5.
- Valores medios de materia orgánica entre 2,1 y 4 %, en suelos de textura media.
- Valores medios de fósforo (P₂O₅) y potasio (K₂O) extraíbles entre 50 a 100 mg/kg.
- Valores medios de calcio de intercambio entre 5 y 10 meq/100g.
- Valores medios de magnesio de intercambio entre 1 y 2,5 meq/100g.
- Valores medios de boro extraíble entre 0,4 y 1,0 mg B/kg.

1.3. Análisis fisicoquímico

El análisis fisicoquímico del suelo es una manera práctica de poder estudiar el suelo en el que se establecerá la plantación. Para ello se ha realizado la apertura de calicatas, simultánea a la recogida de muestras con porciones del terreno que se analizarán en el laboratorio. Para tratar de evitar errores se buscó una muestra representativa de la zona de estudio. En este caso, la parcela objeto de estudio es bastante homogénea, pero para buscar mayor representatividad de la muestra se seleccionaron 15 puntos de recogida dentro de la parcela de manera aleatoria a una profundidad de 0 a 50 cm, evitando zonas que pudieran diferir de las propiedades del terreno y buscando un reparto homogéneo de cada submuestra.

Los datos obtenidos en el análisis se presentan en la Tabla III.1.

Tabla III.1. Resultados del análisis fisicoquímico.

Parámetro	Resultado
pH (1:2,5)	5,76
Conductividad	0,19 mS/cm
Arena ISSS	57,35 %
Limo ISSS	18,82 %
Arcilla ISSS	23,83 %
Textura ISSS	Franco arcillo arenoso
Materia orgánica oxidable	3,23 ± 0,07 %
Carbonatos	No detectable %
Caliza activa	No realizado %
Fósforo asimilable	26,3 ± 0,8 mg/kg
Potasio asimilable	278 mg/kg
Calcio asimilable	7,26 meq/100 g
Magnesio asimilable	1,11 meq/100g
Sodio asimilable	0,08 meq/100 g

1.4. Valoración de los resultados

1.4.1. Profundidad

Para poder evaluar la profundidad, la presencia de piedras o de algún horizonte impermeable que elevase la capa freática se realizó una calicata. Con ella se pudo determinar la presencia de un horizonte de 30 cm, en su mayoría con presencia de raíces de la vegetación existente y con mayor presencia de materia orgánica. Con la calicata se llegó hasta una profundidad de 1,4 m, comprobando que la profundidad de la roca madre es aún superior. De la misma manera, se pudo observar que a partir de 1,1 m la pedregosidad ya es elevada. Así, se verifica que el desarrollo de las raíces no se verá impedido por la presencia de horizontes impermeables muy compactados o por la presencia de la roca madre dura a poca profundidad.

1.4.2. Textura

Según la clasificación del ISSS (*International Society Soil Science*), siguiendo la distribución de tamaños de las partículas constituyentes del suelo (Figura III.1): arena (57,35 %), limo (18,82%), arcilla (23,83%), la textura se clasifica como franco-arcillo-arenosa. Este tipo de textura pertenece al grupo de suelos francos o medios, cuyas características físicas, permeables y con buena capacidad de retención de agua, la hacen apta para el cultivo en general.

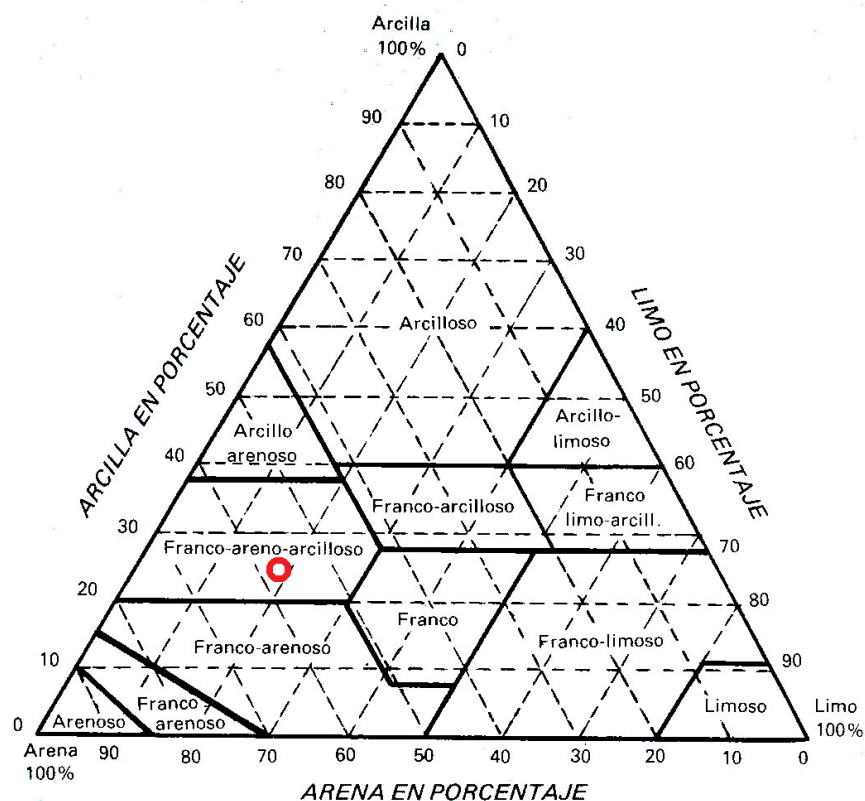


Figura III.1. Diagrama triangular para la determinación de la textura (Clasificación I.S.S.S.). El círculo rojo indica la textura del suelo de la parcela donde se localiza el proyecto.

1.4.3. pH

Este parámetro mide la reacción del suelo que influye en gran cantidad de aspectos químicos, condicionando la asimilabilidad de ciertos nutrientes o la toxicidad de ciertos elementos que se pueden presentar en sales más o menos solubles, así como también aspectos físicos, afectando a la estructura del suelo, y biológicos, condicionando la presencia de diferentes organismos que influyen en la dinámica del suelo, como se muestra en la Tabla III.2.

Tabla III.2. Clasificación de los principales intervalos de pH y sus efectos según el USDA. Fuente: (Oliveira & Afif, 2006) El sombreado verde indica el rango y la clasificación en la que se encuentra el valor del suelo de la parcela.

pH	Clasificación	Efectos
< 4	Extremadamente ácido	Condiciones muy desfavorables
4,5 – 5,0	Muy fuertemente ácido	Posible toxicidad por efecto del aluminio
5,1 – 5,5	Fuertemente ácido	Deficiencia en Ca, K, Mg, N, P, S, Mo Exceso de Cu, Fe, Mn, Zn, Co Escasa actividad bacteriana
5,6 – 6,0	Medianamente ácido	Adecuado para la mayoría de los cultivos
6,1 – 6,5	Ligeramente ácido	Máxima disponibilidad de nutrientes
6,6 – 7,3	Neutro	Efectos tóxicos mínimos
7,4 – 7,8	Medianamente básico	Hay carbonato cálcico
7,9 – 8,4	Básico	Disminuye la disponibilidad de P, B, Cu, Fe Mn, Zn, Co Posibilidad de clorosis férrica
8,5 – 9,0	Ligeramente alcalino	Problemas graves de clorosis férrica
> 9,1	Alcalino	Presencia de carbonato sódico Escasa actividad microbiana Poca disponibilidad de nutrientes

Los datos obtenidos en la analítica reflejan un pH de 5,76, considerado como ligeramente ácido, que no es un factor limitante para el madroño como señalan diferentes autores (Tabla III.3).

Tabla III.3. Rangos de pH para el madroño según bibliografía. El sombreado verde indica el rango y la clasificación en la que se encuentra el valor del suelo de la parcela.

Valor pH parcela	Rangos pH para el madroño según autores		
	Gomes et al. (2017)	Celikel et al. (2008)	Lagarto et al. (2013)
5,76	5,6 - 6,5	5 -7,2	5,5 -7

En el siguiente gráfico (Figura III.2) se puede observar la influencia que tiene el valor de pH, en la solubilidad de los nutrientes, no siendo limitante para ninguno.

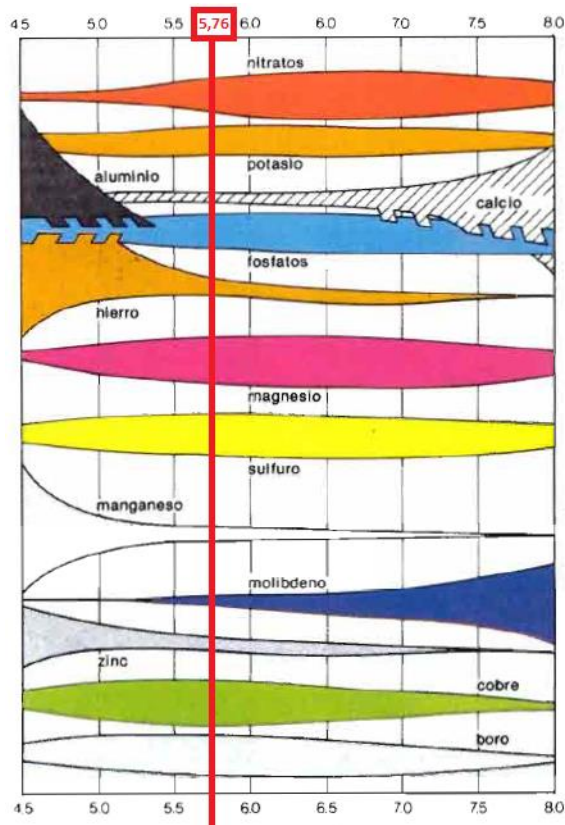


Figura III.2. Efectos relativos de la acidez del suelo en la disponibilidad de nutrientes para la planta. Fuente: (Lopez & Miñano, 1988). La línea roja establece el valor del pH del suelo de la parcela.

1.4.4. Salinidad

La salinidad en concentraciones altas puede tener consecuencias negativas para las plantas, al aumentar el potencial osmótico que puede causar dificultades en captar agua por la planta y afectar en elevadas concentraciones de determinados iones que puedan desplazar la disponibilidad de otros nutrientes o causar toxicidad.

El parámetro para medir la salinidad es la conductividad eléctrica. En el análisis de la muestra de suelo el valor obtenido es de 0,19 mS/cm, que determina que el suelo no presenta problemas de salinidad, como se comprueba en la Tabla III.4.

Tabla III.4. Influencia de la salinidad en los cultivos. Fuente: *Departamento de agricultura de los EEUU*. El sombreado verde indica el rango y la clasificación en la que se encuentra el valor del suelo de la parcela.

Clasificación del suelo	Conductividad eléctrica en el extracto de saturación (mS/cm o dS/m)	Efecto en el cultivo
No salino	0 - 2	No afecta a los cultivos
Ligeramente salino	2 - 4	Puede disminuir los rendimientos de los cultivos sensibles
Moderadamente salino	4 - 8	Disminuye el rendimiento de la mayoría de los cultivos.
Salino	8 - 16	Rendimiento satisfactorio sólo de cultivos tolerantes
Extremadamente salino	> 16	Rendimiento satisfactorio sólo de cultivos muy tolerantes

1.4.5. Fertilidad

1.4.5.1. Materia orgánica

La materia orgánica aporta una serie de propiedades beneficiosas para el suelo, contribuye a mejorar la permeabilidad del suelo, el desarrollo de las raíces, la capacidad de retención de agua, el drenaje y la disponibilidad de nutrientes, especialmente el nitrógeno.

Los valores de materia orgánica del suelo objeto de estudio es de 3,23 %, que, como se refleja en la Tabla III.5, se consideran valores altos y aptos para cultivos en regadío. Según Celikel et al. (2008), el madroño en condiciones naturales se encuentra entre valores de materia orgánica comprendidos entre el 0,63 y el 14,24 %, sin embargo se puede considerar que es exigente en suelos ricos en materia orgánica. Por otro lado, para Gomes et al. (2017), en suelos de textura media, los valores aptos de materia orgánica para el madroño son entre 2,1 y 4 %. En este sentido, el suelo presenta una presencia de materia orgánica que hace descartar el aporte de cualquier enmienda orgánica.

Tabla III.5. Calificación del contenido de materia orgánica en función de la textura del suelo. Fuente: (Lopez & Miñano, 1988). El sombreado verde indica el rango y la clasificación en la que se encuentra el valor del suelo de la parcela.

Valor materia orgánica	Suelo arenoso	Suelo franco	Suelo arcilloso
Pobre	< 0,7	< 1	< 1,2
Satisfactorio	0,7 -1,5	1 – 1,8	1,2 – 2,0
Rico	1,5 – 2,5	1,8 – 3,0	2,0 – 3,5
Muy rico	3,0 – 5,5	3,0 – 5,5	3,5 – 6,0

1.4.5.2. Nutrientes

Los macronutrientes condicionan la nutrición de las plantas, desempeñando cada uno diferentes funciones en el ciclo biológico de la planta

Nitrógeno

El madroño tiene mayores necesidades en primavera, en la fase que se inicia la fructificación hasta el final del engrosamiento celular, de marzo a agosto. El nitrógeno proporciona vigor vegetativo, crecimiento de nuevas ramas y calibre a los frutos.

Fósforo

La mayor demanda de fósforo del madroño se concentra entre los meses de marzo, cuando comienza su periodo de engrosamiento celular, a noviembre (diciembre en algunos casos) cuando termina su maduración. Este elemento actúa en el crecimiento radicular, en la acumulación de reservas, en la floración y diferenciación floral y en el desarrollo precoz de los frutos.

El fósforo asimilable resultante de la analítica de la parcela de estudio es de 26,3 mg/kg. Esta cantidad está en una proporción correcta, pero algunos autores la señalan como baja, con lo que el suelo podrá necesitar aporte correctivo (Tabla III.6).

Tabla III.6. Interpretación del contenido de fósforo asimilable en mg/kg. El sombreado verde indica el rango y la clasificación en la que se encuentra el valor del suelo de la parcela.

Fuente: Oliveira & Afif (2006)		Fuente: Gomes et al. (2017)	
Contenido de fósforo por el método Olsen (mg/kg)	Interpretación	Contenido de fósforo (mg/kg)	Interpretación
< 5	Muy baja	< 25	Muy baja
5 - 15	Baja	26 - 50	Baja
15 - 30	Correcta	51 - 100	Media
30 - 40	Alta	101 - 200	Alta
> 4	Excesiva	> 200	Muy alta

Potasio

Al igual que con el fósforo, el madroño va a presentar mayor absorción en el período de marzo hasta el final de la maduración de los frutos (noviembre-diciembre). Interviene en la diferenciación floral, en la calidad de los frutos (peso, calibre, sabor, contenido de azúcares), en la maduración y en la resistencia a la sequía y al frío.

El potasio asimilable del área de estudio es de 278 mg/kg encontrándose en un contenido satisfactorio para la mayoría de los cultivos, pero alto para el caso del madroño (Tabla III.7).

Tabla III.7. Interpretación del contenido de potasio asimilable en mg/kg. Fuente: Lopez & Miñano (1988) y Gomes et al. (2017). El sombreado verde indica el rango y la clasificación en la que se encuentra el valor del suelo de la parcela.

Fuente: Lopez & Miñano (1988)		Fuente: Gomes et al. (2017)	
Contenido de potasio (mg/kg) para suelos francos	Interpretación	Contenido de potasio (mg/kg)	Interpretación
60	Muy bajo	< 25	Muy baja
60 - 115	Bajo o pobre	26 - 50	Baja
115 - 235	Ligeramente bajo	51 - 100	Media
235 - 400	Satisfactorio	101 - 200	Alta
400 - 600	Ligeramente bajo	> 200	Muy alta
> 600	Muy alto		

Calcio

La planta tiene mayores necesidades desde abril hasta la maduración de los frutos (noviembre-diciembre). El calcio interviene en la fecundación y formación del fruto y la resistencia de la planta al ataque de microorganismos.

Los resultados del análisis muestran un contenido de 7,26 meq/100g, por lo que cuenta con un contenido bajo (Tabla III.8). A pesar de que estos valores, que en otros cultivos podrían resultar bajos, según apunta Gomes et al. (2017), en el madroño valores medios de calcio entre 5 y 10 meq/100g son suficientes.

Tabla III.8. Interpretación del contenido de calcio asimilable en meq/100g. Fuente: (Oliveira & Afif, 2006). El sombreado verde indica el rango y la clasificación en la que se encuentra el valor del suelo de la parcela.

Contenido de calcio (meq/100g) para suelos francos	Interpretación
< 4,5	Muy bajo
4,5 - 9	Bajo
9 < 10,5	Correcto
10,5 - 12	Alto
> 12	Excesivo

Magnesio

Hay mayores necesidades de magnesio en el período de abril hasta el inicio de la maduración de los frutos. El magnesio promueve la fotosíntesis y facilita la asimilación de fósforo.

De este elemento, la analítica muestra un resultado de 1,11 meq/100 g, que representa un contenido bajo (Tabla III.9). Al igual que ocurre con el calcio, para el madroño, según apunta Gomes et al. (2017), valores medios de magnesio entre 1 y 2,5 meq/100 son suficientes.

Tabla III.9. Interpretación del contenido de magnesio asimilable en meq/100g. Fuente: (Oliveira & Afif, 2006). El sombreado verde indica el rango y la clasificación en la que se encuentra el valor del suelo de la parcela.

Contenido de magnesio (meq/100g) para suelos francos	Interpretación
< 0,75	Muy bajo
0,75 - 1,5	Bajo
1,5 - 2,25	Correcto
2,25 - 3	Alto
> 3	Excesivo

Boro

El madroño tiene mayores necesidades de boro en la diferenciación floral, de junio a octubre. Este elemento promueve la fecundación, el desarrollo radicular y la tolerancia a la sequía. Según Gomes et al. (2017), valores medios de boro extraíble podrían encontrarse entre 0,4 y 1 meq/100.

1.5. Conclusiones

Del madroño como especie cultivada se sabe aún poco, aunque sí es conocida su rusticidad en ambientes naturales. En este caso, la presencia de un suelo ácido y con niveles bajos de nutrientes como P, Ca y Mg, que en cualquier otra plantación podría resultar un aspecto condicionante, inicialmente, sólo el P supone para esta especie una desventaja, debiéndose valorar la necesidad de realizar alguna enmienda para poder compensarle. Por otro lado, el resto de los parámetros analizados como profundidad, textura, materia orgánica, pH y salinidad son aptos y beneficiosos para el correcto desarrollo de la plantación, como se recoge de forma resumida en el siguiente cuadro (Tabla III.10).

Tabla III.10. Resumen e interpretación de los principales parámetros del suelo que afectan a la plantación.

Parámetro	Resultado analítica suelo	Rangos adecuados para el madroño Fuente: Gomes et al. (2017)	Interpretación para la plantación de madroño
pH (1:2,5)	5,76	5,6 - 6,5	Medianamente ácido, adecuado para el madroño
Conductividad	0,16 mS/cm		No salino, sin afección al cultivo
Textura ISSS	Franco arcillo arenoso	Textura media	Adecuado
Materia orgánica oxidable	3,23 ± 0,07 %	2,1 - 4 %	Rico, adecuado para el madroño
Fósforo asimilable	26,3 ± 0,8 mg/kg	50 - 100 mg/kg	Insuficiente
Potasio asimilable	278 mg/kg	50 - 100 mg/kg	Alto
Calcio asimilable	7,26 meq/100 g	5 - 10 meq/100g	Adecuado
Magnesio asimilable	1,11 meq/100g	1 - 2,5 meq/100g	Adecuado

2. Estudio del agua de riego

La parcela cuenta con un sondeo ya existente de 42 m de profundidad y que será el utilizado para suministrar el agua necesaria para el correcto desarrollo de la plantación. En el Plano nº3 se puede ver la localización del sondeo en la parcela.

2.1. Introducción

Un agua será de buena calidad para el riego en el momento que garantice las funciones básicas para las plantas al mismo tiempo que no produzca efectos perjudiciales. La calidad del agua de riego se definirá en función de su composición química, de la cantidad y tipo de sales que lleve disueltas.

En determinadas ocasiones la presencia de concentraciones altas de sales o la presencia de ciertos iones nocivos disminuye la calidad del agua de riego, sin embargo, esta afección no sólo se debe a la concentración de determinadas sales o iones, sino a la técnica de riego elegida, a la sensibilidad de la especie plantada o el tipo de suelo a regar.

Así, para valorar la calidad de agua de riego se necesita valorar en conjunto la terna suelo-agua-planta, considerando el efecto del agua sobre la nutrición de la planta y el que produce en el equilibrio del suelo (Monge, M.A. 2018). Esta valoración es un factor muy importante a la hora de tomar decisiones sobre la elección del sistema de riego, determinación de los componentes de la instalación y del propio manejo del riego y del cultivo con objeto de evitar problemas de salinidad, infiltración del agua en el suelo, de toxicidad para las plantas u otros derivados de las obturaciones en sistemas de riego localizado.

A continuación, en la tabla III.11 se resumen las variables principales que deben evaluarse y los parámetros correspondientes a medir para establecer la aptitud de calidad de las aguas para el riego.

Tabla III.11. Variables y parámetros de medida que definen la calidad del agua para el riego. Fuente: Aragües (2011)

Variable	Parámetro de medida
Salinidad	Conductividad Eléctrica (CE, dS/m)
Sodicidad	Relación de Adsorción de Sodio [RAS, mmol/L) ^{0.5}]
Alcalinidad	pH
Toxicidad iónica no específica	Concentraciones de Sodio (Na ⁺) y Cloruro (Cl ⁻) (meq/L)
Tolerancia del cultivo a la salinidad	CE-umbral, Pendiente

Tabla III.11 (continuación). Variables y parámetros de medida que definen la calidad del agua para el riego. Fuente: Aragües (2011)

Variable	Parámetro de medida
Tolerancia de los suelos al efecto combinado de la salinidad, sodicidad y alcalinidad	CE, RAS y pH
Riego	Sistema de riego, Fracción de lavado (FL)

2.2. Valores normales de agua de riego

A continuación se da una tabla con los valores normales que podría proporcionar un análisis de agua, y que sirven como referencia a pesar de ser necesario una analítica tan somera ni analizar tantos parámetros para el presente proyecto.

Tabla III.12. Valores considerados normales de un análisis de aguas de riego. Fuente: (Ayers & Westcot, 1985)

Parámetros	Símbolo	Unidad	Valores normales en aguas de riego
SALINIDAD			
Contenido en sales			
Conductividad eléctrica	Ce _a	dS/m	0 - 3
Total sólidos en solución	TSD	mg/l	0 - 2000
Cationes y aniones			
Calcio	Ca ²⁺	meq/l	0 - 20
Magnesio	Mg ²⁺	meq/l	0 - 5
Sodio	Na ⁺	meq/l	0 - 40
Carbonatos	CO ₃ ²⁻	meq/l	0 - 0,1
Bicarbonatos	CO ₃ H ⁻	meq/l	0 - 10
Cloro	Cl ⁻	meq/l	0 - 30
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	meq/l	0 - 20
NUTRIENTES			
Nitrato-nitrógeno	NO ₃ -N	mg/l	0 - 10
Amonio-nitrógeno	NO ₄ -N	mg/l	0 - 5
Fosfato-fósforo	PO ₄ -P	mg/l	0 - 2
Potasio	K ⁺	mg/l	0 - 2
VARIOS			
Boro	B	mg/l	0 - 2
Acidez o basicidad	pH	1 - 14	6 - 8,5
Relación de absorción de sodio	RAS	meq/l	0 - 15

2.3. Análisis químico

La muestra para el análisis se ha tomado del sondeo, mediante una bomba de inmersión proporcionada por el promotor. A la hora de la toma de la muestra se han seguido una serie de medidas para garantizar que la muestra fuese lo más fiable y representativa posible:

- Recoger la muestra unos veinte minutos después de poner en funcionamiento la bomba para así evitar la recogida de deposiciones de sales u otros elementos que pudiesen falsear la muestra.
- Antes de llenar dicho envase, enjuagarlo dos o tres veces con el agua que se pretende analizar.
- Utilizar un recipiente que no contamine o altere la muestra y que se pueda cerrar herméticamente, siendo la mejor opción una botella de plástico o vidrio.
- Recoger una muestra de al menos un litro o litro y medio de agua.
- Proteger la muestra en el transcurso hasta el laboratorio de la exposición de forma prolongada a la luz solar o a temperaturas extremas.

Los resultados obtenidos del análisis son los que se muestran a continuación:

Tabla III.13. Resultados del análisis del agua del sondeo de la parcela.

Parámetro	Valor	Unidades	Método
ph	5,72	1 - 14	pH-metro
Conductividad (Ce _a)	0,19	mS/cm	Conductivímetro
Carbonatos	No detectable	meq/l	Valoración
Bicarbonatos	0,22	meq/l	Valoración
Cloruros	0,23	meq/l	Valoración
Sulfatos	No detectable	meq/l	Gravimetría
Calcio	0,17	meq/l	Absorción atómica
Magnesio	0,34	meq/l	Absorción atómica
Sodio	0,38	meq/l	Emisión atómica
Potasio	2,95	mg/l	Emisión atómica

2.4. Valoración de los resultados

2.4.1. pH

El agua de riego con valores de pH extremos puede hacer variar el pH del suelo y afectar a la solubilidad de los nutrientes (Figura III.2) y a las propiedades del suelo. El valor del pH del agua de riego es de 5,72, ligeramente por debajo del pH del suelo que es de 5,76. Ambos valores se encuentran dentro de los parámetros normales, por lo que el pH del agua de riego no va a suponer un problema y se encuentra dentro de los márgenes óptimos para el madroño como se ha reflejado en la Tablas III.2 y III.10.

2.4.2. Salinidad

La conductividad eléctrica del agua (CE_a) es una medida indirecta de la concentración de sales de una solución, que se basa en el hecho de que, a pesar del agua pura ser mala conductora de la electricidad, las sales son buenas conductoras, siendo proporcional la CE_a al contenido de sales disueltas en el agua (Monge, M.A., 2018).

Mediante la medición de la conductividad eléctrica se evalúan los posibles problemas de salinidad en el agua de riego, ya que con concentraciones elevadas de sales la presión osmótica del suelo aumenta, y, por tanto, se va a dificultar la absorción de agua por las plantas.

Para evaluar los problemas de salinidad que pueda presentar el agua de riego, la FAO (Ayers & Westcot, 1985) propone los siguientes grados de restricción de uso en función de la conductividad:

Tabla III.14. Directrices para la evaluación de la salinidad del agua de riego. Fuente: (Ayers & Westcot, 1985)

Parámetro	Símbolo	Unidad	Grado de restricción de uso		
			Ningún riesgo	Riesgo ligero a moderado	Riesgo severo
Conductividad eléctrica	CE_a	dS/m	< 0,7	0,7 – 3	> 3
Total sólidos en solución	TSD	mg/l	< 450	450 – 2.000	> 2.000

La conductividad del agua de riego analizada es de 0.19 mS/cm que es igual a 0.19 dS/m. En la tabla III.14 la conductividad se sitúa dentro de los valores correspondientes a aguas sin ninguna restricción de uso, es decir, los niveles de salinidad son bajos y, por tanto, su uso no plantea problema alguno en lo que se refiere a éste parámetro.

2.4.3. Infiltración

Los problemas más frecuentes relacionados con una baja infiltración suelen producirse cuando el sodio se incorpora al suelo y deteriora su estructura. Los agregados del suelo

se dispersan en partículas pequeñas que taponan o sellan los poros y evitan que el agua pueda circular e infiltrarse con facilidad. El suelo adquiere un aspecto pulverulento y disforme, perdiendo rápidamente su permeabilidad. El efecto contrario lo produce el calcio y el magnesio.

El parámetro utilizado para determinar el riesgo que supone el sodio es el RAS (Relación de Adsorción de Sodio), que indica la cantidad de sodio en el agua de riego en relación con los cationes de calcio y magnesio.

$$\text{RAS} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}}{2}}}$$

Los cambios que pueda ocasionar el agua de riego sobre la permeabilidad del suelo pueden deberse a dos causas: un elevado RAS (proporción relativa existente entre los iones de sodio, calcio y magnesio), o un bajo contenido de sales en el agua (lo que se refleja en una baja conductividad). De estas dos causas, la de más difícil solución es la primera, en la que la proporción relativa de iones de sodio es elevada con respecto a los de calcio y magnesio (RAS alto). En esta situación el agua de riego puede inducir cambios en el suelo, de manera que dichos iones de sodio reemplazan a los de calcio y magnesio en el suelo, degradando la estructura de éste, reduciendo la permeabilidad y dificultando la infiltración.

En el caso de existir una conductividad eléctrica del agua baja, un contenido de sales bajo en el agua, lo que ocurre es que su uso para el riego provoca un lavado de iones en el suelo. Como consecuencia, la estructura de éste se ve afectada, se reduce la velocidad de infiltración, y por lo tanto provoca problemas de permeabilidad.

Para evaluar los problemas de infiltración que pueda presentar el agua de riego, la FAO (Ayers & Westcot, 1985) propone los siguientes grados de restricción de uso en función de la combinación de la salinidad (Ce_a) y la alcalinidad o sodicidad (RAS) del agua de riego:

Tabla III.15. Directrices para la evaluación de los problemas de permeabilidad que puede ocasionar el agua de riego. Fuente: (Ayers & Westcot, 1985)

Parámetro		RAS	Grado de restricción de uso		
			Ningún riesgo	Riesgo ligero a moderado	Riesgo severo
			Conductividad eléctrica del agua, C_{ea} (dS/m)		
Problema	Infiltración (Se reduce la velocidad de infiltración del agua en el suelo. Se evalúa con C_{ea} y RAS).	0 – 3	> 0,7	0,7 – 0,2	< 0,2
		3 – 6	> 1,2	1,2 – 0,3	< 0,3
		6 – 12	> 1,9	1,9 – 0,5	< 0,5
		12 – 20	> 2,9	2,9 – 1,3	< 1,3
		20 – 40	> 5,0	5,0 – 2,9	< 2,9

$$RAS = \frac{0,38}{\sqrt{\frac{0,17 + 0,38}{2}}} = 0,75$$

Los resultados del análisis muestran una baja conductividad, 0.19 mS/cm, y un bajo RAS, 0.75, por lo que, de acuerdo con la tabla III.15, para el agua de riego analizada existe una restricción de uso moderado a severo por problemas de infiltración.

Sin embargo, esta agua se lleva utilizando en la zona para regar y nunca se han observado problemas de infiltración, lo que seguramente se pueda explicar a las siguientes circunstancias:

- Existencia de un buen nivel de materia orgánica en el suelo que ayuda a mantener una estructura adecuada, impide apelmazamientos y por tanto facilita la infiltración del agua.
- Aplicación de fertilizantes y estiércol a los cultivos, lo que permite reponer los iones del suelo que puedan ser lavados con el riego.

Por otra parte, la posible incidencia negativa que la utilización del agua de riego pueda tener sobre el suelo se puede reducir por un correcto manejo de las labores de mantenimiento en el suelo. En este sentido, la posibilidad de utilización de un sistema de riego por goteo, mediante el cual se pueden ajustar las dosis en función de la velocidad de infiltración y la posibilidad de aumentar los niveles de sales en el agua a través de los sistemas de fertirrigación, lo que va a minimizar el lavado de los iones del suelo.

En consecuencia, aunque la baja salinidad del agua de riego suponga un riesgo teórico para la infiltración, en la práctica esta agua va a poder utilizarse sin problemas, siempre y cuando se lleven a cabo, un manejo adecuado del riego y unas correctas prácticas de mantenimiento del suelo, que se estudiarán en el Anexo VI. Estudio de alternativas.

2.4.4. Toxicidad de iones específicos

Existen algunas sales que cuando se acumulan en cantidad suficiente resultan tóxicas para las plantas u ocasionan desequilibrio en la absorción de nutrientes. Los iones que causan toxicidad y que se presentan de forma más habitual en el agua de riego son el sodio, los cloruros y el boro.

La influencia de dichos iones sobre las plantas va a depender del tipo de riego a utilizar:

- En riego por aspersión la difusión de los iones a través de los estomas es muy rápida, de manera que al producirse la transpiración, la concentración de éstos se eleva rápidamente.
- En riego por goteo e inundación, los daños son menores puesto que parte de los iones quedan en el suelo.

Por otro lado, la toxicidad que se pueda presentar en un cultivo dependerá también de la sensibilidad de las plantas hacia dichos iones.

En la tabla III.16 se indican los grados de restricción recomendados por la FAO (Ayers & Westcot, 1985), de concentración de los iones de sodio, cloruro y boro para cultivos sensibles y en función del tipo de riego utilizado:

Tabla III.16. Directrices para la evaluación de los problemas de toxicidad que puede ocasionar el agua de riego.
Fuente: (Ayers & Westcot, 1985)

Problema	Parámetro		Unidad	Grado de restricción de uso		
				Ningún riesgo	Riesgo ligero a moderado	Riesgo severo
Toxicidad de iones específicos (en cultivos sensibles)	Sodio	Riego por superficie	RAS	< 3	3 – 9	> 9
		Riego por aspersión	meq/L	< 3	> 3	
	Cloruro	Riego por superficie	meq/L	< 4	4 – 10	> 10
		Riego por aspersión	meq/L	< 3	> 3	
	Boro		mg/L	< 0,7	0,7 – 3	> 3

2.4.4.1. Sodio

Para la mayoría de las plantas se ha demostrado que el sodio es esencial, aunque su exceso puede provocar deficiencias de otros cationes como potasio, calcio y magnesio (Monge, M.A., 2018). Como se ha comentado en el apartado anterior, el efecto perjudicial del sodio es –en la mayoría de los casos- indirecto, debido a la influencia negativa que tiene sobre la estructura del suelo.

Para el agua de la plantación, considerando que el tipo de riego más conveniente en una plantación frutal es el riego por goteo (riego por superficie) y que el RAS es de 0.75, según lo considerado en la Tabla III.16 no va a existir ninguna restricción de uso por toxicidad de iones sodio.

2.4.4.2. Cloruros

El cloro que aparece como anión cloruro (Cl⁻) es uno de los elementos que más abundan en el agua de riego. Este es indispensable para el desarrollo de la planta, dado que actúa en procesos vitales como la fotosíntesis, transporte de cationes, ajuste osmótico y división celular, sin embargo, en concentraciones altas puede resultar un elemento tóxico.

Los daños que puede provocar el cloruro en concentraciones altas y según la sensibilidad de la planta son: necrosis en puntas de hojas y ramas, caída de hojas, flores y frutos, reducción de la fotosíntesis, inhibición del crecimiento de la planta y de las raíces

Para el agua de la plantación, considerando que el tipo de riego más conveniente en una plantación frutal es el riego por goteo (riego por superficie) y que el cloruro es de 0.23, según lo considerado en la Tabla III.16 no va a existir ninguna restricción de uso por toxicidad por cloruros.

2.4.5. Dureza del agua

El grado de dureza permite clasificar el agua de riego en función del catión calcio y magnesio. Las aguas duras pueden producir obturaciones en los sistemas de riego por la precipitación de las sales, originando mayores costes de mantenimiento.

La dureza se expresa en grados hidrométricos franceses (°F), los cuales se determinan a partir de las concentraciones de calcio y magnesio en mg/L:

$$\text{Dureza} = \frac{[\text{Ca}^{2+}] \cdot 2,5 + [\text{Mg}^{2+}] \cdot 4,2}{10} = \frac{3,4 \cdot 2,5 + 4,08 \cdot 4,2}{10} = 2,56 \text{ } ^\circ\text{F}$$

En la tabla III.17, se dan los intervalos correspondientes a cada tipo de agua de riego en función del grado de dureza:

Tabla III.17. Clasificación del agua de riego en función de su dureza. Fuente: Ros Orta. S, (2001)

Clasificación	Grados hidrométricos franceses (°F)
Muy dulce	< 7
Dulce	7 – 14
Medianamente dulce	14 – 22
Medianamente dura	22 – 32
Dura	32 – 54
Muy dura	> 54

Por tanto, con 2,88 °F, el agua de riego se clasifica dentro del tipo “muy dulce”, que en el caso de usar riego por goteo no ocasionará problemas de obturación de goteros.

2.4.6. Coeficiente alcalí (Índice de Scott)

El Índice de Scott (K) valora la calidad agronómica del agua en función de las concentraciones de iones cloruro, sulfato y sodio, es decir, evalúa la toxicidad que pueden producir ciertas concentraciones de cloruros y sulfatos aportados con el riego y que permanecerán en el suelo en forma de cloruro y sulfato de sodio.

Para la determinación de este índice calcularemos el coeficiente alcalí, que después se clasificará según los intervalos de Stabler. Para su cálculo se debe de determinar primero la relación “ $Na^+ - 0,65 Cl^-$ ”, expresada en mg/L, según las siguientes condiciones:

1. Si $(Na^+ - 0,65 Cl^-) \leq 0$ $\rightarrow K_1 = \frac{2049}{Cl^-}$
2. Si $0 < (Na^+ - 0,65 Cl^-) < 0,48 SO_4^{2-}$ $\rightarrow K_2 = \frac{6620}{Na^+ + 2,6 Cl^-}$
3. Si $0 < (Na^+ - 0,65 Cl^-) > 0,48 SO_4^{2-}$ $\rightarrow K_3 = \frac{662}{Na^+ - 0,32 Cl^- - 0,48 SO_4^{2-}}$

Para los valores del agua del sondeo de la parcela, K toma el valor:

$$(Na^+ - 0,65 Cl^-) = 8,74 - 0,65 \cdot 8,15 = 3,43. \text{ Por tanto, elegimos } K_3.$$

$$K_3 = 662 / (6,21 - 0,32 \cdot 3,91 - 0,48 \cdot 0) = 107,9$$

En función del valor de K, en la Tabla III.18 se clasifica el agua en los siguientes tipos:

Tabla III.18. Clasificación del agua según Stabler. Fuente: Urbano Terron P, (1995)

Clasificación	Recomendaciones	Valores del Índice de Scott (K)
Buena	Se puede usar durante muchos años sin tener que tomar precauciones para prevenir la acumulación de sales.	> 18
Tolerable	Hay que tener especial cuidado para impedir la acumulación de sales, excepto en suelos con drenaje libre.	6 – 18
Mediocre	Es imprescindible seleccionar los suelos y frecuentemente necesaria la práctica de drenaje artificial.	1,2 – 6
Mala	Agua prácticamente no utilizable para el riego.	< 1,2

El valor de K es 107.9, mayor de 18, por lo que la calidad del agua es buena y no es necesario tomar precauciones.

2.4.7. Clasificación de Riverside

Mediante estas normas se establece una relación entre la conductividad eléctrica ($\mu\text{mhos/cm}$) y el RAS, a través de la cual, se determinan categorías o clases de aguas denominadas con las letras C y S y subíndices numéricos.

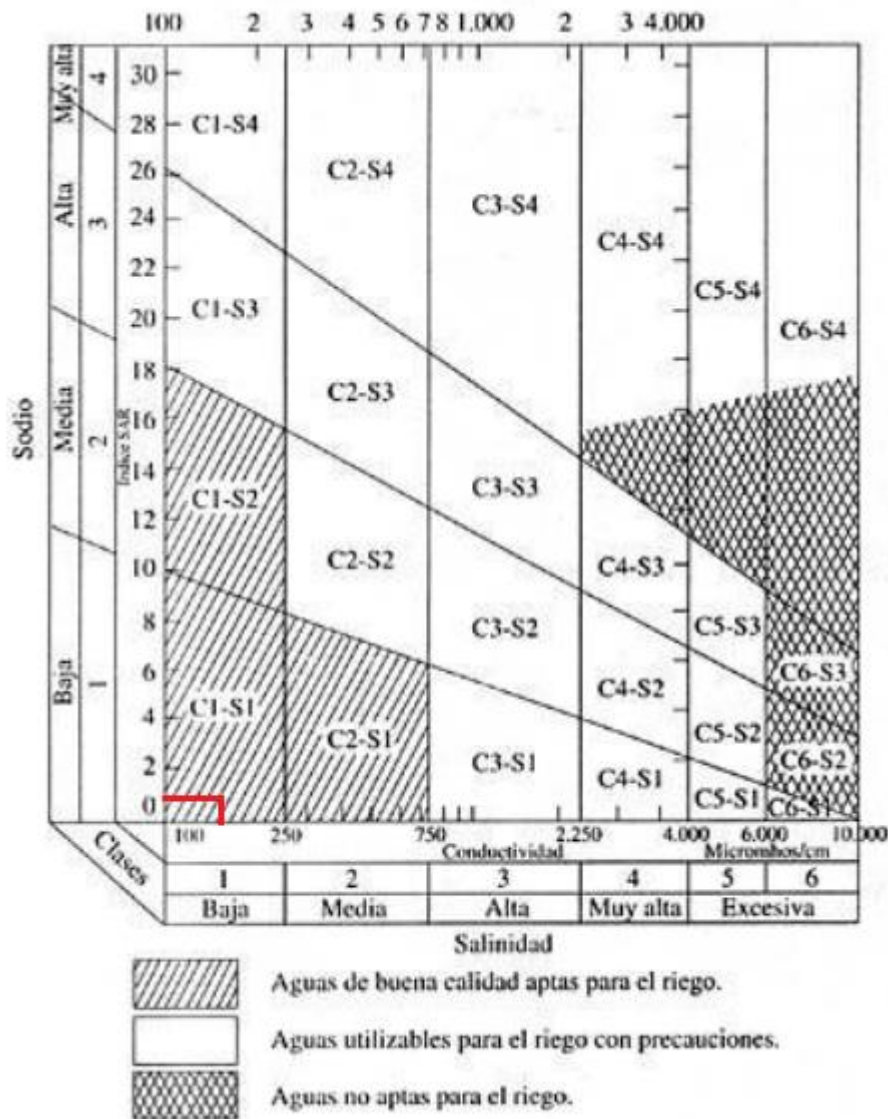


Figura III.3. Diagrama de clasificación del agua según Riverside (U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954). La línea roja establece la clasificación del agua de la parcela según la C_e y el RAS.

La conductividad eléctrica del agua objeto de estudio es de $190 \mu\text{mhos/cm}$ y el RAS de 0.75, con lo que según la Figura III.3, el agua en función de las normas Riverside se clasifica como C1-S1:

- Agua de buena calidad aptas para el riego.
- C1 indica que es un agua de baja salinidad, apta para el riego en todos los casos.

- S1 indica que es un agua con bajo contenido en sodio, apta para el riego en la mayoría de los casos.

2.5. Conclusiones

Finalmente, habiendo valorado los resultados de los análisis en función de aquellos parámetros que pueden ser restrictivos y habiendo clasificado su calidad en diferentes índices, todos resumidos en el siguiente cuadro resumen tabla III.19, se puede resumir que el agua procedente del sondeo de la parcela no presenta ninguna restricción en cuanto a salinidad, ph, toxicidad o dureza, y de la misma forma, se clasifica por los diferentes índices de excelente a buena.

No obstante, como ya se ha comentado, el hecho de que el agua posea un contenido en sales bajo en el que bajas velocidades de infiltración puedan llegar a originar problemas de permeabilidad en el suelo. Esto supondría un condicionante si no se tuvieran en cuenta aspectos como el contenido de materia orgánica del suelo, la posibilidad de utilización de sistemas de riego con los que se puede adaptar en cada momento la dosis a la velocidad de infiltración, o la posibilidad de aumentar la conductividad del agua mediante fertirrigación o de la propia disolución del suelo con la fertilización de fondo.

Por tanto, considerando el marco y las circunstancias en que va a ser utilizada el agua de riego objeto de estudio, no se espera que su uso plantee problema alguno.

Tabla III.19. Resumen e interpretación de los principales parámetros del agua analizados que afectan a la plantación. El sombreado verde indica el rango en la que se encuentra el valor del agua de la parcela.

Problema potencial	Parámetro	Símbolo	Valor para el agua del sondeo	Unidades	Grado de restricción			Clasificación	Implicaciones en la plantación	Fuente
					Ninguno	Ligero o moderado	Alto			
Acidez o basicidad	pH		5,72	ene-14	5,6 - 6,5				Ninguna	Gomes et al. (2017)
Salinidad	Conductividad	C _{ea}	0,19	mS/cm	< 0,7	0,7 - 3	> 3		Ninguna	Ayers & Westcot (1985)
Toxicidad (en riego por superficie)	Cloruros	Cl ⁻	0,23	meq/l	< 4	04-oct	> 10		Ninguna	Ayers & Westcot (1985)
Infiltración	Conductividad	C _{ea}	0,19	mS/cm	0 - 3 (si C _{ea} > 0,7)	0 - 3 (si C _{ea} : 0,7 - 0,2)	0 - 3 (si C _{ea} < 0,2)		Se reduce la velocidad de infiltración del agua en el suelo y pueden existir problemas de permeabilidad.	Ayers & Westcot (1985)
Toxicidad (en riego por superficie)	Relación de adsorción del sodio	RAS	0,75	meq/l	< 3	03-sep	> 9		Ninguna	Ayers & Westcot (1985)
Obtunicaciones del sistema de riego	Dureza del agua		2,56	ºF	Tabla III.17			Dulce	Ninguna	Ros Orta. S, (2001)

Tabla III.19 (continuación). Resumen e interpretación de los principales parámetros del agua analizados que afectan a la plantación.

Problema potencial	Parámetro	Símbolo	Valor para el agua del sondeo	Unidades	Grado de restricción			Clasificación	Implicaciones en la plantación	Fuente
					Ninguno	Ligero o moderado	Alto			
Clasificación Riverside	Conductividad	C _{ea}	190	µmhos/cm	Figura III.3			C1-S1	Ninguna. Agua de buena calidad aptas para el riego	U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954
	Relación de adsorción del sodio	RAS	0,75	meq/l						
Calidad agronómica del agua (Índice Scott)	Sulfatos	SO ₄ ²⁻	0	meq/l	Tabla III.18			Buena	Ninguna. Se puede usar durante muchos años sin tener que tomar precauciones para prevenir la acumulación de sales.	Urbano Terron P, (1995)
	Cloruros	Cl ⁻	8,16	mg/l						
	Sodio	Na ⁺	8,74	mg/l						

ANEXO IV:

**ESTUDIO DE LA
FAUNA Y FLORA**

Índice

1. Vegetación potencial	3
2. Vegetación actual.....	4
2.1. Vegetación actual en la parcela	4
2.2. Vegetación actual en la zona	6
3. Fauna	8
3.1. Listado de especies	8
3.2. Daños de fauna	13
3.2.1. Especies potencialmente dañinas	13
3.2.2. Medidas a adoptar	13
4. Implicaciones en la conservación	13

1. Vegetación potencial

Según Rivas Martínez (1987) se entiende como vegetación potencial: “la comunidad estable que existiría en un área dada como consecuencia de la sucesión geobotánica progresiva si el hombre dejase de influir y alterar los ecosistemas vegetales”.

Para la realización del estudio de la vegetación potencial en el enclave del proyecto se ha consultado el “*Mapa de series de vegetación de España*” realizado por Salvador Rivas Martínez (1987), con el que explica tanto la etapa madura del ecosistema como las comunidades iniciales o subseriales que las reemplazarán.

A efectos tipológicos y paisajísticos se deben distinguir las series climatológicas de las edafófilas. Las series climatológicas solo reciben aporte de agua por medio de las lluvias, mientras que las series edafófilas se desarrollan en biotopos excepcionales, con suelos semiterrestres y acuáticos que aparecen en riberas y cursos de agua.

En el municipio se localizan las siguientes series de vegetación climatológicas (Tabla IV.1):

Tabla IV.1. Series de vegetación localizadas en Santibáñez de la Sierra. Fuente: *Memoria del mapa de series de vegetación de España (1987).*

REGION		AZONAL		PISO		SERIE DE VEGETACIÓN	
Cód.	Descripción	Cód.	Descripción	Cód.	Descripción	Cód.	Descripción
II	Región Mediterránea	z	Series climatófilas	G	Piso supramediterráneo	18e	<i>Genisto facaltae - Quercetum pyrenaicae</i> : Serie meso-supramediterránea salmantina y orensano-sanabriense subhúmedo-húmeda silicícola de <i>Quercus pyrenaica</i> (roble melojo).
II	Región Mediterránea	z	Series climatófilas	H	Piso mesomediterráneo	18h	<i>Arbutum unedonis- Quercetum pyrenaicae</i> : Serie mesomediterránea luso-extremaduraense húmeda de <i>Quercus pyrenaica</i> (roble melojo)
II	Región Mediterránea	z	Series climatófilas	H	Piso mesomediterráneo	23c	<i>Sanguisorbo agrimomioidis - Quercetum suberis</i> : Serie mesomediterránea luso-extremaduraense subhúmedo-húmeda de <i>Quercus suber</i> (alcornoque).

La serie que se localiza dentro de la zona del proyecto es la **serie mesomediterránea luso-extremaduraense húmeda de *Quercus pyrenaica* (roble melojo)**, corresponde en su etapa madura o clímax a un bosque denso de robles melojos, que puede albergar, en ocasiones, también quejigos (*Quercus faginea*), así como alcornoques o encinas y

madroños en el sotobosque. Según Rivas Martínez (1987) la vocación del territorio es forestal y ganadera, aunque la agricultura puede ser una buena alternativa, sobre todo frutícola (cerezos, olivos, castaños, etcétera), lo cual en la actualidad se comprueba, siendo los cultivos de cerezos y olivos y los aprovechamientos silvopastoriles los mayores usos sobre el territorio circundante.

A continuación, se muestran las etapas de regresión y evolución de la serie en la que se encuentra la parcela (18h) y la más próxima geográficamente (Tabla IV.2).

Tabla IV.2. Etapas de regresión e bioindicadores de las series 18h y 18e. Fuente: Memoria del mapa de series de vegetación de España (1987).

Nombre de la serie	18h. Extremadurenses del melojo	18e. Salmantino-leonesa subhúmeda del melojo
Árbol dominante	<i>Quercus pyrenaica</i>	<i>Quercus pyrenaica</i>
Nombre fitosociológico	<i>Arbutus-Querceto pyrenaicae sigmetum</i>	<i>Genista falcatae-Querceto pyrenaicae sigmetum</i>
I. Bosque	<i>Quercus pyrenaica</i> <i>Arbutus unedo</i> <i>Daphne gnidium</i> <i>Teucrium scorodonia</i>	<i>Quercus pyrenaica</i> <i>Genista falcata</i> <i>Luzula forsteri</i> <i>Teucrium scorodonia</i>
II. Matorral denso	<i>Arbutus unedo</i> <i>Viburnum tinus</i> <i>Erica arborea</i> <i>Rubus ulmifolius</i>	<i>Cytisus scoparius</i> <i>Cytisus multiflorus</i> <i>Genista hystrix</i> <i>Pteridium aquilinum</i>
III. Matorral degradado	<i>Erica umbellata</i> <i>Halimium ocymoides</i> <i>Polygala microphylla</i> <i>Cistus psilosepalus</i>	<i>Echinopartum ibericum</i> <i>Cistus laurifolius</i> <i>Calluna vulgaris</i> <i>Santolina semidentata</i>
IV. Pastizales	<i>Avenula sulcata</i> <i>Stipa gigantea</i> <i>Agrostis castellana</i>	<i>Agrostis castellana</i> <i>Dactylis hispanica</i> <i>Aira praecox</i>

Así, tras este estudio de la vegetación potencial, se vuelve a demostrar como idónea la apuesta por el cultivo de una especie como el madroño muy presente en la zona y entre las potenciales, donde sus características fisiológicas la hacen muy adaptable a las condiciones existentes en la Sierra de Francia.

2. Vegetación actual

2.1. Vegetación actual en la parcela

El proyecto se asienta sobre una antigua parcela de viñedo, en la actualidad en estado de erial y con cedencia para aprovechamiento como pastizal por ganado ovino. Cuenta con alguna vegetación arbustiva y arborea, principalmente en los lindes, de las

siguientes especies: fresno (*Fraxinus angustifolia*), carrasco (*Quercus ilex* subsp. *ballota*), zarza (*Rubus ulmifolius*) y rosál silvestre (*Rosa canina*).

El madroño no está presente en la parcela (Imagen IV.1), pero sí lo está en las inmediaciones, como sotobosque de las masas de rebollar (*Quercus pyrenaica*) y de carrascos (*Quercus ilex* subsp. *ballota*), pero principalmente formando masas de matorral denso junto con la jara pringosa (*Cistus ladanifer*), jara cervuna (*Cistus populifolius*) brezo (*Erica arborea*) durillo (*Viburnum tinus*) labiérnagos (*Phillyrea angustifolia*) lentisco (*Pistacia lentiscus*), zarzaparrilla (*Smilax aspera*), tal y como se muestra en la Imagen IV.2.



Imagen IV.1. Vista del estado actual de la parcela, erial con viñas secas y abandonadas y con el Arroyo los Lomos en la parte más baja. Fotografía de José Antonio Morato.



IV.2. Madroño rodeado del matorral típicamente mediterráneo en las inmediaciones del río Alagón y a pocos de cientos de metros de la parcela del proyecto. Fotografía de José Antonio Morato.

2.2. Vegetación actual en la zona

La vegetación actual de la Sierra de Francia difiere de los bosques naturales del pasado, que fueron alterados para crear mosaicos en los que se mezclan los terrenos agrícolas y pastos para el ganado y las más recientes plantaciones forestales madereras de pinares y eucalipto. El madroño quedó relegado a aquellas zonas menos intervenidas por el hombre y que en la actualidad se están expandiendo, por el proceso de pérdida de las actividades agroganadera que está desembocando en un proceso de “matorralización” de los mosaicos agrosilvopastoriles característicos de la zona.

El análisis toponímico de diferentes parajes de la comarca, donde aparecen las raíces o el nombre completo como se conoce al madroño, o la existencia de un pueblo en la Sierra de Francia llamado Madroñal, evidencian el reflejo de los lazos existentes de esta especie con la zona. Las Tablas IV.3, IV.4 y IV.5 presentan un listado de las especies más comunes y familiarizadas con la comunidad local.

Tabla IV.3. Principales especies arbóreas presentas en la zona del proyecto en la que aparece la familia, el nombre científico de la especie, el nombre vernáculo que se le da en el municipio y en la zona (con frecuencia, localismos que no coinciden en otras zonas) y su nombre común. Fuente: *Elaboración propia.*

Familia	Nombre científico	Nombre vernáculo local	Nombre común
<i>Betulaceae</i>	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertner		Aliso
<i>Caprifoliaceae</i>	<i>Sambucus nigra</i> L.	<i>Sabuco</i>	Saúco
<i>Fagaceae</i>	<i>Castanea sativa</i> Miller	<i>Castaño</i>	Castaño
<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus ilex subsp. Ballota</i> (Desf.) Samp.	<i>Carrasco</i>	Encina
<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus pyrenaica</i> Wild	<i>Roble</i>	Rebollo
<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus suber</i> L.		Alcornoque
<i>Juglandaceae</i>	<i>Juglans regia</i> L.		Nogal
<i>Lauraceae</i>	<i>Laurus nobilis</i> L.	<i>Laurel</i>	Laurel
<i>Oleaceae</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i> Vohl		Fresno
<i>Pinaceae</i>	<i>Pinus pinaster</i> Aiton		Pino resinero
<i>Rosaceae</i>	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	<i>Espinera, espino</i>	Majuelo, espino albar
<i>Rosaceae</i>	<i>Prunus cerasus</i> L.		Guindo
<i>Rosaceae</i>	<i>Prunus avium</i> L.		Cerezo
<i>Rosaceae</i>	<i>Pyrus bourgaeana</i> L.	<i>Peral bravío</i>	Peral silvestre
<i>Rosaceae</i>	<i>Sorbus latifolia</i> (Lam.) Pers.	<i>Mosto</i>	Mostajo
<i>Saliaceae</i>	<i>Populus alba</i> L.	<i>Chopo</i>	Álamo blanco
<i>Saliaceae</i>	<i>Populus nigra</i> L.	<i>Chopo</i>	Chopo negro
<i>Saliaceae</i>	<i>Salix alba</i> L.	<i>Saoz</i>	Sauce blanco
<i>Saliaceae</i>	<i>Salix salviifolia</i> Brot.	<i>Saoz</i>	Bardaguera blanca
<i>Ulmaceae</i>	<i>Ulmus minor</i> Miller	<i>Álamo</i>	Negrillo

Tabla IV.4. Principales especies arbustivas presentas en la zona del proyecto en la que aparece la familia, el nombre científico de la especie, el nombre vernáculo que se le da en el municipio y en la zona (con frecuencia, localismos que no coinciden en otras zonas) y su nombre común. Fuente: *Elaboración propia*.

Familia	Nombre científico	Nombre vernáculo local	Nombre común
<i>Adoxaceae</i>	<i>Viburnum tinus</i> L.	Hojillao	Durillo
<i>Aquifoliaceae</i>	<i>Ilex aquifolium</i> L.		Acebo
<i>Araliaceae</i>	<i>Hedera helix</i> L.	Yedra	Hiedra
<i>Asparagaceae</i>	<i>Ruscus aculeatus</i> L.	Chibarba	Rusco
<i>Caprifoliaceae</i>	<i>Lonicera periclymenum</i> L.	Marisilva	Madreselva
<i>Cistaceae</i>	<i>Cistus ladanifer</i> L.	Jara	Jara pringosa
<i>Cistaceae</i>	<i>Cistus populifolius</i> L.	Higuera cabra	Jara cervuna
<i>Cistaceae</i>	<i>Cistus psilosepalus</i> Sweet	Mogariza	Carpazo
<i>Cistaceae</i>	<i>Halimium ocymoides</i> (Lam.) Willk.	Chaguarzo	Alacayuela
<i>Cistaceae</i>	<i>Halimium umbellatum</i> (L.) Spach	Revieja	Jaguarzo prieto
<i>Ericaceae</i>	<i>Arbutus unedo</i> L.	Madroñera	Madroño
<i>Ericaceae</i>	<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	Chaguarzo	Brecina
<i>Ericaceae</i>	<i>Erica arborea</i> L.	Brezo blanco	Brezo blanco
<i>Ericaceae</i>	<i>Erica australis</i> subsp. <i>aragonesis</i> (Willk.) Samp.	Brezo colorao	Brezo rubio
<i>Ericaceae</i>	<i>Erica umbellata</i> Loeffl. Ex L.	Caraba	Quiruela
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Flueggea tinctoria</i> (L.) Webster		Tamujo
<i>Labiatae</i>	<i>Lavandula pedunculata</i> Miller	Tomillo burrero	Cantueso
<i>Labiatae</i>	<i>Thymus mastichina</i> L.	Tomillo	Tomillo blanco
<i>Leguminosae</i>	<i>Adenocarpus complicatus</i> L.		Codeso
<i>Leguminosae</i>	<i>Cytisus multiflorus</i> (L'Her.) Sweet	Escoba blanca	Escoba blanca
<i>Leguminosae</i>	<i>Cytisus scoparius</i> (L.) Link	Escoba blanca	Retama negra
<i>Oleaceae</i>	<i>Phillyrea angustifolia</i> L.	Lentisco	Olivilla
<i>Rosaceae</i>	<i>Prunus spinosa</i> L.		Endrino
<i>Rosaceae</i>	<i>Rosa canina</i> L.	Zarzamorisca	Escaramujo, rosál silvestre
<i>Rosaceae</i>	<i>Rubus ulmifolius</i> L.	Morisca	Zarzamora
<i>Thymelaeaceae</i>	<i>Daphne gnidium</i> L.	Torvisca	Torvisco

Tabla IV.5. Principales especies herbáceas presentes en la zona del proyecto en la que aparece la familia, el nombre científico de la especie, el nombre vernáculo que se le da en el municipio y en la zona (con frecuencia, localismos que no coinciden en otras zonas) y su nombre común. Fuente: *Elaboración propia*.

Familia	Nombre científico	Nombre vernáculo local	Nombre común
Apiaceae	<i>Oenanthe crocata</i> L.	Cañasierra	Nabo del diablo
Apiaceae	<i>Eryngium campestre</i> L.	Cardo	
Apiaceae	<i>Physospermum cornubiense</i> (L.) DC.		-
Asteraceae	<i>Anthemis arvensis</i> L.		Manzanilla de los campos
Asteraceae	<i>Chondrilla juncea</i> L.	Aujera	Achicoria dulce
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Cerraja	
Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i> Weber ex F.H.Wigg.		Diente de león
Boraginaceae	<i>Echium plantagineum</i> L.	Chupamieles	Blugosa
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i> L.	Chupamieles	Viborera
Cucurbitaceae	<i>Bryonia dioica</i> Jacq.	Esparragos bastos	Nueza
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn in Kersten		Helecho común
Juncaceae	<i>Luzula forsteri</i> (Sm.) DC.		Lúzula
Primulaceae	<i>Primula acaulis</i> L.	Requesones	Prímula
Smilacaceae	<i>Smilax aspera</i> L.	Zarzaparrilla	
Scrophulariaceae	<i>Verbascum pulverulentum</i> Vill.	Viloria	Gordolobo
Urticaceae	<i>Urtica dioica</i> L.		Ortiga
Urticaceae	<i>Urtica urens</i> L.	Ortigas meñas	

3. Fauna

3.1. Listado de especies

A continuación, se presentan los listados (Tabla IV.6, IV.7, IV.8 y IV.9) de las principales especies que se localizan en la zona del proyecto y en la zona circundante.

Anfibios

Tabla IV.6. Anfibios presentes en la zona del proyecto con sus categorías de estado de conservación Fuente: Elaboración propia.

ORDEN	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍAS DE ESTADO DE CONSERVACIÓN		
			UICN	LIBRO ROJO 2002	CNEA
Anuros	<i>Alytes obstetricans</i>	Sapo partero común	LC	NT	IE
Anuros	<i>Bufo bufo</i>	Sapo común	LC	LC	
Anuros	<i>Discoglossus galganoi</i>	Sapillo pintojo ibérico	LC	LC	IE
Anuros	<i>Hyla arborea</i>	Ranita de San Antonio	LC	NT	IE
Urodelos	<i>Lissotriton boscai</i>	Tritón ibérico	LC	LC	IE
Urodelos	<i>Pleurodeles waltl</i>	Gallipato	NT	NT	IE
Anuros	<i>Rana perezi</i>	Rana común	LC	LC	
Urodelos	<i>Salamandra salamandra</i>	Salamandra	LC	VU	
Urodelos	<i>Triturus marmoratus</i>	Tritón jaspeado	LC	LC	IE

Reptiles

Tabla IV.7. Reptiles presentes en la zona del proyecto con sus categorías de estado de conservación. Fuente: Elaboración propia.

ORDEN	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍAS DE ESTADO DE CONSERVACIÓN		
			UICN	LIBRO ROJO 2002	CNEA
Escamosos	<i>Acanthodactylus erythrurus</i>	Lagartija colirroja	LC	LC	IE
Escamosos	<i>Chalcides striatus</i>	Eslizón tridáctilo	LC	LC	
Escamosos	<i>Corenella girondica</i>	Culebra lisa meridional	LC	LC	IE
Quelonios	<i>Emys orbicularis</i>	Galápago europeo	NT	VU	
Escamosos	<i>Lacerta lepida</i>	Lagarto ocelado	NT	LC	
Escamosos	<i>Lacerta schreiberi</i>	Lagarto verdinegro	NT	NT	IE
Escamosos	<i>Malpolon monspessulanus</i>	Culebra bastarda	LC	LC	
Escamosos	<i>Podarcis hispanica</i>	Lagartija ibérica	LC	LC	IE
Escamosos	<i>Psammadromus algirus</i>	Lagartija colilarga	LC	LC	IE
Escamosos	<i>Rhinechis scalaris</i>	Culebra de escalera	LC	LC	IE
Escamosos	<i>Vipera latasti</i>	Víbora hocicuda	VU	NT	

Aves

Tabla IV.8. Aves presentes en la zona del proyecto con sus categorías de estado de conservación. Fuente: Elaboración propia.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CINEGÉTICA	CATEGORÍAS ESTADO DE CONSERVACIÓN		POBLACIÓN
			UICN	LIBRO ROJO	
<i>Accipiter nisus</i>	Gavilán		LC	VU	Sedentaria
<i>Aegithalus caudatus</i>	Mito		LC		Sedentaria
<i>Aegypius monachus</i>	Buitre negro		NT	VU	Sedentaria
<i>Alauda arvensis</i>	Alondra común		LC		Sedentaria
<i>Alectoris rufa</i>	Perdiz roja	Caza menor	LC	DD	Sedentaria
<i>Anas platyrhynchos</i>	Ánade azul	Caza menor	LC		Estival (Nidificante)
<i>Anas strepera</i>	Añade friso	Caza menor	LC		Sedentaria con población invernante
<i>Anthus campestris</i>	Bisbita campestre		LC		Estival (Nidificante)
<i>Aquila chrysaetos</i>	Águila real		LC	NT	Sedentaria
<i>Bubo bubo</i>	Búho real		LC		Sedentaria
<i>Buteo buteo</i>	Ratonero		LC	NT	Sedentaria
<i>Caprimulgus europaeus</i>	Chotacabras gris		LC		Estival (Nidificante)
<i>Ciconia ciconia</i>	Cigüeña blanca		LC		Estival (Nidificante) con población sedentaria
<i>Ciconia nigra</i>	Cigüeña negra		LC	VU	Estival (Nidificante)
<i>Circaetus gallicus</i>	Águila culebrera		LC		Estival (Nidificante)
<i>Circus pygargus</i>	Aguilucho cenizo		LC	VU	Estival (Nidificante)
<i>Columba palumbus</i>	Paloma torcaz	Caza menor	LC		Sedentaria
<i>Coracias garrulus</i>	Carraca europea		NT	VU	Estival (Nidificante)
<i>Corvus corax</i>	Cuervo		LC	EN	Sedentaria
<i>Corvus corone</i>	Corneja común	Caza menor	LC		Sedentaria
<i>Cuculus canorus</i>	Cuco común		LC		Estival (Nidificante)
<i>Cyanocopa cyanus</i>	Rabilargo				Sedentaria
<i>Dendrocopos major</i>	Pico picapinos		LC		Sedentaria
<i>Emberiza hortulana</i>	Escribano hortelano		LC		Estival (Nidificante)
<i>Erithacus rubecula</i>	Petirrojo		LC	DD	Sedentaria

<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino		LC		Sedentaria
<i>Falco subbuteo</i>	Alcotán		LC	NT	Estival (Nidificante)
<i>Galerida theklae</i>	Cojugada montesina		LC		Sedentaria
<i>Garrulus glandarius</i>	Arrendajo común		LC		Sedentaria
<i>Gyps fulvus</i>	Buitre leonado		LC		Sedentaria
<i>Hieraaetus pennatus</i>	Aguililla calzada		LC		Estival (Nidificante)
<i>Hippolais polyglotta</i>	Zarcero común		LC		Estival (Nidificante)
<i>Hirundo daurica</i>	Golondrina dáurica		LC		Estival (Nidificante)
<i>Lullula arborea</i>	Alondra totovía		LC		Sedentaria
<i>Luscinia megarhynchos</i>	Ruiseñor común		LC		Estival (Nidificante)
<i>Merops apiaster</i>	Abejaruco europeo		LC		Estival (Nidificante)
<i>Milvus migrans</i>	Milano negro		LC	NT	Estival (Nidificante)
<i>Milvus milvus</i>	Milano real		NT	EN	Sedentaria
<i>Monticola solitarius</i>	Roquero solitario		LC		Sedentaria
<i>Muscicapa striata</i>	Papamoscas gris		LC		Estival (Nidificante)
<i>Oenanthe leucura</i>	Collalba negra		LC		Sedentaria
<i>Oriolus oriolus</i>	Oropéndola		LC		Estival (Nidificante)
<i>Parus major</i>	Carbonero común		LC		Sedentaria
<i>Phylloscopus bonelli</i>	Mosquitero papialbo		LC		Invernante
<i>Picus viridis</i>	Pito real		LC		Sedentaria
<i>Saxicola torquatus</i>	Tarabilla común		LC		Sedentaria
<i>Scolopax rusticola</i>	Chocha perdiz	Caza menor	LC		Invernante parcial
<i>Serinus serinus</i>	Verdecillo		LC		Sedentaria
<i>Streptopelia turtur</i>	Tórtola europea	Caza menor	LC	VU	Estival (Nidificante)
<i>Sturnus vulgaris</i>	Estornino pinto	Caza menor	LC		Invernante
<i>Sylvia undata</i>	Curruca rabilarga		LC		Sedentaria
<i>Turdus merula</i>	Mirlo común		LC		Sedentaria
<i>Turdus philomelos</i>	Zorzal común	Caza menor	LC		Sedentaria con población invernante
<i>Upupa epops</i>	Abubilla		LC		Estival (Nidificante)

Mamíferos

Tabla IV.9. Mamíferos presentes en la zona del proyecto con sus categorías de estado de conservación. Fuente: Elaboración propia.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CINÉGETICA	CATEGORÍAS DE ESTADO DE CONSERVACIÓN	
			UICN	LIBRO ROJO
<i>Apodemus sylvaticus</i>	Ratón de campo		LC	No amenazada
<i>Arvicola sapidus</i>	Rata de agua		VU	
<i>Barbastella barbastellus</i>	Murciélago de bosque		NT	Indeterminada
<i>Canis lupus</i>	Lobo		LC	Vulnerable
<i>Capreolus capreolus</i>	Corzo	Caza mayor	LC	No amenazada
<i>Cervus elaphus</i>	Ciervo rojo	Caza mayor	LC	No amenazada
<i>Crocidura russula</i>	Musaraña gris		LC	
<i>Dama dama</i>	Gamo	Caza mayor	LC	No amenazada
<i>Eliomys quercinus</i>	Lirón careto		NT	Rara
<i>Erinaceus europaeus</i>	Erizo Europeo		LC	No amenazada
<i>Felis silvestris</i>	Gato montés		LC	Insuficientemente conocida
<i>Genetta genetta</i>	Gineta		LC	No amenazada
<i>Lepus granatensis</i>	Liebre Ibérica	Caza menor	LC	No amenazada
<i>Lutra lutra</i>	Nutria		NT	Vulnerable
<i>Lynx pardinus</i>	Lince ibérico		CR	En peligro de extinción
<i>Martes foina</i>	Garduña		LC	Rara
<i>Meles meles</i>	Tejón		LC	Insuficientemente conocida
<i>Microtus arvalis</i>	Topillo campesino		LC	No amenazada
<i>Microtus cabreræ</i>	Topillo de Cabrera		NT	Rara
<i>Mustela nivalis</i>	Comadreja		LC	No amenazada
<i>Myotis blythii</i>	Murciélago ratonero mediano		LC	Vulnerable
<i>Myotis myotis</i>	Murciélago ratonero grande		LC	Vulnerable
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Conejo	Caza menor	NT	No amenazada
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Murciélago pequeño de herradura		LC	Vulnerable
<i>Sus Scrofa</i>	Jabalí	Caza mayor	LC	No amenazada
<i>Talpa occidentalis</i>	Topo Ibérico		LC	Insuficientemente conocida
<i>Vulpes vulpes</i>	Zorro rojo	Caza menor	LC	No amenazada

3.2. Daños de fauna

3.2.1. Especies potencialmente dañinas

Las especies que pudieran causar daños a la plantación en los estadios más jóvenes son las siguientes:

- Jabalí (*Sus scrofa*): produce hozaduras en las raíces de plantone y acuchillado en troncos de árboles y arbustos, además de ser consumidor de los frutos.
- Cérvidos, ciervo (*Cervus elaphus*) y corzo (*Capreolus capreolus*): pueden ocasionar daños de ramoneo y el descortezado y escodado por el rascado sobre los troncos y por el frotado de sus cuernas.
- Conejo (*Oryctolagus cuniculus*) y liebre (*Lepus granatensis*): que pudieran llegar a roer troncos y consumir brotes bajos.

Además, las aves invernantes pueden consumir los frutos del madroño, originando pérdidas y daños.

3.2.2. Medidas a adoptar

La única medida preventiva que se plantea para la fauna silvestre es el vallado de la parcela, que servirá también como barrera para evitar la entrada de ganado en los movimientos por los caminos. La colocación de protectores individuales de planta sería una medida excesiva que únicamente aumentaría la cifra del presupuesto y que no se justifica.

Por último, tampoco se plantean medidas especiales contra los posibles daños de aves en los frutos, dado que la presencia de madroño de forma asilvestrada es común en la zona, así como la de otros frutos silvestres (escaramujo, majoleta, endrinos, etc.) que son fuente de alimento para estas aves.

4. Implicaciones en la conservación

Los impactos ecológicos que pueda tener el proyecto son muy bajos, dado que se asienta sobre una zona de tradición agrícola, no haciendo cambio de uso en el suelo y siendo de una superficie pequeña, además que la especie usada es autóctona en la zona.

Asimismo, existe alguna regeneración natural de encina en la parcela que será mantenida como enclavados dentro de la plantación. En cuanto a las lindes de la parcela y a las proximidades del Arroyo de los Lomos (linde Norte) y del Arroyo del Valle (linde Este) hay árboles aislados de fresno y vegetación arbustiva de zarzamora y rosál silvestre que se respetará, como puede verse en el Plano nº 4. Por último, la zona no forma parte de los lugares de cría de especies protegidas, ni existen árboles singulares.

ANEXO V:

ESTUDIO DE MERCADO

Índice

1. Introducción	3
2. Usos tradicionales	3
3. Potencialidades productivas del madroño	4
3.1. Consumo en fresco	4
3.2. Aguardiente	6
3.3. Industria agroalimentaria	6
3.4. Miel	7
3.5. Setas	7
4. Situación actual de producción y consumo	7
5. Orientación productiva	10
5.1. Venta en fresco	10
5.2. Industrias agroalimentarias	10
6. Mercados de destino	11
7. Modo de producción y certificaciones	11
8. Conclusiones	13

1. Introducción

El madroño es uno de los frutos silvestres con un consumo local asociado a las zonas donde se encuentra de forma natural, viniendo siempre su producción de la recolección silvestre. Sin embargo, en las últimas décadas, en Portugal, en zonas con peculiaridades muy similares a la zona de actuación se ha revalorizado su producción dirigida, con la recuperación de numerosos madroñales naturales para una producción más ordenada y con la plantación de nuevos pomares.

Dentro de las clasificaciones de comercialización y marketing, el madroño es una baya que se puede incluir dentro del grupo de los “pequeños frutos” o “frutos rojos” que es la designación genérica para una clase de frutas en las que se incluyen frutas frescas como la fresa (*Fragaria x ananassa*), la frambuesa (*Rubus idaeus*), los arándanos (*Vaccinium spp.*), la mora (*Rubus spp.*), la grosella roja (*Ribes rubrum*) o la baya de *Sambucus nigra*. El mismo grupo, inicialmente considerado como frutos silvestres, a pesar de ya no ser correcto dado que la mayoría de la producción proviene de variedades mejoradas o híbridas, es designado en inglés por los términos “*small fruits*”, “*soft fruits*” o “*berries*”. Estos frutos provienen de cultivos que presentan grandes diferencias fitotecnias entre sí, siendo diferentes en la taxonomía de la especie y en la morfología del fruto, sin embargo, esta clasificación dentro del mismo grupo hace referencia al tipo de consumo, el comportamiento post-cosecha de los frutos y las operaciones de manipulación y preparación para el mercado. (Almedia, 2016)

En este sentido, la trayectoria seguida por los pequeños frutos, donde la producción y el consumo se han disparado, hace intuir que la domesticación del madroño para la producción puede ser muy interesante, tanto para la producción de aguardiente como para el consumo en fresco, más si cabe, si tenemos en cuenta que en Portugal ya se ha iniciado el camino con estudios y proyectos para el mejoramiento de las plantas y la calidad de los productos con buenos resultados y rentabilidades.

2. Usos tradicionales

El nombre específico del latín del madroño “*unedo*”, procede del verbo latino “*edo*”, que significa comer y del número uno, con lo que, según algunos autores, hace referencia al hecho de que “sólo se puede comer uno”, según la fama de los frutos de embriagar, por el contenido de alcohol que contienen en estado maduro (González, 2017).

El madroño ha sido usado tradicionalmente en todos los lugares donde crece (Figura V.1), en Andalucía, Aragón, Asturias, Galicia, Castilla y León, Castilla-La Mancha, Extremadura, Murcia, Comunidad Valenciana, tanto sus hojas y raíces en medicina como sus frutos en la alimentación, principalmente en el consumo en crudo, pero también para la elaboración de aguardientes, licores, mermeladas y confituras. Entre otros usos, también ha sido aprovechado para el ganado, sirviéndose su hoja perenne de ramón para cabras y ovejas que también consumían los frutos, y su madera por su color rojizo para algunos pequeños utensilios y herramientas (Pardo de Santayana, Morales, Tardío, & Molina, 2018).

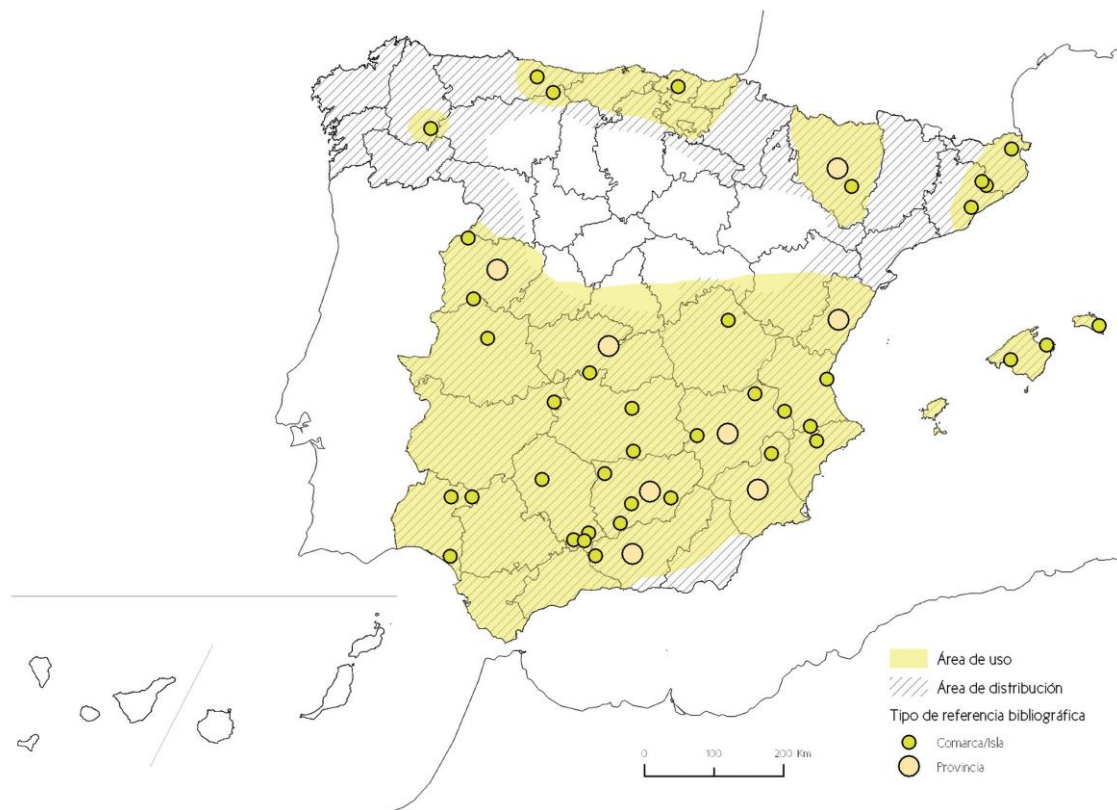


Figura V.1. Mapa de uso tradicional del madroño. Fuente: *Inventario Español de los Conocimientos Tradicionales relativos a la Biodiversidad (2018)*.

En Santibáñez de la Sierra, el madroño, conocido como madroñera, es un árbol con un importante uso tradicional, consumiéndose su fruto en fresco y también de forma fermentada para elaborar aguardiente. En la actualidad, los usos en la Sierra de Francia son mucho más residuales y se han restringido principalmente a la elaboración de licores y mermeladas.

3. Potencialidades productivas del madroño

A pesar de la importancia de la especie para varias aplicaciones, el fruto del madroño continúa siendo considerado como abandonado o cultivo infrutilizado (“NUC (*Neglected or Underutilized Crop*)”) por la “*Global Facilitation Unit for Underutilized Species*” (<http://www.bioversityinternational.org/>), que, a pesar de todo, destaca la relevancia y potencialidad de esta especie en varios sectores como la cosmética y la industria farmacéutica.

3.1. Consumo en fresco

El fruto del madroño se caracteriza por ser carnoso y con la superficie granulosa. Cuando está completamente maduro su contenido en taninos disminuye y el de azúcares aumenta, mientras que la pulpa es tierna y dulce, pero con un regusto ácido (Gomes, Botelho, Santos, Godinho, & Melo, 2016).

El fruto contiene un elevado porcentaje de azúcares, entre el 42 y el 52 % del peso seco y son una buena fuente de minerales, especialmente de potasio, calcio y fósforo (Özcan & Haciseferoğulları, 2007), además es rico en sustancias flavonoides con una interesante acción antioxidante, apuntando los resultados de varios estudios que sus frutos y hojas podrían utilizarse en el tratamiento y en la prevención de enfermedades cardiovasculares (Gomes, Guerra, & Oudot, 2016). En este sentido, el consumo de madroño podría fomentarse como ha ocurrido con otros pequeños frutos silvestres como arándanos, moras, frambuesas, en la búsqueda de una alimentación más sana.

En las creencias populares se ha considerado al madroño como un fruto rico en etanol, considerando que su consumo en exceso puede causar sensación de embriaguez, tal y como también traduce la etimología de su nombre científico “*unedo*”, sin embargo en varios estudios de Oliveira et al. (2011) se demostró, que tras analizar los compuestos volátiles de los frutos en diferentes estados de maduración en los que los alcoholes eran los compuestos mayoritarios, no se localizaba la presencia de ningún etanol. El fruto en estado maduro, rojo, presenta los siguientes valores para los principales parámetros considerados comercialmente para la fruta (Tabla V.2).

Tabla V.2. Valores máximos y mínimos del madroño maduro para los principales parámetros comerciales de fruta. Fuente: *Gomes et al (2017)*.

Parámetros comerciales del fruto	Margen mínimo	Margen máximo
Masa (g)	2,5	19,5
Contenido de sólidos solubles (º Brix)	15	30
pH	3,2	4,7
Acidez titulable (g/L de ácido málico)	7,5	12

Por otro lado, como se ha recogido en el “Anexo I, la fructificación del madroño se da entre octubre y enero. La maduración del mismo no es simultánea por lo que coexisten frutos con diferente grado de maduración, desde verdes a rojos. Este fenómeno suma puntos al potencial del madroño para el consumo fresco, pues su estacionalidad no es coincidente con la de otros productos competentes de alto poder antioxidante, y se da en una época de baja presencia de fruta en los mercados.

En la actualidad no es común encontrar en los mercados el fruto para consumo en fresco y entre las razones que lo implica se debe a la fragilidad del fruto, que requiere en la comercialización cuidados especiales. Sin embargo, ya hay estudios como los de Guerrero, Gago, Miguel, & Antunes (2012) y (2013) respectivamente, sobre la conservación de los frutos maduros en cámaras de refrigeración, donde demostraron que no hubo cambios significativos en su aspecto, ni en sus características físico-químicas y organolépticas durante el período estudiado cuando se conservaron en cubetas con protección por película de polietileno, durante 10 días a una temperatura de 0 °C. Por otro lado, estudios de post-cosecha realizados por Santos, Franco, & Botelho (2013), constatan que, en los días siguientes a la cosecha de madroños aún inmaduros, el paso del color verde a rojo y el grado Brix de los frutos aumenta

gradualmente, lo que permite verificar que el madroño es un fruto climatérico y su proceso de maduración continúa, de manera natural, después de ser cosechado.

Estos estudios ayudan en las pretensiones para la comercialización e introducción en los mercados, donde el gran papel histórico del madroño en la cultura y usos locales de las poblaciones circundantes, a nivel peninsular es bien conocida.

3.2. Aguardiente

Los frutos también pueden ser fermentados y destilados para la obtención de bebidas alcohólicas, algunas con un elevado porcentaje de etanol 45-50% (v/v) (Santo, Galego, Gonçalves, & Quintas, 2012), dependiendo de la cantidad de azúcar presente en los frutos y de la calidad del proceso de fermentación.

El aguardiente se obtiene por fermentación alcohólica de los frutos maduros, que puede durar de 30 a 90 días, seguida de destilación. Según Dias y Cabrita (2009) para la producción de 1,5 litros de aguardientes es necesaria una arroba de madroño (15 kg), que puede ser lo que produce un árbol por época.

La producción de aguardiente es el principal uso tradicional al que se ha destinado el madroño, y también lo sigue siendo en la actualidad. En España sigue siendo una actividad residual, sin embargo, en Portugal, especialmente en la zona del Alentejo y el Algarve, el aguardiente de madroño es el más consumido, habiéndose incrementado, modernizado y legalizado su producción para la venta en las últimas décadas. De hecho, las universidades de Coimbra y del Algarve han estado implicadas en la tecnificación de los procesos, habiéndose publicado un "*Manual de Boas Práticas de Produção de Aguardente de Medronho* (2016)".

3.3. Industria agroalimentaria

La producción de mermelada, compota o jalea, a partir de los frutos, parece una forma fácil y rentable para producir y comercializar estos productos. Las características químicas de los frutos, que contienen elevado contenido de pectina y ácido málico facilitan esta transformación (Neto Martins & Rodrigues Galego, 2014).

Otras alternativas de comercialización y de ampliar la conservación sin interferir en las propiedades sería la venta de frutos congelados, para un uso posterior en la repostería, o frutos secados que podrían ser consumidos en cualquier época del año después de la rehidratación.

Estos productos secundarios tienen un gran interés por la opción de rentabilizar la producción y obtener un aprovechamiento secundario, dando salida a frutos en peor estado, no aptos para el consumo en fresco.

3.4. Miel

Las flores del madroño son una buena fuente de polen y néctar para las abejas. La miel tiene un color muy oscuro, debido al alto contenido de compuestos fenólicos, es de sabor amargo debido a su peculiar composición y olor acre; es áspera y picante al gusto y al olfato; además se le atribuyen propiedades antioxidantes (Pardo de Santayana, Morales, Tardío, & Molina, 2018).

En la Sierra de Francia y Quilamas cuenta con una gran producción de miel. De hecho, en el cercano San Miguel de Valero se asienta “Reina Kilama”, la cooperativa más grande de Castilla y León, que produce unas 1.000 toneladas a través de 120 apicultores. La miel de madroño no es aprovechada y podría suponer un recurso más como miel monofloral en las primeras semanas de floración del otoño que aún puede haber temperaturas aptas para el trabajo de las abejas. De hecho, la miel monofloral del madroño es un producto típico de otras regiones mediterráneas, particularmente en la isla de Cerdeña, donde se vende a un precio 6 veces superior al miel monofloral obtenido por otras especies (Bianchi, Careri, & Musci, 2005), así como en el Algarve, donde es una miel producida por los apicultores de la Sierra de Monchique.

3.5. Setas

Hay ya estudios, siendo los más recientes los de Gomes (2016) y Machado (2017), de inoculación de madroños con hongos micorrízicos, *Lactarius deliciosus*, para la instalación de plantaciones que permitan una mejor instalación y adaptación de las plantas al mismo tiempo que obtener una producción secundaria de setas.

4. Situación actual de producción y consumo

La producción y consumo de madroño hasta la fecha es algo residual como ya se ha comentado. De hecho, resulta curioso que el madroño, un fruto mediterráneo que tapiza en abundancia nuestros paisajes más cercanos, tenga un consumo tan poco relevante en los mercados y sea tan desconocido en nuestras mesas.

En España, no hay datos relevantes sobre producción y consumo. Sólo en tiendas gourmet y especializadas se puede encontrar a la venta sus productos derivados y conocer su precio:

- **Fruto en fresco:** 3,5 €/bandeja de 125 g. con procedencias de recolección silvestre y de producciones en Portugal.
- **Fruto congelado** 3,75 €/kg
- **Miel de madroño:** con procedencias de El Bierzo, Asturias y la Sierra de Grazalema, a un precio de 13,7 €/kg

En Portugal, en cambio hay mayores referencias y experiencias. De hecho, aparte de aquellas áreas naturales del madroño intervenidas para mejor aprovechamiento, según la “Cooperativa Portuguesa del Medronho - CPM” las plantaciones realizadas en terreno agrícola o forestal ya llegan a las 500 ha (Gomes F. et al., 2018). Por otro lado, según el “*Estudo Económico do Desenvolvimento da Fileira do Medronho*” del “*Forum Florestal*” (2012) la producción de madroño en 2005 alcanzó en este país cerca de los 3 millones de kg a un precio medio de 1,26, como se puede ver en la Tabla V.2, en la que se compara con otros productos agroforestales. En este propio estudio también se refiere que la producción hasta los años 70, antes de éxodo rural y el abandono de las prácticas agrícolas, principalmente en la zona de las sierras del Algarve, la producción rondaba los 13 millones de kg, donde suponía una de las principales fuentes de rendimiento, destinándose el 80 % de la producción para la destilación de aguardiente.

Tabla V.2. Producción y precio en Portugal de diferentes productos forestales. Fuente: *Estudo Económico do Desenvolvimento da Fileira do Medronho (2012)*. Datos retirados de Mendes (2005).

Fruto	Producción (millones de kg)	Precio (€/kg)
Piñon con cáscara	3,5	4,5
Castaña	26	1,12
Madroño	3	1,26
Algarrobo	31,5	0,27

Con base en la información del mismo estudio (Figura V.2), se estima que se produce en Portugal 2.625 toneladas, con destino principalmente para la producción de aguardiente, además de ser destinada a otras bebidas como licores y a la transformación en mermeladas.

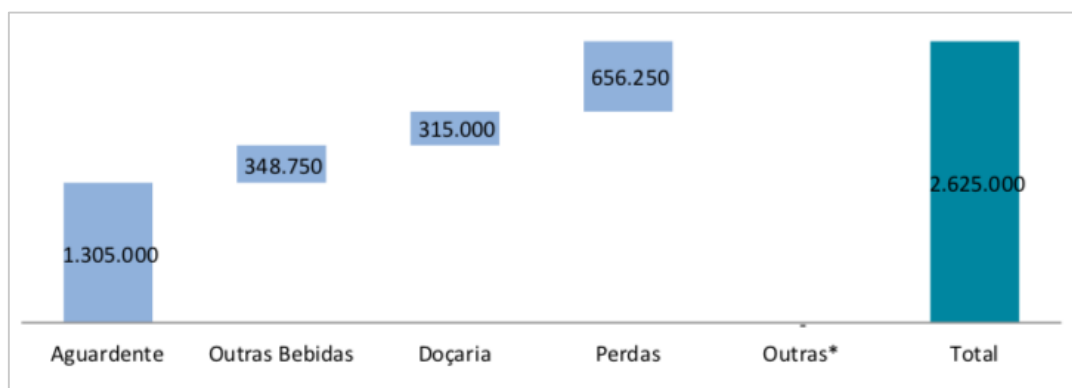


Figura V.2. Utilización del madroño en Portugal (toneladas). Fuente: *Estudo Económico do Desenvolvimento da Fileira do Medronho (2012)*.

Los precios de los principales derivados se recogen en la Tabla V.3. Estimando el precio medio de venta de litro de aguardiente a 35,7€ se estima que la facturación medio por destilería en el Algarve ronda los 20.000 €, produciéndose de forma legal 145.000 litros que se traducen en un valor de mercado de 5 millones de euros, a lo que hay que sumar la producción aún no legalizada y la producción para el autoconsumo, donde se generan

alrededor de los 2,5 millones de euros, como se refleja en el siguiente gráfico de la Figura V.3.

Tabla V.3. Precios de venta de derivados del madroño en el Algarve en 2012. Fuente: *Estudo Económico do Desenvolvimento da Fileira do Medronho (2012)*.

Destino	Aguardiente	Miel	Compotas
Venta directa	25 € (0,7 dl)	17 € (0,7 dl)	4 e (250 g)
Distribución	16 € (0,7 dl)		

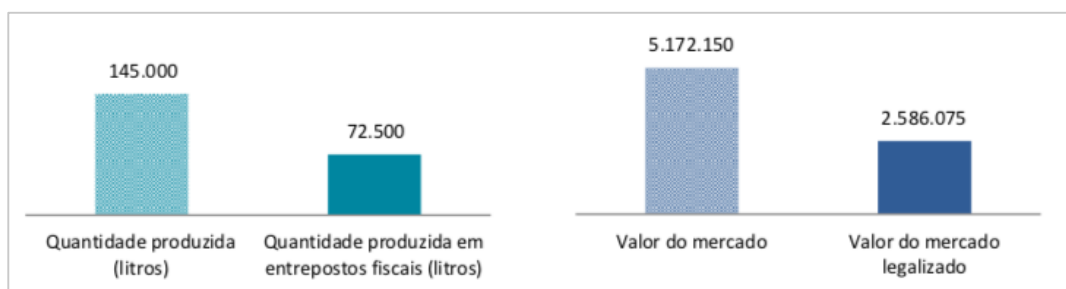


Figura V.3. Cantidad producida de aguardiente (l) y valor del mercado en Portugal (€). Fuente: *Estudo Económico do Desenvolvimento da Fileira do Medronho (2012)*.

En cuanto al valor económico de los productos derivados del madroño, en Portugal se recogen los siguientes datos, a los que hay que recalcar el elevado peso del mercado informal y de autoconsumo.

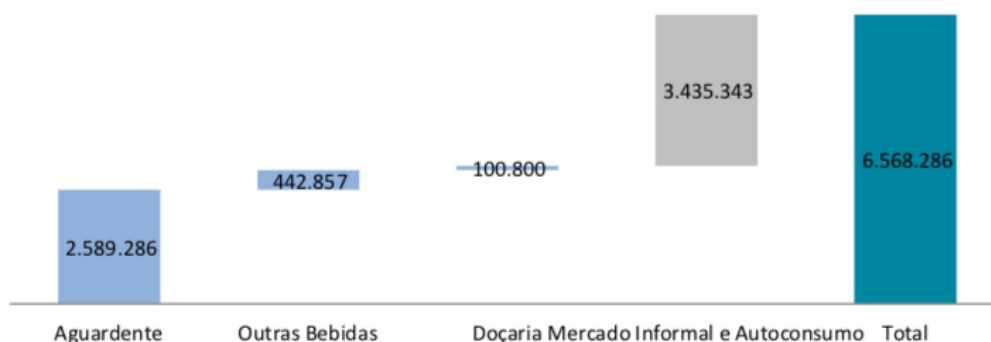


Figura V.4. Valor económico e los productos derivados del madroño en Portugal (€), de izquierda a derecha, aguardiente, otras bebidas, mermeladas y autoconsumo y total de consumo. Fuente: *Estudo Económico do Desenvolvimento da Fileira do Medronho (2012)*.

Por otro lado, en cuanto a los actores implicados en la producción y comercialización del madroño en Portugal que, por su cercanía, serán competidores a la plantación, se destacan:

- Cooperativa Portuguesa da Medronho, que engloba a 55 productores de madroño a nivel nacional.
- Las destilerías de aguardiente, donde se localizan 266 destilerías legalizadas, principalmente en la región del Algarve.

- *APAGARBE* “*Associação de Produtores de Aguardente de Medronho do Barlavento Algarvio*” que representa a 72 productores de la región de Monchique que producen aguardente y miel.
- *Asociación “In loco”*, que indentifica a 55 productores de aguardiente de Alcoutim, Loulé, Monchique, Tavira, São Brás de Alportel e Silves, además de um número más reducido de productores de miel, mermeladas y compotas.
- *Confraria do Medronho*, que en la región centro de la Beira Interior reúne algunos productores y transformadores.
- *PAMPIMEL* Cooperativa de Apicultores e productores de medronho da Pampilhosa da Serra.
- *APILGARBE* “*Associação dos Apicultores do Barlavento Algarvio*”.

5. Orientación productiva

El destino final de la producción condiciona el cultivo y la forma de comercialización, por lo tanto, es importante decidir con anterioridad a la implantación del cultivo, la orientación productiva que se le quiere dar, que será tanto para venta en fresco como para elaboración de aguardiente e industria.

5.1. Venta en fresco

El fruto debe ser cogido en estado de maduración adecuado, limpio, sin exceso de humedad, sin hojas, sin pedúnculo, con aspecto sano y sin pudriciones.

Dada la fragilidad de la fruta, cuando la cosecha sea destinada al consumo en fresco, la comercialización debe realizarse en los mismos envases en que se recogen. Estos envases serán pequeñas tarrinas de plástico o cartón donde, como máximo, se coloquen dos niveles de frutos evitando, así, el efecto de compactación. Las opciones pueden pasar de 125, 150, 250 o 500 g, según casos y dadas las especificaciones del cliente último. En algunos casos, donde se pueda dar la venta a granel podrá recogerse en cajas de 1 kg.

5.2. Industrias agroalimentarias

Para la transformación del madroño, la calidad del producto final depende de la calidad de la materia prima, debiéndose cumplir ciertos criterios de calidad al igual que en el consumo en fresco. En este caso, las unidades de venta son mayores que en la venta en fresco: cajas de plástico o cartón de 5 a 20 kg. Los arándanos son utilizados aquí para la fabricación de aguardiente, mermeladas, helados, yogures, zumos e incluso colorantes.

6. Mercados de destino

En carácter general, el consumidor de madroño puede englobarse en el mismo ámbito que se recogen los frutos silvestres, en una clase con mayor poder adquisitivo y preocupada por mantener unos hábitos de alimentación más saludables. El madroño por ser un producto fresco y por las virtudes del fruto permite un posicionamiento como producto Premium.

Por un lado, se puede buscar la salida en mercados centrales como Mercamadrid o Mercabarna, donde cuentan con mayoristas dedicados a la compra-venta de pequeños frutos. También se podría hacer a través de mercados más pequeños como Mercasalamanca o Mercaolid o directamente a través de distribuidores.

Por otro lado, se debe buscar la posibilidad de vender la producción directamente a un distribuidor especializado en *berries* que la puedan introducir en supermercados nacionales o del norte de Europa, siendo la exportación un objetivo para maximizar el beneficio. De hecho, hay que tener en cuenta como otros productos agrícolas de la comarca, con alto valor añadido, están destinados en su mayoría a la exportación, como es el caso de la miel y el polen Cooperativa Reina Kilama, que exporta el 90 % de su producción.

Complementariamente, a través de la cooperativa SANTIBÁÑEZ DE LA SIERRA, S. COOP. LTDA. se puede dar salida a la fruta, la cual puede ir destinada para el mercado local, tanto en fresco, como transformado, potenciando el autoconsumo de un fruto ya conocido en la zona, así como, potencialmente, como producto regional que pueda destinarse a un turismo boyante en la Sierra de Francia.

7. Modo de producción y certificaciones

El mercado de la fruta, con un consumidor cada vez más preocupado con la salud y el medio ambiente está evolucionando. En este marco, la producción ecológica se va expandiendo con un crecimiento imparable, como apuntan los datos extraídos de los informes *The World of Organic Agriculture 2017* (Willer & Lernoud, 2017) y “El Sector Ecológico en España 2018 (Ecological, 2018), de los que se extraen las siguientes infografías (Figura V.5 y V.6):

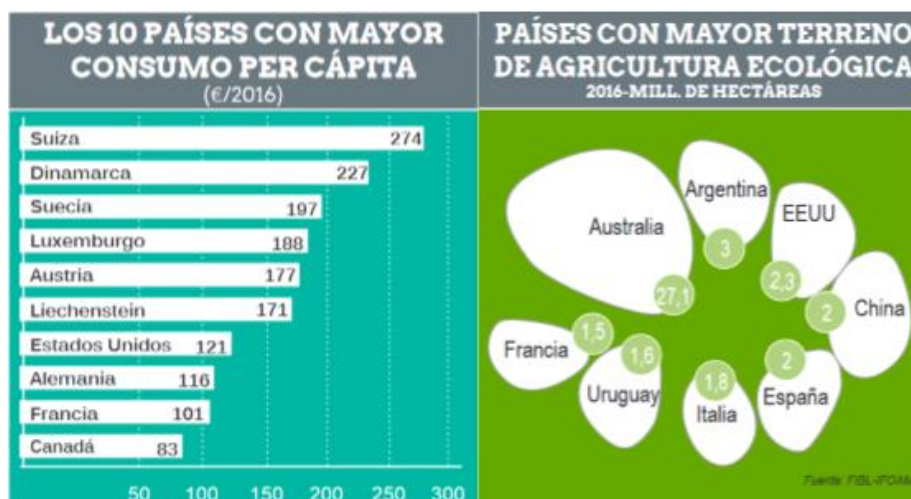


Figura V.5. Principales países en producción y consumo de agricultura ecológica. Fuente: Sector Ecológico en España 2018.

GASTO PER CÁPITA (€/hab./año)			SUPERFICIE DE PRODUCCIÓN ECOLÓGICA EN ESPAÑA			
AÑO	Productos ecológicos	Alimentación total	2014	2015	2016	
2012	21,34	2.152,6				
2013	21,85	2.173,2				
2014	25,89	2.110,5				
2015	32,27	2.133,5				
2016	36,33	2.151,8				
∇/Δ 2016/2012 %	14,05%	-0,01%				
			Superficie (has.)	1.663,2	1.968,6	2.018,8

Figura V.6. Datos de superficie y consumo de agricultura ecológica en España. Fuente: Sector Ecológico en España 2018.

El consumo de agricultura ecológica en España ha crecido en el periodo de 2016 a 2012 un 14 %, sin embargo, en la actualidad sigue estando lejos del consumo localizado en mercados cercanos del norte de Europa.

En este marco, parece una apuesta de futuro sensata, a la hora de diseñar la presente plantación apostar por una producción bajo el modo de producción ecológica, teniendo en cuenta que los productos se posicionarán como productos *Premium*, irán dirigidos a un público de alto poder adquisitivo, ya que el madroño se asocia a un fruto silvestre y natural y la producción ecológica amplía el abanico de posibilidades de venta, pudiéndose vender con sello ecológico y, por tanto, a mayor precio, o también sin sello, en caso de no encontrar mercado ecológico para colocar toda la fruta.

Por otro lado, se debe considerar el certificar la producción bajo normas de calidad como podría ser la Global GAP, puesto que son una de las exigencias que presentan la mayoría de los supermercados.

8. Conclusiones

Del estudio de mercado sobresalen las siguientes conclusiones:

- El consumo de los frutos en fresco comienza a revelarse como una hipótesis muy probable, para los próximos años, como producto naturalmente importante en el área alimentaria, debido a las características físico-químicas y organolépticas que los frutos presentan.
- Las bebidas alcohólicas preparadas a partir del fruto constituyen, actualmente, los productos derivados del madroño que mayor expresión presentan.
- La miel monofloral del madroño, puede ser un interesante derivado de las plantaciones, con gran importancia comercial.
- Se espera, que otras aplicaciones del fruto ganen importancia comercial. Dentro de las posibles aplicaciones destacan: pulpa de frutos pasteurizados, dulces, compotas, etc.
- Sobre la base de una buena divulgación de las formas tradicionales y de las nuevas formas de utilización de los frutos, tanto en fresco, como transformados, pueden aumentar los niveles de producción y de venta de esta diversidad de productos que actualmente es algo residual.
- El hecho de optar por una producción ecológica es una apuesta clara de futuro que amplía el abanico de entrada al mercado y maximiza los beneficios de la plantación.

ANEXO VI:

**ESTUDIO DE LAS
ALTERNATIVAS**

Índice

1. Introducción	4
2. Elección de la especie	4
3. Elección del material vegetal	4
3.1. Identificación de alternativas de obtener el material vegetal	4
3.2. Identificación de alternativas de variedades	5
3.3. Justificación de la elección	6
4. Diseño de la plantación	7
4.1. Sistemas de plantación	7
4.1.1. Evaluación de alternativas	8
4.1.2. Justificación de la elección	9
4.2. Densidad y marco de plantación	9
4.2.1. Evaluación de alternativas	10
4.2.2. Justificación de la elección	10
4.3. Orientación de las filas	11
4.3.1. Evaluación de alternativas	11
4.3.2. Justificación de la elección	11
4.4. Distribución del terreno	12
4.5. Distribución de los cultivos	13
5. Tratamiento de la vegetación preexistente	16
5.1. Evaluación de alternativas	16
5.2. Justificación de la elección	20
6. Preparación del terreno	21
6.1. Evaluación de alternativas	21
6.1.1. Labores profundas	21
6.1.2. Labores complementarias	22
6.2. Justificación de la elección	23
7. Plantación	23
7.1. Evaluación de alternativas	23
7.2. Justificación de la elección	24
8. Técnicas de cultivo	24
8.1. Sistema de formación y poda	24
8.1.1. Evaluación de alternativas	26

8.1.2. Justificación de la elección	27
8.2. Riego	29
8.2.1. Evaluación de alternativas	30
8.2.2. Justificación de la elección	32
8.3. Mantenimiento del suelo	33
8.3.1. Evaluación de alternativas	33
8.3.2. Justificación de la elección	34
8.4. Mulching	35
8.5. Protección antivientos	35
8.6. Fertilización	35
8.6.1. Evaluación de alternativas	36
8.6.2. Justificación de la elección	38
8.7. Gestión Integral de plagas y enfermedades	38
8.7.1. Evaluación de alternativas	39
8.7.2. Justificación de la elección	40
8.8. Polinización	41
8.8.1. Evaluación de alternativas	41
8.8.2. Justificación de la elección	42
8.9. Recolección	43
8.9.1. Recolección para consumo en fresco	43
8.9.2. Recolección para transformación	45
8.10. Sistema de producción y certificación	45
8.10.1. Evaluación de alternativas	45
8.10.2. Justificación de la elección	46
9. Medidas de conservación de la biodiversidad	47
10. Cerramiento perimetral	47
10.1. Evaluación de alternativas	48
10.2. Justificación de la elección	49

1. Introducción

En el presente anexo se definen las principales alternativas, justificando la decisión tomada de cada uno de los procesos, decisiones y operaciones que hay que hacer para la implementación y mantenimiento de la viabilidad del presente proyecto productivo y experimental del madroño.

2. Elección de la especie

La elección de la especie es la decisión básica, que va a condicionar la rentabilidad de la inversión. La opción de optar por el madroño (*Arbutus unedo*) cuenta con el riesgo de optar por una especie de la que se conoce poco en nuestro país en contextos de cultivo, fuera de su biología y ecología en situaciones de distribución espontánea. Sin embargo, en Portugal ya hay trabajos y en experiencia previa en la producción comercial, tanto en la mejora de las áreas naturales de madroño como en nuevas plantaciones.

Tras el estudio realizado en los anexos anteriores se ha podido comprobar como el madroño cumple los requerimientos edafológicos y climáticos, además de ser una de las especies incluidas en la serie de vegetación correspondiente y encontrarse de forma natural en la zona. Por otro lado, en el estudio de mercado se ha estudiado las potencialidades que puede tener el fruto y sus derivados, para un mercado que ya ha vivido en las últimas décadas la expansión de otros pequeños frutos como el arándano, la frambuesa, la grosella y la mora.

3. Elección del material vegetal

En este apartado, se tiene que tener en cuenta en la elección del material vegetal todas las opciones y limitaciones que pueda haber.

3.1. Identificación de alternativas de obtener el material vegetal

La obtención de material vegetal para el cultivo del madroño puede ser realizada por propagación sexual o vegetativa, aunque ambas formas presenten sus dificultades específicas pues, por un lado, la propagación por estaca sea considerada difícil en este cultivo por las bajas tasas de enraizamiento, y por otro, la utilización de semillas, a pesar de promover la diversidad genética, tenga algunas limitaciones, como la dificultad de germinación de las semillas (Gomes & Canhoto, 2009).

La propagación por semilla debe ser realizada a través de semillas retiradas de frutos que alcanzaron la maduración completa, que permiten la separación completa de la pulpa después de su inmersión en agua al cabo de varios días. Es aconsejable la estratificación de las semillas durante 20 a 60 días, que permitirá una germinación de las semillas más homogénea y eficiente. Después de la estratificación, las semillas deben ser colocadas a una temperatura de 20 °C, temperatura ideal para estimular la

germinación de las semillas. A través de este proceso la germinación se concluye al cabo de 30 a 40 días y el porcentaje de germinación varía entre 60 y 90% (Tabla VI.1).

Tabla VI.1: Características de las semillas de *Arbutus unedo*. Adaptado de (Alía, Alba, Agúndez, & Iglesias, 2005).

Germinación (%)	Nº semillas/kg	Rendimiento (kg semilla/kg fruto)
50 - 70	330.000 - 570.000	100 - 200

La propagación vegetativa debe realizarse a partir de brotes semileñosos recogidos cuando la planta está en parada vegetativa, ya que este es el momento en el que existe una mayor predisposición natural para el enraizamiento. En este sentido, la estaca debería recogerse en otoño, pues a partir de la brotación en julio, el porcentaje de enraizamiento de las estaquillas se reduce al 10 – 20 %. El enraizamiento debe favorecerse mediante hormonas y las estacas deben colocarse en un sustrato con buen drenaje, para prevenir enfermedades fúngicas en la fase de generación de raíces.

En el sentido de eludir las limitaciones de las técnicas convencionales, otra técnica más reciente de propagación de material vegetal utilizada es la micropropagación *in vitro*, que tiene como objeto seleccionar plantas con buenas características productivas, potenciando la variabilidad genética y la mejora vegetal (Gomes & Canhoto, 2009). Esta técnica ya es muy estudiada y aplicada por empresas portuguesas, con especial hincapié en el interés comercial de los frutos debido al reciente interés que ha suscitado el madroño en este país.

3.2. Identificación de alternativas de variedades

En el madroño no hay una desarrollada selección varietal. Las principales variedades utilizadas mundialmente son las autóctonas de cada región, sin embargo, en Europa se han seleccionado algunas considerando sus características frutales y ornamentales:

- **Compactum:** variedad francesa que presenta un follaje muy compacto, que se distingue por la producción de un número elevado de capítulos florales y con frutos de gran calibre.
- **Elfin King:** variedad cuya producción de inflorescencias es superior a la de la variedad Compactum, siendo esta su principal característica de interés por parte de los viveristas.
- **Atlantic:** variedad que requiere una poda poco intensiva y cuya principal característica diferenciadora son sus flores coloridas, lo que la convierte en variedad de uso ornamental.
- **Rubra:** variedad también seleccionada como variedad ornamental por sus flores rosáceas y fructificaciones abundantes, a pesar de ser una variedad poco vigorosa.

En Portugal, donde desde hace años se viene buscando aumentar la fuente de ingresos de la especie a través de la producción de fruto se ha tratado de mejorar los criterios de producción y calidad del mismo, y adaptarlo a diferentes regiones de procedencia (Gomes, Gama, Figueiredo, Santos, & João, 2014). Así, ya se han implementado numerosos trabajos y estudios que han buscado la micropropagación in vitro para la producción de clones, en los que la selección fenotípica de los árboles se ha hecho con base al porte de la planta y la producción, valorando la precocidad y homogeneidad de la producción en el tiempo (años de cosecha), la concentración de la producción en un tiempo determinado para facilitar la cosecha, así como la evaluación de otros parámetros de calidad del fruto como: tamaño, peso, firmeza, relación calibre/peso, pH, grado Brix, acidez total o azúcares (Gomes, y otros, 2015).

Los clones que suministran algunos viveros especializados son el AL1, el AL2, el AL3 y el C1. De todos ellos, destacamos el clon AL1 presenta una maduración homogénea y se caracteriza principalmente por sus brotes predominantemente verdes, y sus frutos alargados y consistentes, por lo que hace más resistentes a la lluvia y a la degradación después de la cosecha. También cabe destacar el clon AL2 se caracteriza por los brotes de coloración pardusco y por su potencial de producción de frutos de alto calibre.

3.3. Justificación de la elección

Los principales aspectos a considerar en la elección de variedades son: la fenología, la compatibilidad, vigor y porte, la facilidad de poda, la resistencia a plagas y enfermedades, la productividad y las características del fruto.

La propagación por semilla es importante para el cruce de plantas seleccionadas. Sin embargo, no permite mantener y multiplicar las características genéticas de un árbol seleccionado o de árboles de élite (plantas seleccionadas, multiplicadas y posteriormente ya probadas y evaluadas en ensayos de campo). Sólo la propagación vegetativa garantiza la propagación del material seleccionado.

No comprende parte del proyecto la producción de la planta, por lo que se adquirirá en diferentes viveros, que garanticen la calidad fitosanitaria de la planta. Por otro lado, aunque lo más sencillo fuese elegir un único cultivar, se va a optar por implantar diferentes cultivares por las siguientes razones:

- La plantación tiene un carácter experimental, además de productivo. Y dado que no se conocen con exactitud los resultados que podrían obtenerse en la zona de cada cultivar de madroño, por los pocos trabajos previos, es mejor optar por la instalación de varios de forma a poder evaluar cuál es el que mejor se adapta.
- Con la instalación de diferentes cultivares se cuenta con una mayor diversidad genética.

- Conviene garantizar al menos un 15 % de planta procedente de semilla y al menos 3 genotipos diferentes para garantizar la variabilidad genética natural del ecosistema y de la distribución natural del madroño. La polinización cruzada realizada por insectos es la responsable de la perpetuación futura de individuos más resistentes a agentes bióticos y abióticos, así como una fuente de garantía de variabilidad de la especie y conservación de genes con información genética más próxima a los genotipos espontáneos de la región de procedencia natural.
- La polinización cruzada mejora la calidad del fruto, aumentando el tamaño del fruto, la relación peso/calibre, al contener más semillas, y acorta el periodo de cuajado hasta la madurez.
- Con diferentes cultivares se puede alargar el periodo de cosecha, consiguiendo una maduración del fruto escalonada, consiguiendo con ello poder depender de un menor número de personas necesarias para la cosecha y, además disponer de un mayor tiempo en el mercado el producto en fresco.

Así, se van a implantar de 3 cultivares, por un lado, de plantas de clones procedentes de micropropagación *in vitro* de viveros de Portugal, cuya productividad y calidades ya han sido demostradas en regiones del centro del país donde las similitudes edafoclimáticas con la Sierra de Francia son muy grandes; y, por otro lado, de planta procedente de semilla de plantas naturales de la zona circundante a la plantación reproducidas por un vivero de la zona. Para la reproducción de estas plantas se buscará la selección de semillas de las mejores plantas. También conviene señalar algunos resultados de estudios de Gomes et al (2014) en los que las plantas procedentes de micropropagación clonal produjeron 8,9 veces más que las procedentes de semillas, siendo mucho más precoces, homogéneas y con una entrada más rápida en producción.

En este sentido, como en la zona la especie no cuenta con la tradición de ser una especie usada para cultivo, o domesticada, no está sujeta a ningún proceso de selección previo, con lo que es de esperar que las plantas en estado natural presenten una alta variabilidad genética, pero por el contrario no garantizan ni altas producciones ni fruto de calidad, sin embargo es importante su plantación para garantizar mayor diversidad genética y por su demostrada capacidad de adaptación a las condiciones edáficas de la zona, que son mucho peores a las que se definen en el proyecto..

4. Diseño de la plantación

El diseño y el espaciamiento de plantación deben tener en cuenta aspectos como la pendiente del terreno, la adopción o no de sistemas de riego o el tipo de poda que se pretende adoptar.

4.1. Sistemas de plantación

La disposición de las plantas en cualquier plantación debe hacerse de forma ordenada y siguiendo ciertas pautas, con el fin aprovechar el terreno de forma coherente,

consiguiendo maximizar los objetivos pretendidos y facilitando las futuras operaciones de la plantación.

4.1.1. Evaluación de alternativas

Para el tipo de plantación, según se recoge en la Plataforma de conocimiento para el medio rural y pesquero (2008) del Ministerio de Medio Ambiente Rural y Marino se pueden llegar a cabo las siguientes disposiciones (Figura VI.1), donde el marco de plantación se obtiene de la combinación entre la distancia entre árboles y la forma de distribuirlos:

- **Marco real.** Las plantas se sitúan en el vértice de un cuadrado, por lo que la separación es la misma entre plantas y líneas. Permite el paso de la maquinaria (tratamientos etc.) en dos direcciones perpendiculares, entre filas y entre plantas. Se utiliza principalmente en plantaciones llanas y poco densas de árboles voluminosos y con formas libres. Ha sido el sistema más utilizado hasta la fecha.
- **Marco rectangular.** Las plantas se sitúan en el vértice de un rectángulo, siendo mayor la separación entre líneas que entre plantas. Es el sistema que se está imponiendo en la actualidad, puesto que admite una mayor densidad de plantación, dejando a su vez calles suficientemente anchas que permiten la mecanización de las distintas operaciones de cultivo.
- **Cinco de oros.** Muy similar al marco real, pero con un árbol en el centro de cada cuadrado. Presenta un inconveniente muy importante que es la dificultad para la mecanización.
- **Tresbolillo.** Las plantas se sitúan en el vértice de un triángulo equilátero. La distribución de la tierra es óptima, pero se complican las labores mecanizadas a no ser que se llevan a cabo a densidades bajas, y estas se realicen en las calles. En la actualidad se utiliza de forma conjunta con la disposición en marco rectangular para plantaciones de alta densidad.
- **Pata de gallo.** Las plantas se disponen sobre dos o tres líneas paralelas dispuestas al tresbolillo y dejando una calle ancha entre cada grupo de líneas para la realización de las distintas labores. Se utiliza en plantaciones de alta densidad.

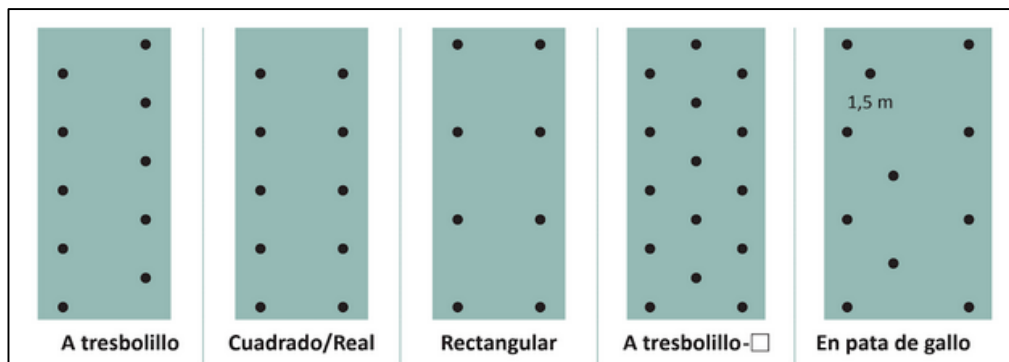


Figura VI.1. Tipo de marcos de plantación más empleados en plantaciones frutales. Fuente: Moreno (2015).

- **Disposición en relieve.** En el caso de plantaciones de ladera, con pendientes superiores al 6 %, las disposiciones de filas deben seguir las curvas de nivel. En el caso de pendientes elevadas, existen varios sistemas para el control de la erosión:
 - **Caballones.** Se realiza un caballón pendiente arriba y aproximadamente a 80 cm de la fila de árboles. El caballón deberá tener una altura de unos 40 cm. Este sistema se utiliza con pendientes muy pronunciadas, mayores del 15 %.
 - **Mesetas corridas o terrazas invertidas.** Se realizan mesetas, bancales o terrazas paralelas a las curvas de nivel. Sobre estas mesetas se colocan los árboles, dejando como mínimo 1,5 m para el paso de la maquinaria y aperos.

4.1.2. Justificación de la elección

En el del presente proyecto, la pendiente que tiene la parcela es reducida y se considera que la disposición que mejor se adapta es un marco rectangular o en líneas. De esta forma se consigue aprovechar el terreno y disponer de suficiente espacio entre las calles para la mecanización de las labores, al mismo tiempo que no se limita la formación arbustiva del madroño, con ramas nacidas desde el suelo. Desde el punto de vista de organización, esta distribución también permite mayor orden ya que así, la plantación puede ser fácilmente organizada por líneas o calles.

4.2. Densidad y marco de plantación

La densidad y el marco de plantación son dos conceptos ligados de forma inversamente proporcional, puesto que cuanto menor es el marco de plantación mayor densidad de plantación se obtiene. Así, según la densidad que se pretende se debe elegir el marco de plantación.

En la elección del marco de plantación debe tenerse en cuenta el sistema de formación, la disponibilidad de agua y el tipo de suelo, pues densidades mayores obligan

necesariamente a una mayor disponibilidad de recursos, o a una capacidad de éstos a través de la fertilización o recurso al regadío.

4.2.1. Evaluación de alternativas

Los marcos de plantación que se vienen utilizando en producciones comerciales varían según la pendiente del terreno:

- En terrenos con pendiente entre 15 y 20%, los marcos varían entre 6x4 m y 4x3 m, lo que resulta en una densidad de plantación entre 416 y 833 árboles por hectárea.
- En terrenos con declive inferior al 15%, las densidades son más altas, variando de 666 a 1428 plantas/ha, con los marcos de 5x3 m a 3,5x2 m.

4.2.2. Justificación de la elección

Para la presente plantación se va a optar por llevar a cabo una plantación con una densidad de unas 1000 plantas/ha, en un marco de 4x2,5 m, como se muestra en la Figura VI.2. La decisión se ha tomado en base a:

- Las dimensiones de la parcela. Al no ser una plantación excesivamente grande (2,38 ha), el optar por una densidad medio-alta rentabilizará mejor el espacio.
- La distancia entre calles permitirá las labores con maquinaria de pequeño tamaño al mismo tiempo que se garantizará la no competencia por la iluminación entre plantas.

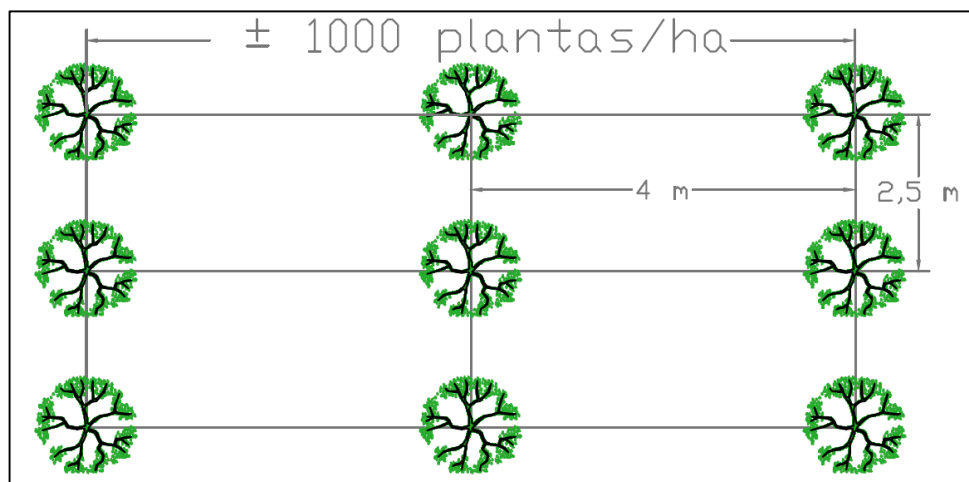


Figura VI.2. Croquis de la densidad y marco de plantación. Fuente: *Elaboración propia.*

4.3. Orientación de las filas

En el momento de decidir la orientación de las filas es necesario tener en cuenta factores como la iluminación, la forma de la parcela, la topografía del terreno, el diseño de riego o la dirección de los vientos dominantes.

4.3.1. Evaluación de alternativas

Normalmente, en casos de plantaciones en pendiente, el factor determinante para determinar la orientación es la topografía, quedando definidas las filas según la orientación de las curvas de nivel. En cambio, en la parcela la pendiente no es un factor limitante.

Con respecto a la iluminación, en las orientaciones Este-Oeste, la cara Norte va a tener menor luz que la cara Sur, mientras que en la orientación Norte-Sur, normalmente ambos lados de las líneas reciben la misma insolación, resultando más adecuada.

En relación a los vientos, como se ha estudiado en el “Anexo II”, los vientos más frecuentes son lo Este y Oeste-Sur-Este, pero no son condicionantes para el desarrollo de la plantación, pues la parcela se encuentra protegida por parte del perímetro y, además, en caso de necesidad, se puede instalar cortinas corta-vientos en la parte desprotegida.

Finalmente, la forma de la parcela es otro factor a considerar, puesto que es importante establecer las líneas de forma que tengan mayor longitud para disminuir los tiempos de la maquinaria, pues así maniobrarán menos veces, y facilitará las distintas operaciones de cultivo.

4.3.2. Justificación de la elección

La parcela del presente proyecto se encuentra situada en la parte baja de una leve ladera, presentando hacia el Norte-Noroeste una ligera pendiente del 2 % que desembocará en un pequeño arroyo denominado el “Arroyo Los lomos”. La parcela es irregular, teniendo su máxima longitud (314 m) en dirección Oeste-Este.

Atendiendo a todas las consideraciones, las líneas de la plantación seguirán una distribución NNO – SSE (Nornoeste-Sursudeste), resultando filas de entre 12 m a 83 m. De esta forma se cumplirán los siguientes objetivos:

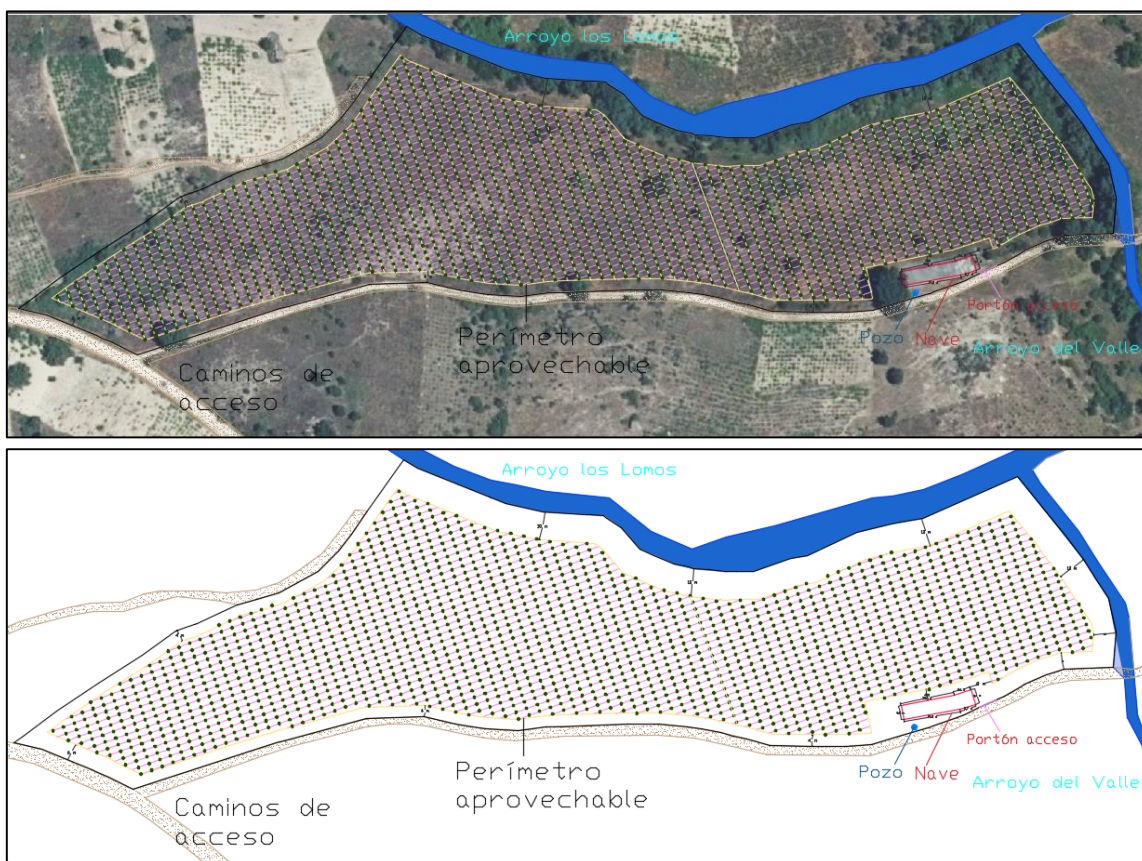
- Conseguir un drenaje natural entre las calles de las aguas, aprovechando la pendiente natural hacia el “Arroyo los Lomos”, de forma que en caso de fuertes lluvias no se producirán encharcamientos.
- Obtener en cada planta una insolación más homogénea.
- Mejor aprovechamiento del terreno y acceso más natural, teniendo las calles una distribución perpendicular al camino de acceso.

4.4. Distribución del terreno

La parcela, propiedad del promotor tiene una superficie total de 2,37 ha. De ella, como se puede observar en el Plano nº3, se han delimitado una serie de elementos perimetrales que restan área productiva, pero que son de obligado cumplimiento y necesarios para poder facilitar los trabajos futuros del cultivo:

- **Caminos.** Se ha respetado un camino perimetral a toda la finca y a la nave-almacén ya existente de 4 m.
- **Explanada de acceso.** En la entrada a la finca y junto al almacén se respeta una explanada mayor para maniobrabilidad de camiones y maquinaria.
- **Lindes húmedas.** En la linde con los dos arroyos se ha respetado 10 m para poder diseñar un camino que puede ser transitable y respetar una franja de vegetación.

En las siguientes imágenes (Figura VI.3 y VI.4) se refleja un croquis de la distribución sobre el terreno de la plantación. Sobre el área considerada como aprovechable (de color naranja en las figuras anteriores) que representa 1,8 ha, se ha trazado el marco de plantación de 4 x 2,5 m.



Figuras VI.3. y VI.4 Arriba: Croquis de la distribución de las líneas de plantas en ortofotografía. Abajo: Croquis de la distribución de las líneas de plantación sin ortofotografía. En naranja la zona aprovechable para la plantación.
Fuente: *Elaboración propia.*

4.5. Distribución de los cultivares

Según la densidad y marco de plantación elegidos, se traza una malla en la que se podrían colocar un total de 1833 árboles, a los que se restan aquellas posiciones que interfieren con enclavados dentro de la parcela, posiciones que se eliminan por ser coincidentes con árboles autóctonos presentes en la parcela (21 posiciones), con lo que en la parcela se plantarán un total de **1813 madroños**.

En la distribución de cultivares se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones:

- **Conservación de la diversidad filogenética natural.** Para no interferir en la diversidad genética de la especie en las poblaciones naturales se reserva entre un 15 y 20 % del total para la plantación de plantas procedentes de semilla de la zona.
- **Protección.** Las plantas procedentes de semilla por su mayor rusticidad y adaptación a las condiciones climáticas de la zona se van a disponer en el perímetro de forma a actuar de barrera contra los cultivares menos adaptados. Por otro lado, en consideración del encargado en el momento de la plantación, también se plantarán en aquellas zonas que se consideren con peores condiciones edafológicas.
- **Polinización.** Los cultivares se han de distribuir de forma que se facilite la polinización cruzada, por lo que resulta conveniente alternarlos.
- **Recolección.** No se puede olvidar que la plantación tiene un cierto carácter experimental al no haber ni suficiente información ni experiencia en el tratamiento agronómico del madroño, por lo tanto, es básico obtener datos de producción de cada cultivar instalado. Para ello cada cultivar estará identificado en campo y para facilitar la recolección y evitar confusiones, el planeamiento de los cultivares se debe disponer de una forma ordenada y secuenciada, distribuyéndose el AL2 en la parte más oeste y el AL1 en la zona este, quedando cada 10 calles una línea de plantas PS.

Con estas consideraciones, el número exacto de plantas a implantar por cada tipo de cultivar se distribuirá según queda reflejado en el Plano nº5 y en la tabla VI.2:

- Clon AL 1: 961 plantas
- Clon AL 2: 539 plantas
- Procedentes de semilla (PS): 308 plantas

Tabla VI.2: Diseño y distribución de cultivares en las calles de la plantación. (La calle nº1 corresponde con la situada en la parte este de la parcela).

Nº Calle	Posiciones del marco de plantación			Nº plantas por tipo de cultivar		
	Posiciones teóricas del marco de plantación	Posiciones coincidentes con árboles autóctonos	Plantas a instalar	Clon AL1	Clon AL2	Procedentes de semilla
1	6		6			6
2	13		13		9	4
3	18		18		15	3
4	21		21		19	2
5	21		21		19	2
6	21		21		19	2
7	21		21		19	2
8	21		21		19	2
9	21		21		19	2
10	22		22		20	2
11	20		20		18	2
12	20		20			20
13	20		20		18	2
14	20		20		19	1
15	21		21		19	2
16	21	2	19		17	2
17	20		20		18	2
18	20		20		18	2
19	20		20		18	2
20	20		20		18	2
21	19		19		17	2
22	22	2	20		17	3
23	23		23			23
24	23		23		21	2
25	22		22		21	1
26	22		22		20	2
27	21		21		19	2
28	20	2	18		17	1
29	21		21		19	2
30	20		20		18	2
31	20	1	19		17	2
32	20		20		18	2
33	20		20		18	2
34	20	1	19			19
35	20		20	18		2
36	20	2	18	16		2
37	21	2	19	17		2
38	21		21	19		2
39	26		26	23		3
40	26		26	25		1
41	26		26	25		1
42	26		26	24		2

Tabla VI.2 (cont.): Diseño y distribución de cultivares en las calles de la plantación. (La calle nº1 corresponde con la situada en la parte este de la parcela).

Nº Calle	Posiciones del marco de plantación			Nº plantas por tipo de cultivar		
	Posiciones teóricas del marco de plantación	Posiciones coincidentes con árboles autóctonos	Plantas a instalar	Clon AL1	Clon AL2	Procedentes de semilla
43	27		27	26		1
44	27		27	25		2
45	28		28	0		28
46	28	2	26	25		1
47	28	1	27	26		1
48	29		29	27		2
49	31		31	29		2
50	32		32	30		2
51	32		32	30		2
52	33		33	31		2
53	33		33	31		2
54	34		34	32		2
55	33		33	31		2
56	31		31			31
57	29		29	27		2
58	27		27	25		2
59	25		25	23		2
60	23		23	21		2
61	22		22	20		2
62	20		20	18		2
63	19		19	17		2
64	18		18	16		2
65	18		18	16		2
66	18		18	16		2
67	17		17			17
68	18		18	16		2
69	18		18	16		2
70	18		18	16		2
71	17		17	15		2
72	17		17	15		2
73	17		17	15		2
74	16		16	14		2
75	16		16	14		2
76	16		16	14		2
77	16		16	14		2
78	16		16			16
79	15		15	14		1
80	15		15	13		2
81	14	2	12	12		
82	14	2	12	12		
83	14	2	12	12		
84	13		13	12		1
85	11		11	9		2

Tabla VI.2 (cont.): Diseño y distribución de cultivares en las calles de la plantación. (La calle nº1 corresponde con la situada en la parte este de la parcela).

Nº Calle	Posiciones del marco de plantación			Nº plantas por tipo de cultivar		
	Posiciones teóricas del marco de plantación	Posiciones coincidentes con árboles autóctonos	Plantas a instalar	Clon AL1	Clon AL2	Procedentes de semilla
86	9		9	8		1
87	7		7	6		1
88	5		5	3		2
89	3		3	2		1
90	1		1			1
Sumatorio	1.834	21	1.813	961	543	309

5. Tratamiento de la vegetación preexistente

Se entiende por tratamiento previo de la vegetación o, de forma más general, por desbroce, la eliminación de la vegetación natural que cubre un terreno destinado a ser repoblado forestalmente y que constituye motivo de competencia hídrica, de iluminación solar y de espacio aéreo (iluminación solar) y/o radical (nutrientes) (García Salmerón, 1991).

5.1. Evaluación de alternativas

En fase de pre-instalación se debe eliminar la vegetación preexistente en función de las características de la vegetación: altura, densidad, tipo (herbácea o leñosa); y de las características del terreno: pendiente, riesgo de erosión...

A continuación, se describen distintos métodos de tratamiento de la vegetación preexistente recogidos por Pemán & Navarro (1998). Además, cada operación cuenta con una serie de condicionantes como se recogen en la Tabla VI.3:

- **Desbroce manual:** El proceso de roza manual es la destrucción de la parte aérea del matorral mediante su corta a ras de suelo con herramientas cortantes manejadas a brazo.
- **Quema de matorral en pie:** Es la destrucción provocada y controlada, mediante la combustión de la parte aérea del matorral, tal como éste se presenta, sin operaciones previas sobre el mismo.
- **Desbroce mecanizado por laboreo:** Son labores de tratamiento en la vegetación mediante el paso de un apero agrícola o forestal de tipo arado o grada de discos, que corta, alza y tritura total o parcialmente la vegetación.
- **Desbroce mecanizado con desbrozadoras:** Consiste en la roza y eliminación de la parte aérea del matorral mediante máquinas con piezas múltiples rotatorias que giran a gran velocidad y avanzan por el terreno

golpeando las matas leñosas, rompiendo sus tallos cerca del suelo e introduciendo sus partes aéreas en tambores metálicos donde por reiteración del golpeteo resultan triturados.

- **Desbroce mecanizado por cuchilla de angledozer:**
 - **Decapado:** Supone la eliminación del matorral mediante el paso de la pala frontal de un tractor oruga, cuyo borde inferior arranca y cuyo sesgo lateral (Angledozer) lleva a depositar el horizonte superficial del suelo, mezclado con las raíces y partes aéreas del matorral en cordones o caballones laterales.
 - **Roza al aire:** Variante en la que se usa también tractor oruga pesado, pero en la que la pala del bullozer no penetra en el suelo.
- **Desbroce con herbicidas:** Consiste en la eliminación del matorral mediante el empleo de productos fitotóxicos, que matan la parte aérea o la totalidad de las plantas.
- **Destoconados:** Operación consistente en la eliminación, mediante el empleo de maquinaria, del tocón, una vez el árbol ha sido apeado. Se destocona con retroexcavadora y se nivela posteriormente con bulldozer.

Tabla VI.3. Condicionantes de cada tipo de operación de tratamiento de vegetación preexistente. Fuente: Pemán & Navarro (1998).

Tipo de operación		DESBROCE MANUAL		QUEMA DE MATORRAL EN PIE	DESBROCE MECANIZADO POR LABOREO	DESBROCE MECANIZADO CON DESBROZADORAS	DESBROCE MECANIZADO POR CUCHILLA DE ANGLEDOZER		DESBROCE CON HERBICIDAS	DESTOCADO
		Herramientas básicas	Motodesbrozadora				Roza al aire	Decapado		
Condiciones de uso	Pendiente	< 60%	< 60%	Sin límite	< 20 %	< 20%; < 30%; 35 – 40%	< 20%; < 35%; 35-40%	< 20%; < 35%; 35 – 40 %	< 20%, < 60%	< 30%
	Suelo	Todo tipo	Poco pedregoso	Ácidos	Poco pedregoso	Se puede aplicar a suelos con alta pedregosidad	No demasiado pedregoso , evitando afloramientos rocosos	En suelos ácidos, y no demasiado pedregoso , evitando afloramientos rocosos	Todo Tipo	Se suele aplicar a suelos con no muy alta pedregosidad
	Matorral	Ligero	< 100 m	Uniforme combustible	Ligero	Uniforme	Uniforme	Medio	Medio	Raíces de pies apeados
	Tipo de repoblación	Densificación, enriquecimiento y repoblaciones especiales	Pequeñas superficies, combinado	Grandes superficies y producción	Terrenos agrícolas	Grandes superficies	Grandes superficies	Simultánea	Terrenos agrícolas y zonas puntuales	Productoras

Tabla VI.3 (continuación). Condicionantes de cada tipo de operación de tratamiento de vegetación preexistente. Fuente: Pemán & Navarro (1998).

Tipo de operación	DESBROCE MANUAL		QUEMA DE MATORRAL EN PIE	DESBROCE MECANIZADO O POR LABOREO	DESBROCE MECANIZADO CON DESBROZADORAS	DESBROCE MECANIZADO POR CUCHILLA DE ANGLEDOZER		DESBROCE CON HERBICIDAS	DESTOCADO
	Herramientas básicas	Motodesbrozadora				Roza al aire	Decapado		
Equipos	Herramientas de mano	Sierras circulares	Lanzallamas o quemadores	Gradas, ya sean de discos o de brazos, con tractor con más de 75 CV	Desbrozadoras de cadenas o de martillos	Tractor bulldozer > de 125 CV	Tractor bulldozer >de 125 CV	Tractor con equipo UBV	Destocado con retroexcavadora y nivelación con bulldozer
Rendimientos	7 – 10 jornales/ha	1 – 3 jornales/ha	0,5 – 2 jornales	0,5 – 3 h/ha dependiendo de la fisiografía y del apero	10 – 18 h/ha (Areal) y 2 –5 h/ha (Fajas)	3 – 5 h/ha	4 – 8 h/ha	2 – 4 jornales/ha	5 – 10 h/ha y 3 – 5 h/ha respectivamente
Recomendaciones	Desbroces selectivos, pendientes fuertes y creación de empleo	Preferiblemente en matorral poco rebrotador	Evitar en zonas pobladas o con alto riesgo de incendios	Gradas de monte en terrenos forestales	Preferiblemente utilizar tractor oruga	Evitar en zonas erosionables o muy expuestas	Evitar en zonas erosionables o muy expuestas	Terrenos de fácil acceso	Realizar la extracción total de la raíz

5.2. Justificación de la elección

La eliminación de la vegetación existente es una medida que se justifica para poder beneficiar el desarrollo de las plantas en las primeras fases.

Según la tabla VI.3, la parcela cumple con las condiciones para poder aplicar cada tratamiento, por lo que hay que valorar el tratamiento que mejor se adapte y tenga un menor coste. En este sentido, a pesar de poder ser más respetuoso, hacer un desbroce manual localizado en las líneas de plantación queda descartado, ya que implica un mayor coste y limitaría también la mecanización posterior de otras actuaciones previsibles como el subsolado.

La figura VI.5 es un esquema que se presenta de cara a ayudar a clarificar la toma de decisiones. En el presente caso se opta por un desbroce mecanizado con gradas de discos que permiten arrancar y triturar parcialmente la vegetación, dado que el suelo presenta baja pedregosidad y la vegetación preexistente se compone principalmente de herbáceas y vegetación leñosa de bajo porte. Por otro lado, esta operación en el tipo de terreno es la que tiene un mayor rendimiento y un menor coste.

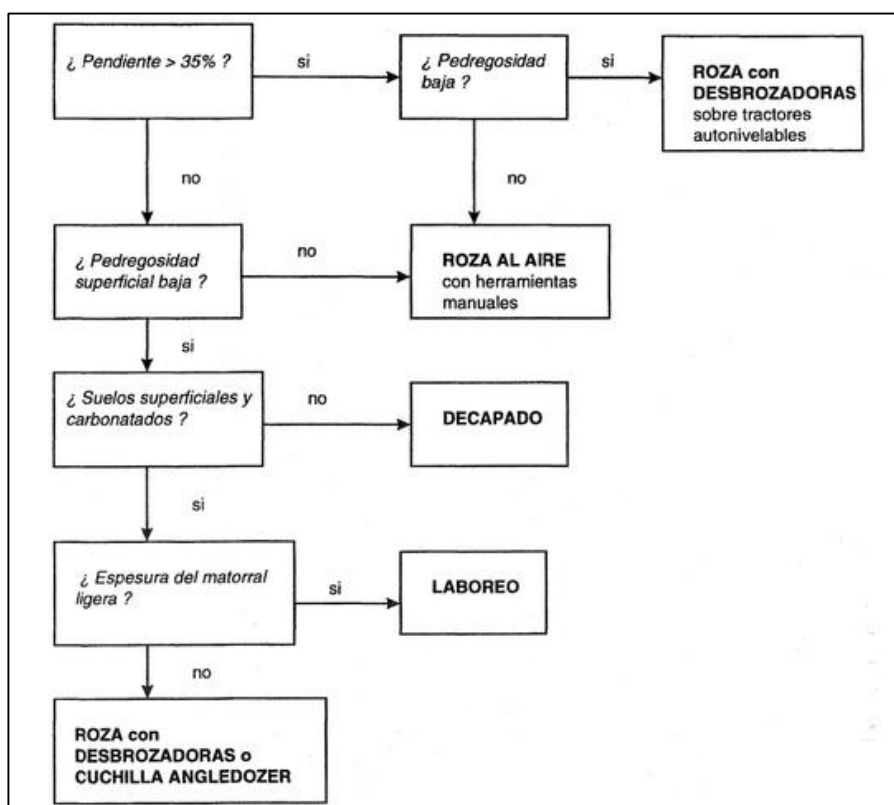


Figura VI.5. Cuadro de toma de decisiones en los diferentes tipos de desbroce. Fuente: Pemán & Navarro (1998).

6. Preparación del terreno

Antes de la plantación, será favorable crear condiciones para un buen desarrollo del sistema radicular de la plantación. Con las diferentes operaciones de preparación se pretende remover, mullir, igualar y alisar el suelo para airearlo, aumentar su capacidad de retención de agua, además de buscar romper posibles horizontes impermeables, incorporar en profundidad de enmiendas y abonos, facilitar la disgregación de la roca madre, eliminar piedras, terrones, raíces y, en general, cualquier obstáculo antes de concretar la plantación que pueda limitar el volumen de suelo que puede ser explorado por las raíces.

Siempre se deben identificar soluciones que permitan una preparación mínima en lo que concierne al área a afectar, intensidad de movilización y tipo de equipo con el objetivo de reducir los costes de instalación, minimizar el impacto ambiental (erosión, suelo, fauna) y estimular el crecimiento inicial, particularmente a nivel de las raíces (Gomes et al., 2005). La toma de decisiones debe basarse en las condiciones edafoclimáticas del suelo, en la evaluación de la relación coste/beneficio de las intervenciones y la evaluación de las restricciones ambientales.

6.1. Evaluación de alternativas

Normalmente la preparación incluye labores fundamentales cuyos efectos se completan con las que se llaman labores complementarias.

6.1.1. Labores profundas

Las labores fundamentales o profundas tienen por objeto favorecer el enraizamiento y el desarrollo de las raíces, siendo más imprescindibles en los casos de suelos con compactación o faltos de drenaje.

Deben practicarse en verano, aproximadamente dos meses antes de la plantación para que las tierras puedan recibir los beneficios de los agentes atmosféricos (dióxido de carbono, agua, materia orgánica, etc.), estas labores preparatorias de pre-plantación pueden no obstante demorarse hasta la entrada del otoño.

Se realizan, si la naturaleza del suelo lo permite, a una profundidad de 0.6 m y 1m dado que a esa profundidad se optimiza el desarrollo de raíces de la especie que se va a plantar. Las técnicas se clasifican en:

- **Preparación manual.** Consiste en la cava manual del terreno por hoyos. Esta operación se realiza con palas y azadones hasta alcanzar una profundidad de 60 a 80 cm.
- **Preparación mecánica.**
 - **Preparación integral.** Se realiza sobre la totalidad del terreno.

- **Preparación localizada.** Se realiza sobre una parte, y puede ser por franjas, surcos u hoyos. Suelen ser más utilizadas en plantaciones a baja densidad o cuando se pretende preservar algunas zonas sin intervención.

La preparación mecánica es el tipo más utilizado Tanto en la preparación integral como en la preparación localizada por franjas, las labores que se pueden realizar son:

- **Desfonde.** Consiste en un volteo en profundidad (60 a 90 cm) mediante el empleo de arados de vertedera. De esta manera se consigue extraer raíces secas, mejorar la penetración de las raíces de la plantación, así como la filtración de agua y la aireación y permeabilidad del suelo. En suelos que presentan un perfil uniforme, en textura y estructura, en profundidad es la técnica más recomendada.
- **Subsolado.** Se trata de fisurar el terreno en profundidad (50 a 100 cm) mediante el pase de una especie de reja. Con esta técnica se pretende reducir la compactación o la eliminación de algún horizonte impermeable en baja profundidad para facilitar el desarrollo radicular, permitiendo, asimismo, ampliar la acumulación de agua del suelo en épocas secas. No se debe trabajar con el suelo húmedo para no compactar y sí en suelos secos donde se conseguirá el efecto de aireamiento buscado. Se puede realizar en cualquier tipo de suelos, dado que con esta labor no se voltea el terreno.

6.1.2. Labores complementarias

Tras realizar labores profundas el terreno suelo queda aterronado, heterogéneo y duro en superficie, con lo que suelen ser necesarias realizar otra serie de labores complementarias en las que se pueden emplear los siguientes aperos:

- **Cultivador.** Se emplea para esponjar o ahuecar el suelo dejando mullida la capa superficial del terreno, destruir hierbas adventicias o incorporar enmiendas.
- **Grada.** Su uso principal es el de arañar y pulverizar la superficie del suelo, dejándola con mayor grado de pulverización que usando el cultivador.
- **Vertedera.** Mediante esta labor se voltea el terreno en superficie, por lo que sirve para enterrar enmiendas, quedando el suelo mullido, pero algo aterronado. Es imprescindible si previamente se ha llevado a cabo un subsolado.
- **Rotovator o fresadora.** Con esta labor en una sola pasada se airea el terreno, rompiendo la estructura del suelo, pulverizando y mezclando las capas superficiales de forma muy intensa. Un empleo continuado, a una misma profundidad, puede generar una capa apelmazada –“suela”-, con el consiguiente

riesgo de mineralización del suelo y dificultando la acción de lombrices, microorganismos y raíces.

- **Rodillo compactador.** Esta labor está destinada a romper terrones, uniformar la superficie y a compactar la parte superior del terreno.

6.2. Justificación de la elección

En la parcela se opta por una preparación mecánica integral. Se descarta la movilización localizada, más aconsejable en zonas de elevada pendiente para proteger de la erosión o en zonas en las que sea necesario proteger ciertos valores medioambientales, que no es el caso.

En cuanto a las labores profundas, el desfonde no es aconsejable en el tipo de suelo de la parcela, ya que posiblemente transportará material arcilloso duro y compacto de las capas más profundas. Por lo tanto, en estas condiciones el más favorable es el subsolado ya que rompe posibles capas impermeables, favoreciendo el desarrollo de las raíces en profundidad. Así, se harán dos pases cruzados con el subsolador, siempre con el terreno seco, y con trayectoria perpendicular, según el marco de plantación, haciendo el segundo en el sentido de las líneas de plantación. Dado que la pedregosidad del suelo aumenta a partir del 1,1 m, la profundidad del paso del riper será de 70 cm, con la seguridad de no transportar piedras a la superficie.

Como labores complementarias a la plantación se realizará una labor con vertedera, que permitirá incorporar enmiendas y enterrar la vegetación preexistente, así como poner a disposición la primera capa de desarrollo de las raíces, y, posteriormente, un pase superficial con cultivador, para desmenuzar los terrones, sin llegar a un grado de pulverización demasiado alto, que puede resultar perjudicial son la estructura y permeabilidad del suelo.

Estas segundas operaciones de preparación del suelo complementarias a las profundas no deben ser ejecutadas ni cuando el suelo está muy seco, ni con mucha humedad. En el último caso, sólo contribuyen a la compactación del suelo y al mal desarrollo de las raíces. En zonas con menos disponibilidad de agua, como las de la zona, es conveniente que la movilización del suelo se ejecute lo más cerca posible del momento de la plantación.

7. Plantación

7.1. Evaluación de alternativas

Tal y como refleja Serrada (2004), para la plantación se puede optar por diferentes opciones. Así, en la apertura de hoyos tenemos las siguientes opciones:

- **Ahoyado manual.** Apertura manual de hoyos, normalmente con dimensiones alrededor del 40x40x40 cm, mediante azadas, picos y palas.

- **Rasps.** También se llaman casillas y son preparaciones del suelo que consisten en una cava superficial en forma cuadrada o rectangular de 40x40 cm sin extraer la tierra removida. Se realiza con herramientas como la azada, pico o zapapico.
- **Empleo de barrón o plantamón.** Se realizan hoyos de poca profundidad y anchura mediante la percusión de herramientas como el barrón o plantamón, que una vez clavadas, se le imprime movimiento de giro al barrón y de vaivén al plantamón, abriéndose así una cavidad suficiente para alojar el sistema radical de una planta.
- **Ahoyado con barrena.** Consiste en la apertura de hoyos cilíndricos de unos 30 cm de diámetro mediante barrenas accionadas por un motor.
- **Ahoyados mecanizados.** Pueden realizarse mediante el empleo de retroexcavadora o retroaraña.

También se puede optar por la plantación mediante apertura de surcos o zanjas con vertedera o arado asurcador u optar por la utilización de equipos plantadores modernos que llevan a cabo conjuntamente la apertura de los surcos, la instalación de las plantas y el cierre de surcos.

7.2. Justificación de la elección

Con respecto al uso de un equipo plantador se descarta por las pequeñas dimensiones de la parcela y la falta de disponibilidad de un equipo adaptado a las necesidades concretas. También se descarta cualquier actuación con maquinaria, considerando las pequeñas dimensiones de la parcela y las favorables condiciones topográficas de la misma.

Por otro lado, el hecho de haber realizado un pase cruzado de riper siguiendo el marco de plantación ya ha dejado prácticamente preparado el lugar de plantación. En consecuencia, la plantación se efectuará manualmente mediante el empleo de palas rectas o azadones, retirando la tierra necesaria para hacer un hoyo adecuado al volumen del cepellón de la planta.

8. Técnicas de cultivo

8.1. Sistema de formación y poda

En el medio natural, el madroño crece libremente, en la mayoría de las situaciones, en forma de arbusto que normalmente no sobrepasa los 5 m de altura, sin ninguna intervención que le incida en la renovación de ramas. Sólo en algunos lugares, donde es frecuente la recolección de fruta, a veces, las intervenciones a las que está sujeto van en el sentido de reducirle únicamente la altura con el objetivo de facilitar la cosecha. Sin embargo, las ramas del interior del arbusto no son eliminadas, surgiendo en el

interior del mismo ramas secas o debilitadas por falta de luminosidad. Por esta razón la producción ocurre únicamente en la parte exterior del arbusto, siendo uno de las consecuencias de las menores producciones de plantas en estado silvestre.

En la presente plantación de madroño, de forma piloto, se busca tratar de mirar al arbusto como un frutal, persiguiendo maximizar la productividad y reducir los costes de producción, con lo que la poda se convierte en una práctica cultural de enorme importancia para conseguirlo. Para ello, buscará potenciar los siguientes objetivos.:

- Mantener el equilibrio entre el crecimiento vegetativo y la productividad de la planta.
- Regularizar las producciones, evitando la vecería, años con baja producción o años con alta producción que pudieran dar frutos de bajo calibre.
- Mejorar la calidad de los frutos.
- Reducir el período improductivo.
- Promover la entrada de luz y la ventilación en el interior de la copa para evitar problemas sanitarios.
- Obtener árboles bien formados y más manejables.
- Facilitar las operaciones culturales.
- Establecer y mantener el equilibrio entre la parte aérea y el sistema radicular.

Por otro lado, para las futuras decisiones de la poda habrá que tener en cuenta una serie de características y hábitos de la planta:

- Las raíces pueden emitir brotes, con gran facilidad, especialmente cuando se hacen cortes muy intensos en la parte aérea o cuando está sujeta a condiciones de estrés (poda intensa, fuego, etc.).
- En la madera vieja se forman yemas adventicias o durmientes que evolucionan dando origen a chupones como respuesta a grandes cortes.
- No tiene dominancia apical muy marcada y los brotes de la base no dominan relativamente a los de la zona apical.
- Frutifica en ramas del año, no verificándose en las ramas más viejas inducción y diferenciación floral, floración y fructificación.

8.1.1. Evaluación de alternativas

Antes de la poda es preciso decidir la forma que va a tener el árbol, pues condicionará el resto de actuaciones. Para Sequeira (2015) se puede optar por dos sistemas de formación: en forma de arbusto o de vaso bajo.

Formación en vaso bajo

Este tipo de poda de formación se inicia también cuando las plantas alcanzan los 70 cm (Figura VI.6), realizando el corte a 50 a 60 cm del suelo, a partir de donde se formarán las ramas laterales. Una vez que éstas alcanzan alrededor de 15 a 20 cm de longitud, se deben seleccionar alrededor de 4 a 5 ramas distribuidas a lo largo del tronco, de modo que se obtenga la forma de un vaso, debiendo eliminarse las demás ramas y brotes procedentes del tronco y cepa.

Durante los primeros años, la poda debe realizarse en verde (mayo), lo que permite anticipar la formación de la estructura de los árboles, mientras que en años posteriores se realizará en febrero. Como criterio principal, siempre se respetará la jerarquía de las ramas: las ramas más viejas deben tener mayor diámetro y longitud que las más jóvenes, debiéndose eliminar las ramas muy vigorosas (gruesas y largas) con corte inclinado junto al punto de inserción. De esta forma, debido a las yemas durmientes, surgirán nuevas ramas equilibradas y productivas que ocuparán el espacio de aquellas que fueron eliminadas. También se eliminarán los brotes que nazcan en los primeros 50 cm de cada rama principal y los brotes que provengan del xilopódio con un corte lo más raso posible, para evitar que vuelvan a brotar.

Cuando las ramas principales alcancen la altura deseada (2,20 a 2,50 m), se despuntarán por encima de una yema o rama lateral orientada hacia fuera de la copa.

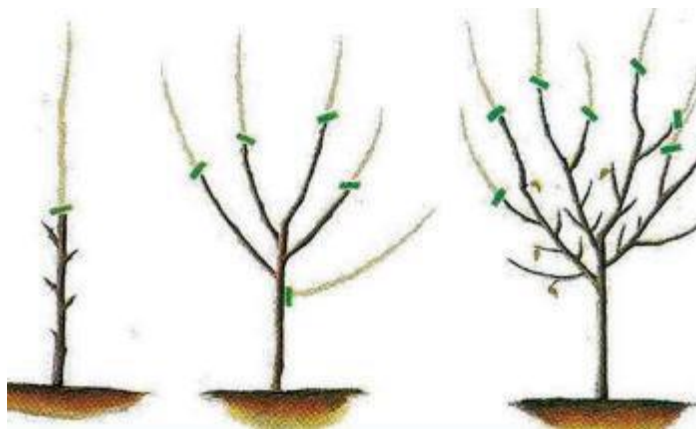


Figura VI.6. Sistema de formación en forma de vaso bajo. Fuente: Santos (2015)

Formación en arbusto.

La poda en arbusto se debe iniciar cuando la planta alcanza cerca de 70 cm de altura, con un corte a unos 5 cm del suelo, debiendo quedar la primera yema debajo del corte, orientada hacia los vientos dominantes.

De los laterales que nazcan de este despunte, cuando estos alcancen los 15 – 20 cm de longitud se seleccionarán de 4 a 5 ramas bien distribuidas en la circunferencia del árbol, con una inclinación natural de aproximadamente 45°. Después del crecimiento de las ramas laterales, cuando éstos alcancen cerca de 15 a 20 cm de longitud, se procederá a la selección de 4 a 5 ramas bien distribuidas, con una inclinación natural de aproximadamente 45°, eliminando las ramas procedentes del tronco y los brotes procedentes de cepa. En caso de que sea necesario, se procederá a la conducción de las ramas, de modo que obtenga la inclinación deseada.

Las ramas principales deben crecer libremente, sin ningún despunte hasta que alcancen alrededor de 2,20 a 2,5 m (Figura VI.7), siguiendo los mismos pasos que el sistema de vaso bajo.



Figura VI.7. Forma de poda en arbusto. Fuente: (Sequeira, 2015).

8.1.2. Justificación de la elección

Se debe tener en cuenta que la formación de flores y frutos ocurre en las ramas que se forman a lo largo del ciclo vegetativo, es importante provocar el crecimiento de ramos nuevos todos los años, con el objetivo de evitar vecerías y de mantener la producción. Por otro lado, sabiendo que la maduración de los madroños es muy escalonada y que la recolección de los frutos se debe hacer directamente del árbol (para no entrar en contacto con el suelo); el mantener las copas de los árboles bajas, que no dependa del uso de una escalera, agilizará la cosecha, obteniéndose mejores rendimientos, lo cual supone un criterio fundamental para la viabilidad de la plantación.

Así, se va a optar por realizar una poda de formación en forma de arbusto que permitirá reducir la altura de recolección, aumentar el radio del árbol y conseguir mejor ventilación e iluminación, al mismo tiempo que el hecho de tener la apertura del vaso muy cerca del

suelo permite poder subirse al interior del árbol fácilmente en el caso de ser necesario para podas o recolección, sin ser necesarias escaleras.

De forma general, las podas en la plantación se realizarán al final del invierno e inicio de la primavera, en algunos casos realizándose en verde, y siempre debiendo evitarse realizar la operación de corte durante el periodo de reposo vegetativo del madroño.

Las fases en la que se dividirán la poda serán las siguientes:

- **Poda de formación** (Imagen VI.1). Los objetivos de esta poda son: conducir la planta en una determinada forma – en este caso en arbusto, tal y como se ha descrito en el apartado anterior-, permitir una rápida entrada en producción y facilitar todas las otras prácticas culturales. Este tipo de poda se realiza después de la plantación y en la fase de reposo vegetativo durante los primeros años del cultivo.



Imagen VI.1. Detalle de la poda de formación. Fuente: *Gomes et al (2017)*

- **Poda de limpieza.** Esta poda tiene como principal objetivo garantizar la sanidad del madroño eliminándose las ramas muertas, secas, partidas, enfermas y entrelazadas que enmarañen la copa. Los despuntes de las ramas se deben evitar dado que conducen al espesamiento de la copa, y cuando se pretende bajar la densidad se deben despuntar por debajo de un lateral. Esta poda se realizará principalmente en verde, en mayo.
- **Poda de fructificación.** Esta poda pretende garantizar una continuidad de la fructificación de las plantas, ya que la formación de flores y frutos ocurre en el

crecimiento de las ramas del año, contrariándose de esta forma la vecería característica de esta especie. Para ello, se debe provocar el crecimiento de ramas nuevas cada año, para lo que también se eliminarán aquellas ramas más vigorosas. Esta poda se realizará al final del invierno o inicio de la primavera.

- **Poda de rejuvenecimiento o renovación.** Esta poda puede también realizarse cada 3 a 4 años, con el objetivo de disminuir la altura del arbusto, facilitando así las operaciones culturales, en particular la cosecha. Después de 15 años podrá ser conveniente la realización de una poda rasa para la regeneración de las plantas y promover el potencial productivo de la plantación.

8.2. Riego

El madroño es un árbol muy resistente a las condiciones de sequía, como ya fue estudiado en el "Anexo II: Estudio climático. Su presencia natural en la zona circundante a la plantación atestigua su adaptación a las condiciones climáticas y, por tanto, también al déficit hídrico característico del clima. Además, en teoría, zonas con más de 600 mm de precipitación al año no requerirían precipitación (Sequeira, 2015), sin embargo, teniendo en cuenta los cálculos realizados de evapotranspiración en el Anexo II, de mayo a septiembre, ambos meses inclusive, se debe valorar el aporte de riego necesarios para suplir el intervalo de sequía y mantener la plantación correctamente hidratada, lo que en años en los que la primavera sea anormalmente seca podrá ser necesario aumentar este periodo de riegos de marzo a mayo.

En el presente proyecto se decide la instalación de un sistema de riego, debido a las siguientes consideraciones y ventajas que supone:

- Según Seita et al. (2017) se debe considerar la instalación de un sistema de riego en regiones donde la precipitación total anual sea inferior a 600 mm, valor que en la zona se supera (718 mm). Sin embargo, el presente proyecto tiene un cariz experimental y el déficit hídrico estival puede suponer problemas a la plantación, especialmente durante los primeros años de formación de las plantas jóvenes, que podrían corregirse debidamente con la instalación de un sistema de riego.
- En el presente contexto actual y futuro de cambio climático hay que contar con periodos más extremos e imprevisibles de sequía, a los que con la instalación de riego se previene. De hecho, según Alves et al. (2012) un déficit hídrico severo puede afectar a la productividad de los madroños a través de la reducción del área fotosintéticamente activa, como resultado de la pérdida de área foliar por inhibición de la producción de nuevas hojas, disminución de la expansión celular, y senescencia precoz de las hojas y raíces finas; por movilización y eventual agotamiento de las reservas nutritivas y por decrecimiento en la tasa de asimilación fotosintética debido al cierre de los estomas.

- Las lluvias no son uniformes durante todo el año y dado que el objetivo del proyecto es conseguir una producción comercial de fruta de calidad, de cara a obtener los mejores rendimientos y producciones, así como aumentar la capacidad de conservación, lo ideal es tratar de suplir la fase de estrés hídrico de la planta, teniendo en cuenta que entre marzo y octubre tiene lugar el engrosamiento celular de los frutos y la planta presenta tasas fotosintéticas más elevadas por lo que va a presentar mayores necesidades hídricas.
- Aunque el madroño es un cultivo muy resistente a las condiciones de sequía, la adopción de un sistema de riego tiene las siguientes ventajas: la mayor capacidad de enraizamiento en la fase de crecimiento de las plantas y la capacidad productiva de las plantas, la obtención de frutos de mayor calibre y calidad y el aumento en el porcentaje de pulpa, lo que favorece el poder de conservación de la fruta.
- El hecho de que la parcela cuente en la actualidad con un sondeo, en la que el agua analizada en el Anexo III es de buena calidad, y una nave en la que se puede asentar el cabezal de riego, optimiza los recursos ya existentes y reduce la inversión inicial que supondría dotar a la plantación de riego.

Para llevar a cabo una elección acertada del sistema de riego más conveniente en la plantación de madroño, se exponen a continuación las características de los principales tipos de riego y, finalmente, el diseño elegido.

8.2.1. Evaluación de alternativas

En cuanto a las opciones de riego superficial se pueden distinguir entre las siguientes:

- **Riego por gravedad.** En este tipo de riego el agua por gravedad, dejándola fluir por la superficie del suelo, para ello, el agua se vierte desde un punto con una cota más elevada, lo que elimina la necesidad de impulsarlo mediante algún sistema de bombeo. Este tipo de riego presenta eficiencias de aplicación bajas y elevadas pérdidas de agua por evaporación, gasta grandes volúmenes de aguas, genera problemas de erosión, además de ser de difícil automatización. Estos tipos de riego tienen bajo coste de mantenimiento y son más recomendables para áreas niveladas y con buena disponibilidad de agua. Se clasifican en:
 - **Riego por surcos.** El agua circula por canales y estructuras previamente diseñadas sin que el agua llegue a desbordarse y toque la superficie foliar de las plantas.
 - **Riego por inundación.** Se aplica a suelos con baja permeabilidad y en cultivos que soportan el encharcamiento temporal del sistema radicular. La superficie a regar se divide en fajas o tablas de riego y el agua se

vierte al inicio de la faja de riego y se deja fluir hasta que el agua inunda toda la tabla.

- **Riego a presión.** El agua se impulsa a presión y se conduce a través de tuberías, distribuyéndose posteriormente mediante distintos emisores.
 - **Riego por aspersión.** En el riego por aspersión el agua se transporta mediante conducción forzada a través de una red de tuberías hasta los aspersores, donde es expulsada en forma de chorro pulverizado en gotas y cae sobre el cultivo, mojando la totalidad de la superficie. Puesto que el agua debe ser conducida con una determinada presión, en el riego por aspersión se hace necesario un grupo de bombeo que la impulse.

Las principales ventajas de este sistema son las siguientes:

- Permite su empleo en suelos poco uniformes o demasiado porosos y en casi todos los cultivos.
- Se puede utilizar en terrenos de topografía irregular, sin necesidad de nivelación previa.
- Presenta una buena uniformidad en el reparto del agua y un gasto de agua moderado.
- Presenta una buena capacidad de automatización y es un sistema sencillo
- Se puede emplear como sistema de defensa antiheladas.

Como desventajas se pueden señalar las siguientes:

- El consumo de energía necesario para su funcionamiento y el de instalación son altos.
 - Propicia la aparición de enfermedades fúngicas debido a que se moja la parte aérea de las plantas, o por el mismo hecho fitotoxicidades por la presencia de sales en el agua.
 - Permite su empleo en suelos poco uniformes o demasiado porosos.
- **Riego localizado.** En el riego localizado el agua también es conducida a presión a través de unas tuberías hasta los emisores, sin embargo, a diferencia del riego por aspersión, se caracteriza por un aporte frecuente de agua a un volumen de suelo reducido, lo más cercano posible al lugar en el que se encuentran las raíces de los árboles. Este sistema permite dar menores dosis de riego, más localizadas, pero exige una mayor frecuencia de riego, con lo que exige la automatización del sistema.

Dentro del riego localizado se diferencian dos sistemas aplicables a las plantaciones de frutales:

- **Riego por goteo.** El agua es distribuida a través de goteros que gota a gota crean un área mojada en la zona de las raíces de las plantas.
- **Microaspersión.** El agua se distribuye a través de microaspersores o difusores, siendo el radio mojado menor a 6 m.

Las principales ventajas del riego localizado son las siguientes:

- Presenta una elevada eficiencia en el uso del agua y un importante ahorro al focalizar el riego al desarrollo de la plantación.
- Puede ser utilizado en terrenos con topografía irregular.
- Permite una distribución compatible con las tareas propias de la plantación.
- Permite su uso en fertirrigación.
- En comparación con la aspersión, presenta un gasto energético menor y se reduce el riesgo de aparición de enfermedades fúngicas.

En cuanto a los inconvenientes se destacan los siguientes:

- Exige un mayor mantenimiento, dado que las boquillas de emisores son de pequeño tamaño y se obturan con facilidad.
- Obliga a una inversión inicial elevada, ya que se necesitan emisores, tuberías, bombas, un sistema de control que esté automatizado,
- La concentración de la mayor parte de las raíces en la zona mojada hace que se desaprovechen los nutrientes presentes en el resto del suelo. También puede ocasionar la aparición de carencias de oligoelementos en los árboles.

8.2.2. Justificación de la elección

De los sistemas de riego analizados, el riego a manta o por surcos podría causar encharcamientos y problemas por asfixia radicular, además de dificultar el resto de trabajos y diseños agronómicos de la plantación.

Lo más conveniente es optar por un sistema localizado, siendo el más recomendado el sistema de goteo, debido al suministro de agua que se produce directamente en la superficie del suelo que rodea las plantas, sin que se aplique agua en la línea. Las principales ventajas del sistema son una mayor eficiencia en el uso del agua, reduciendo las pérdidas por evapotranspiración, reduciendo la aparición de problemas fitosanitarios en hojas y frutos que pudiera originar un riego por aspersión y posibilitando la fertirrigación del cultivo.

Con este sistema de riego, durante la fase de formación del madroño, se conseguirá un riego adecuado que permitirá promover un buen desarrollo vegetativo de las plantas y una entrada más rápida de las plantas en la producción. Los madroños, a partir de

marzo, cuando se produce la fase de expansión de la fruta, son muy sensibles a la falta de agua, y en esta fase, se debe prestar especial atención a las necesidades de agua del cultivo. Por otro lado, si el destino final de los frutos fuese la destilación, que no es el caso, durante la fase de maduración, que se produce entre octubre y noviembre, se debería suspender el riego o reducir las provisiones diarias.

Por último, como ya se ha señalado en el estudio del agua en el Anexo III, el agua proveniente del sondeo que existe en la parcela presenta un contenido en sales muy bajo, por lo que su uso puede conllevar un cierto riesgo por posibilidad de aparición de problemas de infiltración, con lo que el hecho de optar por un riego localizado permite, en su caso, ajustar las dosis de riego a la velocidad de infiltración eliminando el posible problema.

8.3. Mantenimiento del suelo

El sistema de mantenimiento del suelo incluye las diferentes técnicas, decisiones y actividades que se aplican en la plantación con el objetivo, según Urbina (2018), de perseguir los siguientes objetivos:

- Controlar la competencia por el agua y elementos nutritivos de las hierbas espontáneas.
- Mantener unas condiciones físicas del suelo óptimas para el desarrollo del sistema radical, conservando y mejorando la estructura y porosidad del suelo y reduciendo la compactación.
- Mantener y elevar la fertilidad del suelo, elevando el contenido de materia orgánica.
- Evitar la erosión.
- Facilitar la realización de actividades en el cultivo.
- Mantener la biodiversidad, conjugando la manutención de cubierta vegetal de forma que pueda albergar fauna auxiliar, y la actividad biológica del suelo.

8.3.1. Evaluación de alternativas

Para tratar de conseguir los objetivos de mantenimiento del suelo se puede optar entre diferentes técnicas de mantenimiento del suelo, según se pretenda tener el suelo desnudo (sin cubierta vegetal), con cubierta vegetal o con un tratamiento mixto. Las técnicas y/o acciones para conseguir cada uno de ellos se describen a continuación.

Suelo desnudo sin cubierta vegetal:

- **Técnicas de laboreo.** Mediante la realización de labores poco profundas con diferentes aperos, como cultivador, grada de discos, rotovator, etc. En alguna ocasión se complementa con la cava manual de los troncos o de la línea de plantación. Tienen un coste alto, puede generar costra superficial y con el tiempo

van degradando la estructura del suelo, además de poder dañar las raíces superficiales de la plantación.

- **Aplicación de herbicidas.** Consiste en eliminar las hierbas espontáneas mediante la aplicación de herbicidas a toda la superficie del suelo. Es una técnica a descartar por las implicaciones medioambientales que representa y la tendencia general a la restricción de su uso.

Suelo con cubierta vegetal viva. Esta técnica consiste en mantener el suelo con yerba permanente, que se siega frecuentemente y se deja en el sitio para aportar materia orgánica a la plantación. Con ventajas mejora la estructura del suelo, disminuye la erosión y la compactación, a pesar de poder suponer competencia hídrica y nutricional sobre la plantación. Puede mantenerse mediante:

- **Cubierta vegetal espontánea.** Mediante la vegetación que nace, como su nombre lo indica, de forma espontánea.
- **Cubierta vegetal sembrada.** En este caso la cubierta se obtiene mediante la siembra de gramíneas o leguminosas.

Suelo con cubierta inerte, acolchado o mulching. El suelo se mantiene cubierto con un material inerte, como restos vegetales (paja, corteza de pino) o mediante otros restos vegetales, lámina de plástico, mallas antihierba.

Suelo con sistema mixto. Comprende combinaciones de los sistemas anteriores, empleados de forma simultánea o alternante. Estos podrían ser: usar acolchado en la calle y laboreo o cubierta vegetal en la calle, laboreo temporal una parte del año y el resto cubierta vegetal espontánea o herbicidas, herbicidas en la línea y cubierta vegetal en la calle, etc.

8.3.2. Justificación de la elección

En la presente plantación se opta por descartar las técnicas que mantienen el suelo sin cubierta vegetal. El uso de herbicidas tiene implicaciones medioambientales y de fitotoxicidad que hacen descartar su uso, además de no estar autorizado en agricultura ecológica. Por otro lado, los laboreos se han considerado de forma necesaria en la fase previa a la instalación de la plantación, para poder mejorar y facilitar el desarrollo inicial del sistema radicular del madroño, pero se descarta su uso de forma sucesiva y generalizada, a no ser necesario para otros objetivos concretos, como las aplicaciones de enmiendas o fertilizaciones, puesto que se considera que intervenciones continuadas pueden dañar el sistema radicular –facilitando la transmisión de enfermedades–, destruir micorrizas, aumentar la erosión y empeorar las propiedades del suelo. El uso de cubierta inerte se descarta por el coste que implementaría a la plantación.

En este sentido, se opta por mantener el suelo con cubierta vegetal espontánea sólo usando una técnica de mantenimiento mixta con laboreos puntuales en determinadas

ocasiones. Se considera, por tanto, que el corte mecánico de las hierbas en la entrelínea de los árboles, por medio de rozamiento, el método más eficaz para evitar la competición y la erosión del suelo y maximizar la infiltración de agua y beneficiar la biodiversidad, sin embargo, debe mantenerse de forma que la competición por el agua y los nutrientes entre las hierbas espontaneas y los madroños sea mínima.

8.4. Mulching

El efecto de mulching se consigue con el mantenimiento sobre el suelo de la vegetación espontanea segada, teniendo las siguientes ventajas:

- Evita la erosión.
- Mejora la estabilidad estructural del suelo por la incorporación del humus generado por la reposición de materia orgánica.
- Devuelve nutrientes al suelo, como la elevada reposición de nitrógeno que tiene lugar en el caso de estar presentes leguminosas.
- Reduce la compactación, al amortiguar el efecto producido por el paso de la maquinaria.
- Favorece el apareamiento de micorrizas.
- Mejora la transitabilidad.
- Preserva la biodiversidad del agrosistema.

8.5. Protección antivientos

El viento y sus efectos negativos en el madroño ya fueron estudiados en “Anexo II: Estudio climático”, no considerándose un factor limitante. Sin embargo, en este apartado se debe considerar el papel beneficioso que tendrá también la conservación de los fresnos localizados en el perímetro y la vegetación ripícola localizada en las lindes con los arroyos.

8.6. Fertilización

La fertilización es uno de los factores que mayor influencia ejerce en la productividad y la calidad de los productos vegetales. La fertilización de cultivos leñosos no es fácil, incluso en las especies que mejor se conocen, pero en cualquier situación tiene que responder a necesidades cuantitativas y cualitativas de la producción, respetar los ciclos de la producción y del medio ambiente y no complicar las prácticas culturales. En las especies arbóreas y arbustivas la dificultad en conocer con exactitud el volumen ocupado por el sistema radicular y las interacciones que se establecen entre los diferentes nutrientes en el suelo y en la planta constituyen algunas limitaciones al establecimiento de planes de fertilización (Franco et al., 2015).

8.6.1. Evaluación de alternativas

Las opciones de fertilizantes que se encuentran en el mercado actualmente son numerosas y se pueden clasificar según su origen, la forma de aplicación y/o su presentación física.

Los fertilizantes según su origen se clasifican en:

- **Fertilizantes orgánicos.** Son los formados naturalmente bien por vía animal o vegetal, como por ejemplo el estiércol, el compost, el yeso agrícola, humus de lombriz, cenizas, turba, guano o los residuos de otras cosechas. Son abonos de acción lenta, ya que se va descomponiendo poco a poco, mejorando el suelo, y favoreciendo la aireación, la retención de agua y nutrientes. Su principal desventaja radica en que al ser de lenta liberación los nutrientes no pueden ser utilizados por los cultivos con rapidez, dado que estos no se encuentran disponibles de forma inmediata. Este tipo de abonos forman parte de las técnicas de agricultura ecológica.
- **Fertilizantes inorgánicos.** Son abonos obtenidos mediante la extracción mineral o procesos industriales químicos o físicos. Este tipo de fertilizantes son muy usados, hay mucha más oferta y muy específica según necesidades, presentan concentraciones de cada elemento mucho más elevadas y su liberación es mucha más rápida. Hay algunos fertilizantes minerales obtenidos por diversos tratamientos físicos (trituración, mezcla, clasificado, etc.) de rocas que son aptos para agricultura ecológica.
- **Organo-minerales.** Son una combinación de materiales orgánicos y minerales, conteniendo materia orgánica y nutrientes minerales en el mismo producto. Durante su fabricación se adicionan a los componentes orgánicos, abonos minerales, de tal manera que cuando se aportan al suelo, incorporan materia orgánica y nutrientes de origen mineral. Son un camino intermedio entre los fertilizantes orgánicos y los fertilizantes minerales. Dependiendo de las materias primas que se usen, pueden emplearse para agricultura ecológica o no. La principal ventaja de estos fertilizantes es que con una sola aplicación se incorpora materia orgánica y nutrientes por lo que se favorece la asimilación de éstos. Pueden fabricarse en forma de granulado o pellet, pero también es posible disponer de formulaciones líquidas que permiten su aplicación mediante el sistema de riego.
- **Biofertilizantes.** Son aquellos compuestos que contienen microorganismos vivos (bacterias y hongos). Su aplicación hace que estos microorganismos se desarrollen en simbiosis con la planta o en la raíz, ayudándola en sus procesos naturales y consiguiendo que el terreno incremente los nutrientes primarios. Estos microorganismos se encuentran de forma natural en todos los terrenos que no hayan sido tratados de forma excesiva con fertilizantes y consiguen fijar el nitrógeno atmosférico, la solubilización del fósforo, la antibiosis estimulando el

desarrollo vegetal y protegiendo a la planta de microorganismos patógenos del suelo. Los biofertilizantes son muy respetuosas con el medio ambiente y permiten reducir costes de producción.

Según su presentación física:

- **Sólidos.** Se pueden presentar en forma de granulado, macro-granulado, polvo, pastillas o pellets.
- **Líquidos.** Se usan principalmente para fertirrigación o para aplicación foliar.

Según la fase de aplicación podemos diferenciar entre:

- **Abonado de fondo.** Se aplica en el momento de preparación del terreno y antes de ejecutar la plantación. Se debe decidir en función del resultado del análisis edafológico, teniendo los objetivos de realizar correcciones para, en caso de necesidad, hacer apto el suelo a los requerimientos de la plantación, pudiéndose aplicar:
 - Enmiendas minerales para aumentar o disminuir el pH.
 - Enmiendas orgánicas para aumentar el contenido en materia orgánica.
 - Abonos para aumentar el contenido en el suelo de los nutrientes necesarios para la instalación de la plantación, principalmente, fosforo, potasio, magnesio y boro.
- **Abonado de mantenimiento.** Este abonado busca anualmente o en cada fase fenológica de la planta aportar los nutrientes que se pierden por erosión y lixiviación o son extraídos, en el caso de la plantación, por el fruto y las podas. Dentro de este abonado, según la forma de aplicación se distinguen:
 - **Abonado en suelo.** Los fertilizantes (abonos granulados, en pastillas o en pellets) se esparcen de forma homogénea sobre la totalidad del terreno o se aplican de forma localizada. Hay diferentes técnicas de aplicación: por voleo, en bandas o hileras, en cobertera, entre líneas, al pie de la planta, etc.
 - **Fertirrigación.** Los abonos se incorporan a través del agua de riego. Sólo es compatible con sistemas de riego localizado o por aspersión. Su instalación es cara, pero permite tecnificar la fertilización para un mejor aprovechamiento de los nutrientes, aplicando al cultivo conforme a sus necesidades en cada fase de desarrollo.
 - **Fertilización foliar.** Esta forma de fertilización se ha desarrollado mucho en los últimos años, permite bioestimular o corregir deficiencias

nutricionales de forma inmediata, dada la aplicación de productos que son rápidamente absorbidos por las hojas. El método de aplicación es mediante pulverización foliar. Permiten sumar sus efectos en las mezclas de caldas preparadas para el control de plagas y enfermedades realizado por vía foliar.

8.6.2. Justificación de la elección

Durante el ciclo cultural, la fertilización pretende restablecer las pérdidas por erosión y por lixiviación que ocurren a lo largo del año, y los nutrientes extraídos por los frutos y el crecimiento de los árboles.

Para el presente caso, dado los resultados de la analítica de suelo estudiada en el "Anexo III" será necesario realizar un abonado de fondo en el momento de preparación, con la aplicación de un fertilizante órgano-mineral, en el que corregir especialmente la deficiencia de fósforo.

Para el abonado de mantenimiento se combinará la aplicación de estiércol y fertilizantes organominerales sólidos solubles y líquidos para poder compensar las necesidades de nutrientes de la plantación y conservar la materia orgánica. aplicará fertilizante en las líneas de cultivo y a los pies de la planta para restituir los nutrientes de la plantación. Se optará por un fertilizante órgano-mineral compuesto con los principales nutrientes y materia orgánica, consiguiendo aplicar nutrientes y materia orgánica al mismo tiempo. Además, durante las aplicaciones fitosanitarias foliares se aprovechará la aplicación para añadir fertilizantes foliares compatibles con el tratamiento y que permitan maximizar los objetivos de la aplicación.

Así, se combina en la fertilización de mantenimiento el abonado en suelo con la aplicación de estiércol, la fertilización foliar (en caso de corrección nutricional) y la fertirrigación. La fertirrigación permite potenciar el sistema de riego, una mayor eficiencia y mejor dosificación de los nutrientes por fase fenológica. Además, cada vez hay en el mercado más opciones de fertilizantes solubles y líquido para fertirrigación y autorizados para agricultura ecológica que permiten una nutrición completa y equilibrada.

Al optar por una producción ecológica todos los fertilizantes aplicados deben de tener certificación ecológica y ser aptos para este modo de producción, como se detalla en el Anexo I del Reglamento 889/2008

8.7. Gestión Integral de plagas y enfermedades

La Gestión Integrada de Plagas (GIP) es uno de los requisitos para todas las explotaciones agrícolas que desarrollen su actividad en España, según el Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre, que establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios.

La GIP combina medidas culturales, tratamientos químicos y soluciones alternativas con el objetivo de mantener a las plagas por debajo de los umbrales establecidos para garantizar la rentabilidad económica, respetando el medio ambiente y la salud del productor y el consumidor.

Uno de los principales principios es anteponer, siempre que sea posible, los métodos biológicos, físicos y culturales a los químicos. En todo caso, se emplearán de forma integrada con los productos fitosanitarios cuando no permitan un control satisfactorio de las plagas.

En caso de resultar necesaria una intervención con productos químicos, las materias activas a utilizar se seleccionarán siguiendo el criterio de elegir aquellas que proporcionen un control efectivo y sean lo más compatibles posible con organismos no objeto de control, evitando perjudicar a controladores naturales de plagas y a insectos beneficiosos como las abejas

8.7.1. Evaluación de alternativas

En la gestión integrada de la sanidad siempre se debe trabajar en modo preventivo más que curativo, con lo que es importante anticiparse a los problemas fitosanitarios o actuar de una forma siempre temprana. Entre las diferentes técnicas que se pueden combinar, tanto en curativo como en preventivo, para la gestión fitosanitaria son:

- **Prácticas culturales y mecánicas.** La primera medida en la defensa sanitaria es la selección de variedades o regiones de procedencia más adaptadas a la zona de plantación. También se incluyen dentro de este apartado las podas sanitarias, los tratamientos de la vegetación espontánea que incida en la difusión de plagas y enfermedades, la eliminación de partes enfermas, y otras prácticas de carácter preventivo.
- **Control químico.** Es el control de insectos (insecticidas), ácaros (acaricidas), nematodos (nematicidas), hongos (fungicidas) o bacterias (bactericidas) por represión de las poblaciones o la prevención de su desarrollo mediante el uso de sustancias químicas. Los compuestos químicos que se utilizan en la protección de los cultivos reciben el nombre genérico de pesticidas o plaguicidas y pueden ser sistémicos (si presentan sistemía en la planta) o de contacto. Es el control más usado en agricultura convencional. Su uso cada más es más restricto, con mayores limitaciones y prohibiciones en el uso de determinadas materias activas por las implicaciones sanitarias y medioambientales de un mercado con una creciente conciencia. Tienen un plazo de seguridad después de su aplicación, impidiendo en ese plazo la comercialización de los productos, y son poco selectivos con la fauna auxiliar y los polinizadores, y, en consecuencia, perjudiciales en el mantenimiento de la biodiversidad.

- **Control con fitoprotectores de “residuo cero”.** En las últimas décadas ha crecido la presencia en el mercado de estos productos, algunos certificados para uso en ecológico, que son biopesticidas y productos químicos de bajo impacto, que no cuentan con plazo de seguridad. Se obtienen a través de sustancias como los azúcares (sacarosa, fructosa), extractos vegetales (piretrinas, cola de caballo, etc.), jabones o productos alimenticios como el aceite de girasol, lactosuero, lecitina de soja o vinagre. Estos productos actúan por contacto, son de bajo impacto y selectivos y compatibles con la lucha biológica.
- **Lucha biológica con fauna auxiliar.** Este método consiste en utilizar organismos vivos con objeto de controlar las poblaciones de los organismos perjudiciales para el cultivo. Se pueden utilizar insectos o ácaros depredadores o parasitoides para el control de otros insectos y ácaros plaga, bacterias para el control de lepidópteros (*Bacillus sp.*), u hongos, virus, nematodos para el control de plagas o enfermedades.
- **Captura masiva.** Dentro de este apartado se recoge el control de fauna mediante la captura mediante el empleo de feromonas, atrayentes o trampas.

8.7.2. Justificación de la elección

La gestión de plagas y enfermedades del madroño se hará bajo las premisas del modo de producción ecológico, descartándose el uso de un control químico y combinando los otros cuatro métodos de control de una forma integral y monitorizada. Se tratará de realizar esta gestión bajo la premisa del control, que no supone la eliminación de los organismos nocivos, sino su mantención en niveles bajos y no dañinos para el normal desarrollo del madroño. Los motivos son los siguientes:

- La plantación es pionera y no existe una lista de productos fitosanitarios autorizada y reglamentada con dosis y plazos de seguridad para el madroño, haciendo descartar el empleo de productos químicos.
- En la actualidad existe una alta gama de productos fitoprotectores en el mercado, así como empresas que distribuyen fauna auxiliar y feromonas para el control de plagas.
- Al tratarse de un proyecto piloto con poca experiencia y estudios previos en la influencia de plagas a la producción del fruto de madroño, pero tratándose de una especie que teóricamente presentará pocos problemas, conviene que los aprendizajes en la GIP se hagan con métodos de futuro más adaptados a las exigencias del consumidor.

8.8. Polinización

Como se ha reflejado en el “Anexo I”, aunque las flores del madroño son hermafroditas no son autofértiles, siendo imprescindible garantizar su polinización entomófila.

En las poblaciones naturales del madroño la polinización está garantizada por los polinizadores distribuidos de forma natural. Y en la presente plantación, todas las actuaciones y operaciones empleadas en el presente proyecto van a ser respetuosas y promotoras de la presencia silvestre de poblaciones de polinizadores como abejas, abejorros, escarabajos, moscas (sífidos) o avispas. Sin embargo, en la plantación se producirá la elevada presencia de flores en un corto espacio de tiempo, con lo que es conveniente asegurar que se produzca una correcta fecundación de las flores, que no tenga implicaciones en una menor productividad o peor calidad del fruto.

8.8.1. Evaluación de alternativas

Para apoyar la polinización silvestre se puede optar por la instalación de apiarios de:

- **Abejas (*Apis mellifera*).** Las colmenas de abejas cuentan con al menos 1000 individuos y tienen una larga esperanza de vida (1-2 para la sustitución de la reina). Las abejas (Imagen VI.3) son el mejor polinizador domesticado con el que contamos, sin embargo, con temperaturas extremas (a menos de 10°C una abeja aislada se inactiva y pierde la capacidad de volar y a 7°C se queda totalmente inmóvil, siendo esta su temperatura crítica) o condiciones climáticas adversas (baja luminosidad de días nublados, viento, etc.) reducen mucho su actividad. Su actividad genera productos de alto valor añadido y ya comentados en el “Anexo V”.
- **Abejorros (*Bombus terrestris*).** Actualmente hay muchas empresas de lucha biológica que comercializan colmenas de abejorros autoinfértiles (350-400 individuos/colmena) con una esperanza de vida de 6 a 8 semanas. La adquisición de estas colmenas supone un coste añadido para la plantación, pero tiene ventajas sobre las abejas, puesto que el abejorro consigue trabajar a temperaturas más extremas, en días con viento y en días nublados. Además, los abejorros (Imagen VI.3) son capaces de visitar el doble de flores por minuto que las abejas y cuentan con mayor capacidad de transporte de polen (Sánchez, 2017). Estas colmenas son la forma de polinización más usada en agricultura intensiva, existiendo colmenas adaptadas a diferentes condiciones (frío, calor, etc.)
- **Moscas polinizadoras (sífidos).** También actualmente se comercializan pupas de sífidos, que, aunque el adulto sea polinizador, se comercializan más por la depredación que ejercen las larvas sobre los pulgones (Imagen VI.2 y VI.3).



Imagen VI.2. (izd.) Abejero polinizando una flor de madroño. Fotografía de F.Gomes.

Imagen VI.3. (dcha.) Abejero polinizando una flor de madroño. Fotografía de José Antonio Morato.

8.8.2. Justificación de la elección

En la zona hay una larga trayectoria apícola, siendo uno de los principales focos de producción de miel y polen. Por tanto, la apicultura es una de las principales actividades económicas en la región de la Sierra de las Quilamas, pero también en la Sierra de Francia (Imagen VI.4). Con ello, contar con colmenas de abejas y poder obtener una producción derivada de miel monofloral de madroño, como se ha recogido en el “Anexo V” es una opción totalmente disponible y conveniente desde los beneficios económicos que atrae.



Imagen VI.4. Detalle de apiario entre madroños. Fotografía de C. Gama

Sin embargo, no debe caer en el olvido que la flor del madroño es una “flor de invierno”, abriéndose en un período de unas 5-6 semanas en los meses de octubre y noviembre (Tabla I.1 del “Anexo I”), meses,

que como se ha estudiado en el “Anexo II”, en los que las condiciones meteorológicas pueden limitar mucho el periodo de actividad de las abejas. Esto hecho, se podría corregir aumentando el número de colmenas, siendo fechas en las que hay total disponibilidad, pero se podrían dar días de inactividad, en los que los polinizadores silvestres no llegasen a todas las flores, y en los que pudiese quedar afectada la fecundación de las flores.

Así, se debe seguir la predicción meteorológica en la fase fenológica en las que las flores están en antesis, y en el caso de malas predicciones para la polinización con abejas se deberá recurrir a la instalación de apoyo de colmenas de abejorros.

Por otro lado, el uso de sírfidos sólo se considerará dentro del plan de gestión de plagas y enfermedades para el control del pulgón, no directamente para la polinización.

8.9. Recolección

Las características del fruto se han estudiado en el “Anexo I”, considerándose un fruto climatérico que permite recolectar antes de completar su maduración en planta para poder aumentar su calidad postcosecha.

La forma de recolección será manual por las características del fruto y las dimensiones de la parcela, y se llevará a cabo con mano de obra familiar.

La orientación productiva de la plantación, como se vio en el “Anexo V: Estudio de mercado” es la producción de fruta en fresco, pero también no se dejará de aprovechar la fruta con aptitudes para la transformación, principalmente en aguardiente. Así, en cada paso de recolección se realizarán las dos recolecciones, utilizando dos recipientes: uno para los frutos rojos y otro para los amarillo y amarillo-anaranjados.

8.9.1. Recolección para consumo en fresco

El color del fruto parece ser el mejor parámetro para determinar la época de cosecha, ya que existe una relación muy cercana con la firmeza, tal y como se presenta en la siguiente escala de color (Figura VI.9), en la que la línea verde refleja las coloraciones que son aptas para ser recolectadas.

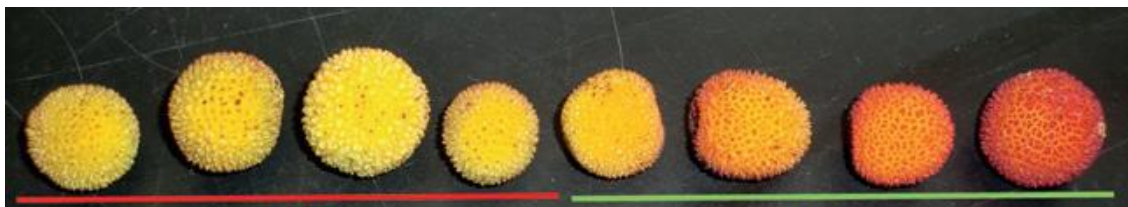


Figura VI.9. Escala de color para la recolección del madroño. Fuente: Seita et al. 2017

En esta evolución del color que se da en la maduración del fruto hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones (Gomes, Guilherme, Pato, & Cordeiro, 2017):

- En frutos recolectados con **coloración anaranjada o amarilla** y mantenidos a temperatura ambiente, se verifica que la maduración ocurre normalmente, presentando un contenido de sólidos solubles (TSS / ° Brix) de 21,3 y 21,4 al cabo de 5 y 7 días, respectivamente.
- En frutos recolectados con una **coloración rojiza** su dureza es muy baja (inferior al 10%) y, en ese caso, y necesario tener cuidados adicionales tanto en el acto de la cosecha como en su almacenamiento, ya que se deteriora muy fácilmente debido a la compresión.

- Si el fruto se recoge al final del engrosamiento, completamente **verde**, a lo largo del período postcosecha cambia de color pudiendo alcanzar el color rojo. Sin embargo, no se queda dulce y adquiere una “textura de corcho”, por lo que se debe evitar la cosecha en este estado.

Así, la recolección para consumo en fresco se debe iniciar en el momento que la fruta adquiere un tono amarillo-anaranjado, priorizando la recolección de este tipo de fruta dado que es capaz de continuar la maduración y alarga la vida postcosecha. Será necesario pasar entre tres a cinco veces por planta, una vez que los frutos no maduran todos al mismo tiempo.

Los frutos amarillos y amarillo-anaranjados se colocarán en lugares ventilados y a temperatura ambiente, completándose la maduración al cabo de 8 a 10 días después de la cosecha.

En la recolección hay que tener cuidado de recoger el fruto limpio, sin exceso de humedad, sin hojas, sin pedúnculo y sin herida peduncular. Aquellos que presenten fisiopatías, daños mecánicos o algún síntoma de plaga ya curado, podrán destinarse a la transformación. Por otro lado, hay que tener en cuenta que durante la recolección también está presente en el madroño la floración del año sucesivo y se debe tener cuidado de no afectar la producción del año siguiente (Imagen VI.5).



Imagen VI.5. Madroño en fase de producción, con presencia coincidente de las flores de la producción del año siguiente. Fotografía de José Antonio Morato

En la recolección será colocado en el embalaje de comercialización, si es posible, disminuyendo la posibilidad de que los frutos sufran daños mecánicos. A pesar de recolectarlo no completamente maduro, no se debe de olvidar que es un fruto perecedero y que no se colocarán más de dos niveles de frutos, evitando el efecto de compresión. Las opciones pueden pasar por envases de 125, 150, 250 o 500 g, o de 1 kg, si fuese a granel, según las disposiciones que presente el cliente o distribuidor final.

8.9.2. Recolección para transformación

La fruta destinada a la transformación, principalmente a la producción de aguardiente (Imagen VI.6), se recogerá en la misma pasada para la recolección de la fruta de consumo en fresco, pero colocándola, dependiendo el destino final, en cajas de 5 o 10 kg o en cubos. Aquí se aprovecharán aquellos frutos que no cumplan los criterios de calidad para el consumo en fresco, siempre que no tengan presencia de hongos, y estén maduros.



Imagen VI.6. Recolección tradicional del Algarve para elaborar aguardiente. Fotografía de la CPM - Cooperativa Portuguesa de Medronho.

Para aprovechamiento de industria y evitar que se produzcan pérdidas debidas a la caída de los frutos, se pueden colocar redes debajo de la copa de los árboles.

8.10. Sistema de producción y certificación

La decisión del sistema de producción es una cuestión básica que afectará a las diferentes operaciones y decisiones de plantación: elección del tipo de material vegetal, fertilización, sanidad vegetal, control de hierba espontánea.

8.10.1. Evaluación de alternativas

A la hora de diseñar la producción se puede optar por diferentes sistemas:

- **Producción convencional o industrial.** Este es el sistema productivo más común y menos restrictivo. Con este sistema se simplifica la producción como un monosistema en el que se permite el uso de toda la tecnología e insumos externos disponibles (herbicidas, pesticidas, abonos químicos de síntesis, etc.) y es el menos respetuoso con el medio ambiente.
- **Producción integrada (PI).** Este modo de producción está a medio camino entre la producción convencional y la ecológica, y es hacia el que avanza el modo de producción convencional. Permite la utilización de productos agroquímicos de síntesis (abonos, fitosanitarios, etc), si bien se busca hacer un uso mínimo de los mismos. Tiene su origen en la lucha biológica e integrada de plagas, y de ésta la idea siguió extendiéndose a otras facetas del manejo del

cultivo, tratando de promover prácticas compatibles con la protección y mejora del medio ambiente, los recursos naturales, la diversidad genética y la conservación del suelo y el paisaje. En España su regulación se efectúa a través del Real Decreto 1201/2002 y necesita estar debidamente certificada.

- **Producción ecológica.** La agricultura ecológica combina las mejores prácticas ambientales, a la vez que excluye de productos químicos de síntesis como fertilizantes y fitosanitarios, etc., con el objetivo de preservar el medio ambiente, mantener o aumentar la fertilidad del suelo y proporcionar alimentos con todas sus propiedades naturales. En España su regulación se efectúa a través del Real Decreto 1201/2002, de 20 de noviembre de 2002, y necesita estar certificada.

8.10.2. Justificación de la elección

En la presente plantación se opta por apostar por un modo de producción en ecológico, siendo los siguientes motivos los que han llevado a tomar esta decisión:

- El madroño es una especie rústica, en términos nutricionales y fitosanitarios, que crece de forma silvestre sin ningún tipo de manejo, lo que la convierte en una especie fácilmente adaptable a las exigencias y limitaciones de la producción ecológica.
- Uno de los beneficios teóricos de optar por una producción integrada o convencional, que podría ser el de disponer de una mayor gama de opciones para el control de plagas y enfermedades en este caso no existe, dado que al ser un cultivo totalmente novedoso no hay productos fitosanitarios homologados para el madroño, imposibilitándose de por sí su uso.
- En cuanto a criterios nutricionales, la gama de fertilizantes químicos solubles es mayor y más ricos en cada elemento nutricional, además de ser más baratos, que aquellos autorizados para agricultura ecológica, siendo un factor especialmente relevante cuando se hace un manejo intensivo de nutrición mediante la fertirrigación. En la presente plantación no se va a optar por un sistema de fertirrigación y el madroño es una planta poco exigente, existiendo una gama amplia de fertilizantes órgano-minerales -en pellets o granulados- con certificación ecológica, lo que no supone ninguna desventaja para garantizar la correcta nutrición de mantenimiento de la plantación.
- Las cuestiones relacionadas con la preservación del medio ambiente, la conservación de la biodiversidad, la sostenibilidad en el uso de los recursos naturales y la responsabilidad social, impulsadas por una cada vez mayor concienciación y exigencia por parte de los consumidores, convierte la apuesta por la producción ecológica en una apuesta de futuro cada vez más demandada, como se ha estudiado en el “Anexo V: Estudio de mercado”.

- La orientación productiva de la plantación hacia la venta de madroño en fresco va dirigida –especialmente- para el consumo de un público de alto poder adquisitivo y más preocupado por el consumo saludable que asocia al madroño a un fruto silvestre y natural, previéndose que se siga una evolución similar a la seguida en los últimos años por “los otros berries”.
- La apuesta por la producción de madroño en ecológico amplía el abanico de posibilidades de venta, y maximiza el beneficio, pudiéndose vender como un producto ecológico y un precio más elevado, o en el caso de no encontrar salida en el mercado del ecológico, venderse como convencional, pero con valor añadido.
- Por otro lado, la obtención de certificación en modo de producción biológica y otras normas de calidad como Global GAP, permite añadir posibilidades del producto para la exportación o la entrada en supermercados, ya que los mercados del norte de Europa son muy sensibles, imponiendo a veces la certificación como condición de entrada de los productos.
- Por último, no se considera, en este caso, para la especie cultivada, la menor productividad y, por tanto, menor rentabilidad, normalmente achacada a la producción ecológica por las importantes restricciones en el uso de insumos para la nutrición o el control fitosanitario, como ya se ha comentado. Tampoco la plantación supone mayor gasto en operaciones que lo que supondría una plantación convencional, dado que el mayor gasto provendrá de la recolección manual de la fruta, que, en cualquier caso, sería la misma independientemente del modo de producción elegido.

9. Medidas de conservación de la biodiversidad

En la parcela, además de mantener la cubierta de vegetación espontánea, segada en las fechas programadas, se mantendrán líneas sin intervención de vegetación arbustiva y arbórea espontánea, con bajo grado de combustibilidad, de especies ya localizadas en los perímetros, con función también como cortavientos, como el fresno (*Fraxinus angustifolia*), carrasco (*Quercus ilex subsp. ballota*), zarza (*Rubus ulmifolius*) o rosa silvestre (*Rosa canina*). También, al borde del perímetro, al norte, se localiza el “Arroyo los Lomos” y, al este, el “Arroyo del Valle” regato, ambos con típica vegetación ripícola, con fresnos, saúces y saúcos.

10. Cerramiento perimetral

Para evitar la entrada de animales a la parcela, tanto domésticos, como fauna salvaje potencialmente dañina para los árboles y más en los primeros años, tal y como se ha reflejado en el “Anexo IV: Estudio de la fauna y flora” será necesario proceder al vallado de la misma.

10.1. Evaluación de alternativas

Los tipos de mallas que encontramos en el mercado en distintas medidas destinadas a cerramientos son las siguientes:

- **Malla simple torsión.** La malla metálica de simple torsión o ciclónica es la malla más tradicional de todas, fabricada en acero galvanizado, pudiéndose encontrar plastificada. Ofrece una gran durabilidad con un coste relativamente bajo. Es económica, apta para grandes extensiones de terreno, para elevaciones y relieves, muy resistente y de fácil instalación.
- **Malla triple torsión.** La malla metálica de triple torsión es una malla hexagonal fabricada en acero galvanizado. Está tejida con dos alambres galvanizados que se unen entre sí formando zonas de tres torsiones enlazadas en sentido inverso aportando flexibilidad en todas las direcciones. Esta malla evita la entrada de otras aves o animales salvajes, no se deshace si uno de los alambres se rompe al carecer de nudos de fijación, es flexible y de elevada resistencia.
- **Malla electrosoldada.** La malla electrosoldada es un producto formado por alambres longitudinales y transversales que se cruzan entre sí perpendicularmente, unidos mediante soldaduras eléctricas. Se puede encontrar fabricada en acero normal y posteriormente galvanizada, o bien fabricada en acero inoxidable. Este tipo de malla es muy resistente a la corrosión y la oxidación, es ligera y manipulable y carece de puntos de fijación.
- **Malla ganadera o cinegética.** Esta malla está diseñada especialmente para su uso agrícola, ganadero y cinegético. Está fabricada con alambre galvanizado reforzado. Se caracteriza por ser muy resistente, evitando la deformación de la valla si el animal se apoya sobre la misma. Es muy utilizada para delimitar grandes extensiones de terreno, dado que resulta muy económica.
- **Paneles rígidos.** Los paneles rígidos son paneles de alambre galvanizados caracterizados por su rigidez, resistencia y elegancia. Su rigidez y su solidez nos ofrecen una alta protección y durabilidad. El inconveniente de este vallado es que resulta bastante más caro.

En cuanto al uso de postes de fijación de la valla se puede optar por postes de madera, postes de hormigón, postes de perfil laminado, postes galvanizado. Las características que los diferencian son principalmente el impacto estético que ofrecen y el precio, dado que en cuanto a durabilidad es parecida.

10.2. Justificación de la elección

En el presente caso, para conseguir los objetivos del cerramiento de una forma económica se opta por la instalación de una valla cinegética, muy resistente y preserva de la fauna; mientras que en el caso de los postes por razones estéticas y económicas se opta por el empleo de postes de madera de pino.

Así, el vallado que se realizará en el perímetro se empleará una malla cinegética anudada 145/14/30, con una altura de 1,45 m, de la que quedará enterrada 10 cm para evitar que se pueda levantar y que los animales se cuelen por debajo. A esta malla se añadirá en coronación un hilo de alambre, que da seguridad al cercado ante la posible entrada de personas extrañas o animales, además de dar tensión a los postes.

Para la sujeción del cercado se dispondrán postes de madera tratada de 2 m de altura, que quedarán enterrados 60 cm y clavados cada 4 m, colocándose postes de tensión cada 100 m y en todos los cambios de dirección que presente el perímetro.

El cerramiento finalizará con la instalación de una puerta que permita la entrada de la maquinaria para las labores de la plantación. Esta constará de dos hojas de 3 m y una altura de 2 m, con los postes de sujeción convenientemente anclados.

ANEXO VII:

**INGENIERÍA DEL
PROCESO**

Índice

1. Actividades del proceso productivo	5
1.1. Consideraciones previas	5
1.2. Implementación de la plantación	5
1.2.1. Solicitud del material vegetal	5
1.2.2. Revisión del material vegetal recibido	6
1.2.3. Tratamiento de la vegetación preexistente	6
1.2.4. Labores profundas de preparación del terreno	6
1.2.5. Labores complementarias de preparación del terreno	7
1.2.5.1. Laboreo primario con arado de vertedera	7
1.2.5.2. Laboreo secundario con cultivador	7
1.2.6. Aplicación de enmiendas	7
1.2.7. Tareas previas a la plantación	10
1.2.7.1. Marqueo del terreno	10
1.2.7.2. Recepción de las plantas	11
1.2.8. Plantación	11
1.2.9. Labores posteriores a la plantación	12
1.2.9.1. Riego post-plantación	12
1.2.9.2. Escarda de la vegetación	12
1.2.9.3. Reposición de marras	13
1.3. Poda	13
1.4. Mantenimiento del suelo	14
1.5. Diseño agronómico del riego	16
1.5.1. Necesidades netas de riego	16
1.5.2. Necesidades totales de riego	19
1.5.3. Número de emisores por planta y caudal del emisor	22
1.5.4. Calendario de riegos	26
1.6. Fertilización de mantenimiento	27
1.6.1. Introducción	27
1.6.2. Cálculo de las necesidades nutritivas del madroño	28
1.6.2.1. Extracciones de nutrientes	29
1.6.2.2. Ganancias de nutrientes	32
1.6.2.3. Balance de materia orgánica	33

1.6.2.4.	Balance de necesidades del madroño	37
1.6.3.	Plan de fertilización	41
1.6.3.1.	Fertilizantes ecológicos para fertirrigación	42
1.6.3.3.	Plan de fertirrigación	44
1.6.4.	Plan de mejora de la fertilización	62
1.7.	Control integrado de plagas y enfermedades	63
1.7.1.	Enfermedades	64
1.7.2.	Plagas	67
1.7.3.	Bioestimulación y abonado foliar	73
1.7.4.	Ejecución de los tratamientos fitosanitarios foliares	76
1.7.5.	Plan de mejora del control integrado de plagas y enfermedades	77
1.8.	Mantenimiento del sistema de riego	83
1.8.1.	Mantenimiento del sistema de bombeo	83
1.8.2.	Mantenimiento de las válvulas	83
1.8.3.	Mantenimiento del tablero eléctrico y el programador	83
1.8.4.	Mantenimiento del sistema de filtrado	84
1.8.5.	Mantenimiento de las tuberías y goteros	84
1.9.	Cerramiento perimetral	85
1.9.1.	Necesidades materiales	85
1.9.2.	Ejecución del cerramiento	87
1.10.	Polinización	88
1.11.	Recolección	89
1.11.1.	Producción estimada	89
1.11.1.1.	Necesidades de mano de obra	90
1.11.1.2.	Necesidades materiales	91
1.12.	Comercialización y normas de calidad	92
1.12.1.	Precios de venta de los productos	92
1.12.2.	Conservación	92
1.12.3.	Normas de calidad	93
1.13.	Cuaderno de campo y certificación de producción ecológica	94
2.	Necesidades del proceso productivo	94
2.1.	Mano de obra	94
2.1.1.	Mano de obra fija	94

2.1.2. Mano de obra eventual.....	96
2.1.3. Contratación de la mano de obra.....	96
2.2. Maquinaria y equipos.....	96
2.2.1. Maquinaria alquilada.....	97
2.2.2. Maquinaria propia.....	99
2.2.3. Capacidad y tiempos de trabajo.....	103
2.2.4. Consumo de combustibles y lubricantes.....	108
2.2.5. Gastos seguros y mantenimiento maquinaria.....	109
2.3. Calendario de actividades y resumen de las necesidades del proceso productivo.....	109
2.4. Satisfacción de necesidades.....	119
2.4.1. Satisfacción de necesidades en el año 0 de implantación.....	120
2.4.2. Satisfacción de necesidades de las labores posteriores a la plantación en el año 1.....	122
2.4.3. Satisfacción de necesidades de las labores de poda.....	123
2.4.4. Satisfacción de necesidades de las labores de mantenimiento del suelo.....	124
2.4.5. Satisfacción de las necesidades de riego.....	125
2.4.6. Satisfacción de las necesidades de mantenimiento del sistema de riego.....	126
2.4.7. Satisfacción de las necesidades de fertilización.....	127
2.4.8. Satisfacción de las necesidades del control integrado de plagas	129
2.4.9. Satisfacción de las necesidades de la recolección y transporte de la fruta.....	131

1. Actividades del proceso productivo

1.1. Consideraciones previas

En el siguiente proceso productivo, el proyectista, ingeniero redactor del proyecto, aporta su experiencia previa en el campo de trabajo y el estudio pormenorizado bibliográfico para programar y planificar la ingeniería de toda la serie de decisiones productivas debidamente justificadas en el “Anexo VI. Estudio de alternativas”.

El hecho de que exista poca bibliografía previa y experiencias en el tratamiento agronómico del madroño y, por tanto, el proyecto tenga un cierto carácter experimental en todos los aspectos, obliga a considerar que se debe seguir un programa de mejora, tanto por parte del encargado de la plantación, que a su vez es el promotor y dueño de la parcela, como por el presente redactor, que actuará como asesor técnico de la explotación más allá de la redacción del presente proyecto.

Así, para poder llegar a cumplir los objetivos de la plantación y poder maximizar el beneficio, en este programa de mejora será especialmente importante la observación y experimentación para la mejora de los procesos productivos de poda, fertilización, riego, gestión integral fitosanitario, mantenimiento del suelo y técnicas de comercialización, conservación y criterios de calidad en la comercialización. Para ello, el encargado, con amplia experiencia agrícola, deberá informar de continuo las diferentes observaciones al proyectista, de forma que se puedan reprogramar toda la serie de decisiones planificadas, que siempre tienen un carácter abierto, y podrán ser mejoradas aprovechando la experiencia durante el desarrollo del proyecto.

1.2. Implementación de la plantación

En este proceso quedarán recogidas todas aquellas actividades previas e inmediatamente posteriores encaminadas a garantizar las condiciones más idóneas para la ejecución de la plantación y supervivencia de las plantas en la primera fase.

Se debe tener la precaución, en los diferentes laboreos y operaciones de movilización del suelo, de respetar los carrascos enclavados en el interior de la parcela, así como los fresnos y otra vegetación arbustiva localizada en los perímetros y en las lindes con el Arroyo los Lomos y Arroyo del Valle, tal y como se refleja en los planos nº 3 y nº4.

1.2.1. Solicitud del material vegetal

Se debe tener en cuenta que los viveros trabajan bajo demanda, debiéndose realizar la solicitud de plantas con especial antelación, más aún en este caso en que aún no existen variedades definidas de madroño para los objetivos buscados. La producción de los clones por micropropagación se solicitará a la empresa tecnológica “GreenClon LDA”, que los ha desarrollado con base a la orientación productiva del madroño para consumo en fresco, en regiones del centro de Portugal con grandes similitudes edafoclimáticas a

la Sierra de Francia. Mientras que, las plantas procedentes de semilla de plantas naturales de la zona circundante a la plantación se solicitarán a “Agrocastanea”, un vivero especializado en estas selecciones en campo de material vegetal agrofrutícola.

A la hora de solicitar plantas, hay que prever las posibles marras, solicitando más planta para poder replantarlas. Se considera un % de marras del 2 %, solicitándose las siguientes plantas:

- Clon AI 1: $961 + 2\% = 980$ plantas
- Clon AL 2: $543 + 2\% = 553$ plantas
- Procedentes de semilla: $309 + 2\% = 315$ plantas

Las plantas suministradas por los viveros vienen en alvéolos forestal de 120 cc, de un año y con unos 15-20 cm de altura. A los viveros se le exigirán que vengan con los debidos certificados, que para poderlas certificar en el modo de producción ecológico los viveros deberán asegurar que no proceden de OMG ni se han aplicado tratamientos fitosanitarios.

1.2.2. Revisión del material vegetal recibido

El encargado a la recepción del material vegetativo de los viveros, deberá revisar la calidad del mismo. Para ello deberá revisar que se garantiza lo siguiente en las plantas:

- Están equilibradas entre la partes aérea y radicular.
- Tienen el cepellón formado con presencia de raíces nuevas.
- Presentan buen diámetro del cuello sin presencia de daños.
- Están en buen estado fitosanitario

1.2.3. Tratamiento de la vegetación preexistente

La vegetación preexistente, conformada por herbáceas y matorral ligero será cortado y triturado parcial o totalmente mediante el pase de una grada de discos, hasta 15 cm de profundidad con tractor de al menos 80 CV. Este servicio será contratado.

1.2.4. Labores profundas de preparación del terreno

La labor de subsolado se considera un laboreo primario que permite la fisuración del suelo rompiendo capas compactadas sin que se produzca la inversión del perfil. Esta labor se ejecutará sobre suelo seco a principios del mes de septiembre, realizando dos pases cruzados siguiendo las líneas de plantación a 70 cm de profundidad, siendo el segundo el que se realiza en favor de pendiente en las calles de plantación, de forma a facilitar el drenaje.

Para su ejecución se contratará el servicio en la zona de un subsolador de 3 púas y un tractor de al menos 150 CV de potencia.

1.2.5. Labores complementarias de preparación del terreno

Estas labores se realizarán lo más cerca posible de la plantación y siempre es aconsejable su realización con el suelo en estado deformable (humedad de tempero), siendo el período ideal, tras las primeras lluvias otoñales, previsiblemente, en la segunda y tercera semana de octubre.

1.2.5.1. Laboreo primario con arado de vertedera

El subsolado, tras la aplicación de la enmienda peletizada, se complementará con otro laboreo primario, mediante una labor con vertedera. Esta labor permitirá el volteo del suelo formando un canal que permite la aireación y la circulación del agua de lluvia hasta las capas profundas y la incorporación de la enmienda aplicada y los restos de la vegetación espontánea eliminada con el gradeo para su descomposición en condiciones anaerobias.

El laboreo se realizará a 30 cm de profundidad, con velocidades entre 3,5 y 7 km/h, y para su ejecución se contratará el servicio de un arado de vertedera de 4 cuerpos y un tractor de, al menos, 120 CV de potencia.

1.2.5.2. Laboreo secundario con cultivador

El laboreo secundario con cultivador permite realizar el acabado del perfil del suelo, produciendo la rotura de posibles terrones por el choque y desplazamiento del suelo, así como el control de la hierba adventicia, con lo que debe realizarse justo antes de la implantación del cultivo, en la tercera semana de octubre.

Para la ejecución de esta operación se contratará los servicios de un cultivador con al menos 10 brazos flexibles y rejas extirpadoras (anchas), para conseguir eliminar la vegetación superficial.

1.2.6. Aplicación de enmiendas

Tras haber valorado las características y fertilidad del suelo (Tabla III.10), ya estudiado en el "Anexo III: Estudio edafológico", se considera necesario aportar una enmienda que corrija las deficiencias del suelo, especialmente en fósforo, y que actúe como abono completo de liberación lenta, idóneo para la fase de crecimiento inicial del madroño.

El suelo de la parcela contiene 26,3 mg/kg de fósforo (P), que según los rangos adecuados para el madroño considerados por Gomes et al. (2017) varían de 50 a 100 mg/kg. Se tomará el valor de referencia de 75 mg/kg, con lo que habrá que aportar 73,7 mg/kg al suelo con el abonado de fondo.

Para el cálculo se considera que el suelo tiene una densidad de $1,35 \text{ tn/m}^3$ y que la profundidad del laboreo es de $0,3 \text{ m}$, con lo que la masa de una hectárea de suelo es:

$$m = V \cdot D = h \cdot A \cdot D$$

Donde:

- **m**: masa de una hectárea de suelo, en kg/ha
- **h**: profundidad de laboreo, en m
- **A**: área de una ha, en m^2/ha
- **D**: densidad del suelo, en kg/m^3

$$m = 0,3 \text{ m} \cdot 10.000 \text{ m}^2/\text{ha} \cdot 1350 \text{ kg/m}^3 = 4,05 \cdot 10^6 \text{ kg/ha}$$

Por lo tanto, el contenido que se debe aportar es el siguiente:

$$P = 48,7 \text{ mg/kg} \cdot 4,05 \cdot 10^6 \text{ kg/ha} = 197,2 \text{ kg/ha}$$

Como el fósforo en los fertilizantes se encuentra en forma de P_2O_5 , se determina las necesidades a incorporar de este:

$$\text{P}_2\text{O}_5 = P \cdot 2,3 = 453,6 \text{ kg/ha}$$

Así, será necesario aportar $453,6 \text{ kg/ha}$ de P_2O_5 , para lo que habrá que buscar una fuente fertilizante

Dado el modo de producción ecológico de la plantación, para ejecutar esta corrección se tiene que optar por fertilizantes de origen animal o vegetal o fertilizantes órgano-minerales con certificación ecológica. Puesto que se necesita un complejo con mayor contenido en P, se opta por el siguiente fertilizante comercial que es el más ajustado a lo buscado y que además de la corrección, permite el aporte de otros nutrientes para las primeras fases de la plantación:

Para ello, se distribuirán 3.000 kg/ha del siguiente fertilizante "GUANITO · NPK (6-15-2) + 2 MgO + 10 CaO", con certificado ecológico, y con las características:

- Nitrógeno total (N) 6%
- Nitrógeno (N) orgánico 5%
- Fósforo (P_2O_5) 15%
- Potasio (K_2O) 3%
- Calcio (CaO) 10 %
- Magnesio (MgO) 2%
- Microelementos

- Hierro (Fe) total de 0,8%
- Boro (B) Total de 0,2%
- Materiales orgánicos
 - Carbono (TOC) 32%
 - Materia orgánica 55,2%
 - Ácidos húmicos 3,5%
 - Ácidos fúlvicos 7,5%
 - Aminoácidos 37,5%
 - Humedad 7%
 - pH 6,5
 - Peso específico de 0,8 kg / L
 - Formulación peletizada Ø3mm

Este aporte de fondo compensará las deficiencias de fósforo del suelo y aplicará otros nutrientes, tal y como se recoge en la Tabla VII.1.

Tabla VII.1. Aporte de cada nutriente en kg/ha de la aplicación de 3000 kg/ha del abonado de fondo organomineral.

Composición abono	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Cu	Zn	Fe	Mn	B	Materia orgánica
Abonado organomineral GUANITO	Composición (%)										
	6	15	3	10	2			1		0	55,2
En una aplicación de 3000 kg/ha de abono	Aporte de la aplicación (kg/ha)										
	180	450	90	300	60	0	0	24	0	6	1656

Por último, se debe tener en cuenta que la parcela tiene un área productiva de 1,8 ha, con lo que se necesitarán 5.400 kg de abono. Para la distribución de estos pellets se contratará una abonadora.

1.2.7. Tareas previas a la plantación

1.2.7.1. Marqueo del terreno

Una vez finalizadas las labores de preparación del suelo, se realizará el marqueo del terreno, consistente en determinar sobre el terreno la ubicación correcta de los árboles previamente definida en el Plano nº 4.

Para marcar el terreno se emplean las siguientes herramientas:

- **Cuerda de marqueo.** Sirve para marcar la línea que seguirán los árboles.
- **Piquetes o jalones.** Se utilizan en pares, para sujetar la cuerda a la hora de realizar el trazado.
- **Estacas.** Se utilizan para marcar los puntos donde se instalarán los árboles. Serán de madera y con una longitud de 40 cm.
- **Cinta métrica.**

Este proceso se ejecutará entre dos operarios, y comienza con la asignación de una línea base, la cual servirá de referencia para el replanteo de todas las líneas de plantación, tal y como se refleja en la Figura VII.1.

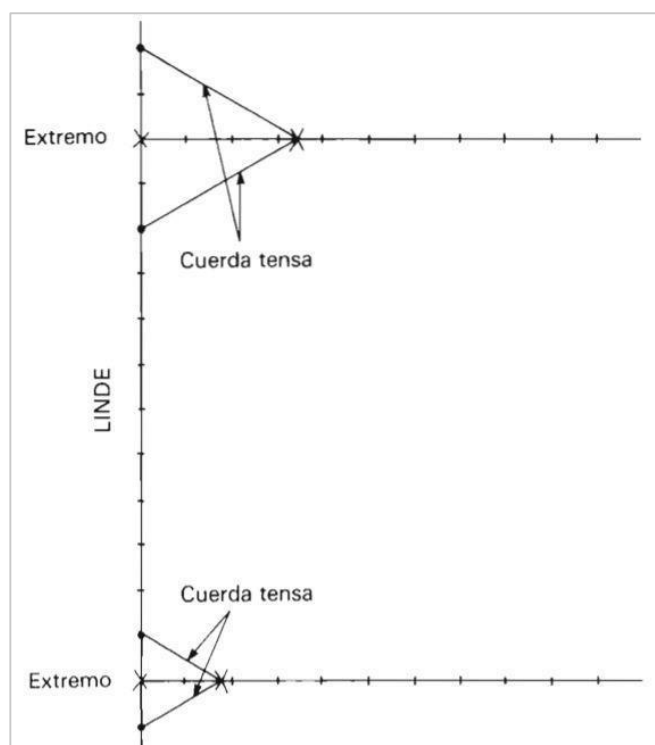


Figura VII.1. Procedimiento a seguir para el marqueo. Fuente: (Carbo & Vidal, 1978)

1.2.7.2. Recepción de las plantas

A la llegada de las plantas a la parcela se deben comprobar que las plantas se encuentren en buen estado, cuenten con los debidos certificados y estén en buen estado. Para ello se debe inspeccionar el estado del cepellón, comprobando que están debidamente enraizadas, que están libres de virus o de otras enfermedades causadas por hongos o insectos.

1.2.8. Plantación

La plantación de madroños se hará siempre con plantas en cepellón y no a raíz desnuda, puesto que la especie es sensible a la perturbación de la zona radicular, lo que se piensa estar relacionada con la dependencia de asociación con hongos micorrízicos (Seita, I. et al, 2017).

La planta en cepellón podría instalarse en cualquier época del año (Tabla VII.2), pero será preferible realizarla con el suelo húmedo en otoño para estimular el desarrollo radicular inicial, la planta esté mejor instalada, con mayor capacidad de tolerar posteriormente las restricciones ambientales más severas como las heladas invernales y con las raíces prácticamente establecidas cuando las yemas comiencen a moverse. Por otra parte, se debe evitar la manipulación de las plantas con suelos helados y temperaturas por debajo de los cero grados, con lo que la plantación se realizará en la última semana de octubre o primera de noviembre, antes de que lleguen las heladas.

Tabla VII.2. Fechas recomendadas de plantación para el madroño según la disponibilidad de riego (en verde).
Fuente: Curado et al. (2015).

Tipo de cultivo	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Regadío												
Secano												

La plantación se efectuará manualmente, entre dos operarios y se realizará, preferentemente, en días favorables, nublados y húmedos para una mejor instalación y causar menos estrés a la planta. En cualquier caso, se dispondrá de un depósito de 1000 L cortado en la parte superior para permitir la inmersión de las macetas y permitir la saturación del sustrato inmediatamente antes de su distribución y plantación.

Se utilizará el tractor frutero y el remolque para la distribución de las plantas a lo largo del marco de plantación. Se empezará primero la plantación de un cultivar, siguiendo la distribución definida en el Plano nº 5, y una vez terminado se empezará con el siguiente, de forma que no produzcan equívocos de cultivares a lo definido en plano.

Un operario abrirá un agujero con una pala recta y el otro, tras sacar la planta de la maceta, introducirá la planta. Después se tamará de nuevo, pisando ligeramente alrededor para compactar la tierra y evitar que queden bolsas de aire en contacto con la raíz (Figura VII.1). Favoreciendo la pendiente se dejará la planta ligeramente hundida, con una hoya alrededor, para favorecer la acumulación del agua de la lluvia alrededor de la planta. Sin embargo, para evitar pudriciones, siempre con el cuello de la raíz al nivel del suelo.

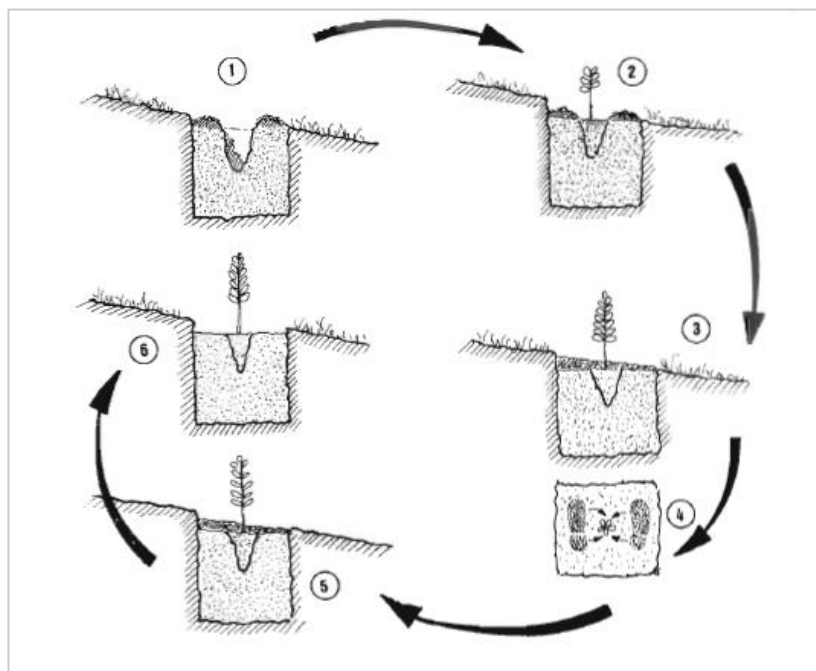


Figura VII.2. Forma de realizar la plantación. Fuente: (Navarro & Martínez, 1996)

1.2.9. Labores posteriores a la plantación

1.2.9.1. Riego post-plantación

Después de la plantación, en el caso de que vengan semanas secas, se aplicará un riego localizado en las hoyas dejadas a los pies de las plantas de 2 l de agua para humedecer completamente el bulbo.

Este riego lo realizará el encargado con la ayuda de un operario, que irá aportando el agua a cada planta, mediante el uso de una manguera conectada a la cuba del pulverizador de 500 l arrastrado por el tractor frutero.

1.2.9.2. Escarda de la vegetación

En la primavera se realizarán sucesivas escardas para un control de las hierbas adventicias cerca de la raíz y el área aérea de la planta joven, para evitar la competencia con nutrientes, agua y luz. Será realizada por el encargado de la finca con una azada.

1.2.9.3. Reposición de marras

En abril, después de la plantación, el encargado realizará una revisión de todas las plantas, comprobando su buen desarrollo y crecimiento. En el caso de haber pérdidas se hará una primera replantación con el 2 % de plantas que fue adquirido a mayores, previniendo esta reposición de marras.

En el caso de, en este período, identificarse unas marras superiores al 1 % en cualquiera de los 3 cultivares, y que pudiese asociar a problemas que traigan las plantas de vivero se reclamará a estos la debida compensación.

1.3. Poda

Las podas serán ejecutadas por el encargado de la plantación, siguiendo las técnicas y procedimientos descritos en el "Anexo VI: Estudio de alternativas":

- **Poda de formación.** Se realizará justo después de la plantación, despuntando la planta a 5cm del suelo si está ya cuenta con 70 cm de altura (Imagen VI.1). Esta poda en años posteriores se realizará a finales de febrero, con la planta aún en parada vegetativa, pero iniciando el movimiento de savia, que repercutirá en una mejor cicatrización de las heridas. Y se dará por concluida cuando se despunten a 2,5 m la 4 o 5 ramas principales seleccionadas para dar al madroño la forma de arbusto abierto en vaso bajo.
- **Poda de limpieza.** Esta poda se realizará anualmente y en verde, en la primera mitad de mayo. Cuando se corten ramas secas o enfermas, se desinfectará debidamente el material de poda, recogiendo y quemándose el material cortado, para evitar la propagación de enfermedades al resto de la plantación.
- **Poda de fructificación.** Esta poda se realizará anualmente, una vez que el madroño ha entrado en producción y se ha dado por terminada la poda de formación. Tiene el objetivo de regular anualmente la carga del árbol y se realizará a finales de febrero.
- **Poda de rejuvenecimiento o renovación.** Esta poda se comenzará a realizar cada 3 o 4 años después de haber entrado el madroño en producción o cuando se considere que una vez que hay bajada de producción se debe renovar el arbusto, haciéndose una poda rasa que exija al lignotubérculo emitir nuevos brotes, quedando totalmente renovada la planta y reiniciándose, por tanto, una poda de formación que vuelva a formar la estructura del árbol.

En las podas se seguirán medidas sanitarias preventivas, desinfectando de continuo el material de poda con una disolución de lejía al 10 %, para evitar la propagación de hongos o bacterias de partes enfermas podadas, y aplicando mastic de protección en aquellas posibles heridas, cortes irregulares o desgarros producidos en la poda, para facilitar la cicatrización y evitar la entrada de organismos patógenos.

Los material y herramientas necesarios son los siguientes:

- **Tijeras de mano.** De uso general para las ramas más finas.
- **Tijera de doble mano.** Para mayor agilidad en cortes de mayor diámetro.
- **SERRUCHO PODA.** Para ramas gruesas.
- **MOTOSIERRA DE PODA.** Para la poda de rejuvenecimiento, para agilizar los cortes en los diámetros mayores.
- **PULVERIZADOR DE MANO.** Para desinfectar el material de poda.
- **BROCHA Y MASTIC CICATRIZANTE.**

Por otro lado, los restos de la poda, al tratarse de una plantación pequeña y ser en su mayoría de pequeño grosor serán triturados en las propias calles de la plantación, consiguiendo con ello la reposición al suelo de parte de los nutrientes extraídos y evitándose un tratamiento de los restos más costoso y laborioso. Este proceso lo ejecutará el encargado con una desbrozadora-trituradora remolcada al tractor frutero adquirida con el doble objetivo de tratar los restos de poda y segar la vegetación espontánea.

1.4. Mantenimiento del suelo

Como se ha justificado en el “Anexo VI: Estudio de alternativas”, una vez ejecutados las diferentes operaciones para la plantación, en el mantenimiento posterior del suelo se opta por mantener una cubierta vegetal espontánea, siguiendo el siguiente plan de trabajo y teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- En los primeros años, especialmente el primero después de la plantación, si además fuese necesario realizar un 2º replante, será necesario eliminar la vegetación de las líneas, siendo recomendable escardar las hierbas del perímetro más cercano de las plantas a renovar. Esta labor se haría manualmente con azada.
- La pluviometría de la zona posibilita el desarrollo temporal (meses de otoño, invierno y primavera) de una masa vegetal espontánea que se deberá mantener segada en las fases que suponga competencia hídrica con el madroño, principalmente primavera, dejándola esparcida por la superficie dificultando nuevos crecimientos para verano y efecto “mulching”.
- El madroño es una planta de crecimiento arbustivo, con numerosas ramas nacidas desde el suelo y un sistema radicular superficial. Mediante el laboreo, las hierbas que crecen en las zonas más próximas al pie no pueden eliminarse sin causar daño, y tampoco se conseguirán eliminar mediante segadoras

remolcadas. De todas formas, el hecho de haber optado por una poda baja dificultará el crecimiento de hierbas, que, en cualquier caso, serán eliminadas con motodesbrozadora teniendo el cuidado de nunca tocar los árboles, aunque se haga con hilo de corte.

- Puede ser necesario segar la cubierta vegetal en fase de cosecha para facilitar la transitabilidad.
- La conservación de las cubiertas vegetales espontáneas contribuye a mantener la biodiversidad, factor importante para una gestión integral de plagas y enfermedades y una mejor polinización, pues sirven de alimento y abrigo a polinizadores, así como insectos auxiliares (coccinélidos, crisopídeos, sírfidos, bracónidos...) y aves insectívoras, que son poblaciones depredadoras o parasitoides de áfidos, cochinillas y orugas, protegiendo así los madroños. Para facilitar estos beneficios en los pases en las calles de la desbrozadora trituradora se tratará de dejar alguna línea sin segar.
- La cubierta vegetal, no obstante, tiene el inconveniente de poder aumentar en cierto grado el riesgo de heladas de radiación, pues incide sobre la captación y pérdida de calor del suelo. Se debe a que durante el día la vegetación desarrollada dificulta por el sombreado que el suelo capte calor, y durante la noche hace que el calor acumulado en el suelo se transmita con dificultad a la superficie, además que la superficie de la vegetación pierde más calor aumentando la inversión térmica. Por lo tanto, en época de riesgo la cubierta debe permanecer segada lo más corta posible, especialmente en octubre y noviembre, que como se recoge en el estudio fenológico del "Anexo I", es cuando se da el periodo más crítico con las flores en antesis.
- Se tiene que considerar que las raíces tupidas formadas por la cubierta y su mayor competitividad por los nutrientes hacen que las raíces del cultivo tiendan a desarrollarse debajo de las de la cubierta. Esto puede reducir el volumen de suelo superficial a explorar por el cultivo, por lo que en ningún caso se deben dejar crecer especies arbustivas en la cubierta.

Este plan integral de mantenimiento del suelo, que está totalmente adaptado al sistema de producción ecológica que se pretenderá certificar, será ejecutado por el encargado mediante el empleo de la siguiente maquinaria:

- **Desbrozadora de cadenas.** Este apero va remolcado al tractor frutero y se empleará para segar las calles del cultivo.
- **Motodesbrozadora de hilo.** Se empleará para afinar el corte de hierba en las zonas más próximas al tronco del madroño donde no consigue llegar la desbrozadora remolcada.
- **Azada.** Se empleará para la ejecución de alguna escarda puntual o la eliminación de raíz de alguna especie de matorral que pueda nacer.

Toda la vegetación segada se dejará sobre el terreno consiguiendo un efecto “mulching” con numerosas ventajas ya comentadas.

1.5. Diseño agronómico del riego

Para el diseño de un sistema de riego se debe proyectar el diseño agronómico y el hidráulico.

En el cálculo del diseño agronómico es necesario establecer, en primer lugar, las necesidades de agua del cultivo y, en segundo lugar, la dosis, frecuencia, tiempo de riego y caudal de riego.

1.5.1. Necesidades netas de riego

El cálculo de las necesidades netas del cultivo se realiza por el método del balance hídrico, estimando las pérdidas y ganancias de agua del cultivo en un periodo concreto. Así, las necesidades de agua de riego se calculan como la diferencia entre pérdidas y ganancias definidas por la siguiente fórmula:

$$Nn = ETc - Pe - \Delta G + \Delta W$$

Donde:

- **Nn**: necesidades netas de riego del cultivo, expresado en mm/mes
- **ETc**: evapotranspiración del cultivo, en mm/mes
- **Pe**: precipitación efectiva en mm/mes
- **ΔG** : agua que llega al volumen radicular por ascensión capilar desde el nivel freático
- **ΔW** : variación en la cantidad de agua almacenada en el volumen radicular entre dos riegos

Para el cálculo de las necesidades netas no se tendrán en cuenta ΔG y ΔW , ya que estas variables sólo se utilizan en casos particulares. Por otro lado, esta ecuación sólo es válida si el riego tiene una cobertura total, es decir, por aspersión de todo el terreno o por riego de superficie, pero para el riego localizado, en este caso por goteo, se han de realizar ciertas correcciones en lo referente a la evapotranspiración según la siguiente fórmula:

$$Nn = ETc \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 - Pe$$

Donde:

- **K_1** : coeficiente corrector por localización, en tanto por uno.
- **K_2** : coeficiente corrector por variación climática, en tanto por uno.

- **K₃**: coeficiente corrector por advección, en tanto por uno.

Así, para proceder al cálculo de las necesidades netas de riego es necesario establecer el valor de los distintos coeficientes:

Corrección por localización (K₁)

Para calcular el factor de corrección por localización, se deben comparar la fracción de área sombreada (FAS) por la planta con relación a la superficie del marco de plantación (o superficie ocupada por la planta).

Para determinar el coeficiente corrector por localización es necesario, en primer lugar, calcular FAS mediante la siguiente fórmula:

$$FAS = \frac{\text{Superficie de proyección de la copa}}{\text{Superficie del marco de plantación}} = \frac{\pi \cdot D^2}{A \cdot B}$$

Donde:

- **Da**: diámetro aéreo de la planta (m)
- **(a · b)**: marco de plantación (m)

En el madroño, tomando un diámetro de un 1,2 m, y con el marco de plantación elegido (4 x 2,5), se obtiene una fracción de área sombreada de 0,45.

Existen diversos autores que han dado expresiones para calcular el factor de corrección por localización en base al FAS (Tabla VII.3):

Tabla VII.3. Valor del K₁ según diferentes autores.

Autor	Fórmula	Resultado
Aljibury et al	$K_1 = 1,34 \cdot FAS$	0,6062
Decroix	$K_1 = 0,1 + FAS$	0,5524
Hoare et al	$K_1 = FAS + 0,5 \cdot (1 - FAS)$	0,7262
Keller	$K_1 = FAS + 0,15 \cdot (1 - FAS)$	0,5345

Como no hay un acuerdo de cuál es la expresión más adecuada, se excluyen los valores extremos y se realiza la media entre los dos centrales, que representan, en este caso los resultados de las fórmulas de Decroix y Keller.

Por lo tanto, **K₁ = 0,5435**

Corrección climática (K₂)

La ET_c de cada mes está calculada en base a los datos medios de una serie de años, lo que implica que este valor puede suponer que las necesidades de riego calculadas sean insuficientes para determinados periodos. Dado que en la plantación se pretende

instalar un riego localizado, en el que las dosis de agua se aplicarán con bastante exactitud, resulta conveniente mayorar las necesidades en un 15 o 20 % para que el riego siga siendo adecuado en las épocas de mayor déficit.

Así, se considera el valor de **1,15** para K_2 .

Corrección por advección (K_3)

Mediante esta corrección se intentan estimar los efectos sobre la ET_c que provocan los movimientos del aire por advección, que tienen un efecto considerable en el microclima que afecta a la plantación. Este 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 vendrá en función de la naturaleza del cultivo y del tamaño de la superficie regada (Figura VII.3), para lo que se toma como superficie regada, no sólo la parcela considerada, sino también las que la rodean.

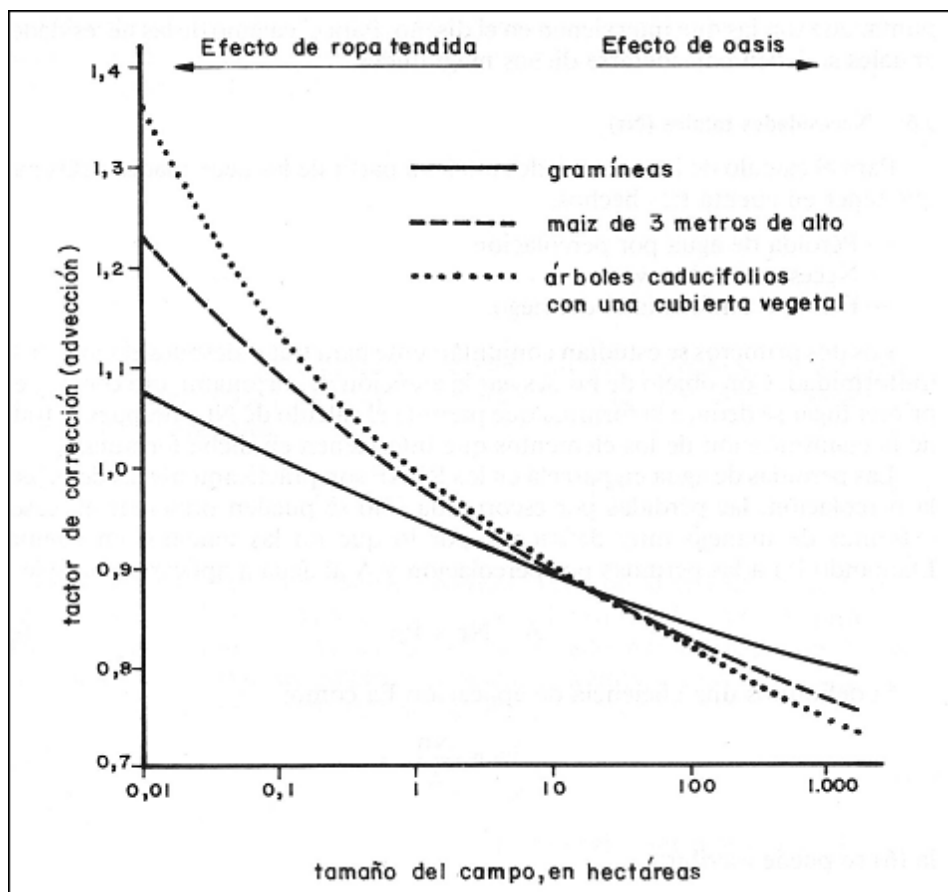


Figura VII.3. Variación del factor de corrección por advección.

Por tanto, se tomará un valor de K_3 de **0,98**.

En la Tabla VII.4 se muestra el cálculo de las necesidades netas de agua de riego N_n mensuales, corregidas con los coeficientes anteriormente calculados y a partir de los valores de evapotranspiración estimados en el Anexo II – Estudio climático según el método de Blaney y Criddle.

Tabla VII.4. Necesidades de riego mensuales.

	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.
ETc	42,8	50,2	69,7	99,8	109,9	100,2	75,2
ETc corregida	26,2	30,8	42,7	61,1	67,3	61,4	46,1
Pe	41,6	58,4	51,2	22,4	8,8	8	36
Nn mes	-15,4	-27,6	-8,5	38,7	58,5	53,4	10,1
Nn día	-0,5	-0,9	-0,3	1,3	1,9	1,7	0,3

1.5.2. Necesidades totales de riego

Las necesidades totales se calculan a partir de las necesidades netas, siendo mayores, dado que es necesario compensar las pérdidas causadas por y teniendo en cuenta tres aspectos: la percolación, las necesidades de lavado y la falta de uniformidad en el riego.

Teniendo en cuenta estos condicionantes, la expresión para calcular las necesidades totales de riego es la siguiente:

$$N_t = \frac{N_n}{(1 - K) \cdot CU}$$

Donde:

- **Nt**: necesidades totales de riego, expresadas en mm/mes
- **Nn**: necesidades netas del cultivo, expresadas en mm.
- **K**: factor corrector debido a las pérdidas de agua por percolación o a las necesidades de lavado.
- **CU**: coeficiente de uniformidad, expresado en tanto por uno.

Cálculo de K

El valor de K se debe calcular para el caso de pérdidas por percolación y para el de necesidades de lavado, usándose después el valor más elevado.

Así se puede calcular como:

- $K = 1 - E_a$
- $K = RL$

Donde:

- E_a : eficiencia de aplicación
- R_L : requerimientos de lavado

Eficiencia de aplicación

La eficiencia de aplicación depende del clima, la textura y de la profundidad radicular. Hay varios autores que la tienen referenciada, y para el presente caso se usaran los proporcionados por Séller (1978) para climas húmedos (Tabla VII.5).

Tabla VII.5. Valores típicos de la eficiencia de aplicación para climas húmedos. Fuente: Séller (1978).

Profundidad de raíces (m)	TEXTURA			
	Pedregos a	Gruesa	Media	Fina
< 0,75	0,65	0,75	0,85	0,90
0,75 – 1,5	0,75	0,80	0,90	0,95
> 1,5	0,85	0,90	0,95	1,00

Así, teniendo en cuenta que la plantación se establece sobre un suelo de textura media y que el madroño presenta un sistema radicular que puede superar el 1,5 m, se toma una eficiencia de aplicación de 0,95, siendo, por tanto, el valor de K de 0,05.

Requerimientos de lavado

Los requerimientos de lavado en riego localizado se calculan en base a la siguiente fórmula:

$$K = RL = \frac{CEr}{2 \cdot CEe \max}$$

Donde:

- R_L : requerimientos por lixiviación, expresado en tanto por uno.
- CEr : conductividad del agua de riego, expresado en dS/m.
- $CEe \max$: conductividad eléctrica del extracto de saturación para la cual la productividad de la plantación es del 100%, expresado en dS/m.

La conductividad del agua de riego medida en la zona es baja, de 0,12 dS/m, y se toma una conductividad del extracto de saturación máxima para el madroño de 2 dS/m, ya que a pesar de no ser sensible a la salinidad es una especie con bajas necesidades nutritivas. Tomando estos datos, $K = 0,03$.

Coeficiente de uniformidad (CU)

El coeficiente de uniformidad (CU) se utiliza para evaluar las instalaciones en funcionamiento y para el diseño de nuevas instalaciones, teniendo en cuenta la posible diferencia de caudal emitido por los goteros. Si la uniformidad es alta el reparte de agua al cultivo será homogéneos, mientras que si fuese baja existirá mayor riesgo de déficit de agua en algunas zonas y de filtración profunda en otras, dado que no existe un reparto similar sobre el conjunto de las plantas (Monge Redondo, 2018).

En los sistemas de riego localizado por goteo, el coeficiente de uniformidad suele ser elevado, con lo que se establece para la plantación objeto del proyecto un coeficiente de uniformidad del 90%.

Una vez determinados los coeficientes anteriores, se pasa a calcular las necesidades totales. La expresión de cálculo, escogiendo el valor de K más elevado y colocando el CU, queda de la siguiente manera:

$$N_t = \frac{N_n}{(1 - 0,05) \cdot 0,9}$$

En la siguiente tabla VII.6, se establecen los valores finales de las necesidades totales mensuales y diarios en mm para la plantación.

Tabla VII.6. Cálculo de las necesidades totales de riego.

	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.
Nn mes	38,7	58,5	53,4	10,1
Nn día	1,3	1,9	1,7	0,3
K	0,05	0,05	0,05	0,05
CU	0,9	0,9	0,9	0,9
Nt mes	45,3	68,5	62,5	11,8
Nt día	1,5	2,2	2,0	0,4

En el dimensionamiento de la instalación del riego se debe realizar en base al mes en el cual las necesidades son máximas. Este mes corresponde con el mes de julio, donde el valor de N_t mensual es de 68,5 mm y el diario de 2,2 mm.

Las necesidades netas de riego en el mes de julio para cada árbol son de 22 l/árbol y día.

$$N_t = \frac{2,2 \frac{l}{m^2} \cdot día \cdot 10000 m^2 \cdot ha}{1000 árboles/ha} = 22 l/árbol \cdot día$$

1.5.3. Número de emisores por planta y caudal del emisor

Área mojada por emisor

La superficie mojada es la proyección horizontal del bulbo húmedo que se forma tras el riego. Su determinación depende de factores como la textura, el grado de estratificación del suelo y el volumen de agua aplicada, sin embargo, a nivel de diseño, resulta suficiente, establecer su relación con la textura y el caudal del emisor.

Según la textura del suelo se establecen las siguientes fórmulas para el cálculo del diámetro mojado, como se recoge en la Tabla VII.7:

Tabla VII.7. Diámetros mojados por el emisor según textura del suelo y para cultivos leñosos. Fuente: (Monge Redondo, 2018).

Textura predominante del suelo	Diámetro de la superficie mojada del emisor (Cultivos leñosos)
Textura fina	$d = (1,2 + 0,10 \cdot q) \cdot 0,98$
Textura media	$d = (0,7 + 0,11 \cdot q) \cdot 0,96$
Textura gruesa	$d = (0,3 + 0,12 \cdot q) \cdot 0,93$

Donde:

- **d**: diámetro de la superficie mojada, en metros.
- **q**: caudal del emisor, en L/h.

Se determina que el caudal del emisor empleado es de 4 L/h, que es el más común para cultivos arbóreos y suelos francos y que presenta menor facilidad de atascos que uno de menor caudal. El suelo sobre el que se establece la plantación es de textura franco-arcillo-arenosa, por lo que se usa la fórmula para textura media, resultando un diámetro de área mojada de 1,09 m.

Por lo tanto, el área mojada por un emisor será la siguiente:

Superficie mojada por un emisor: $A_m = \pi \cdot (d/2)^2 = 0,93 \text{ m}^2$

Número de emisores por planta

El número mínimo de emisores por planta viene determinado por la siguiente fórmula:

$$e \geq \frac{(a \cdot b) \cdot FAS \cdot P_m}{100 \cdot A_m}$$

Donde:

- **e**: número de emisores por planta
- **(a · b)**: marco de plantación, en m²
- **Am**: área mojada por el emisor
- **FAS**: fracción de área sombreada
- **Pm**: porcentaje de superficie mojada que, según las recomendaciones de la tabla VII.8, se va a tomar un 35%

Tabla VII.8. Porcentaje de suelo mojado recomendado en función del cultivo. Fuente: (Fernández Gómez, R. et al. 1999).

Tipo de cultivo	Porcentaje de suelo mojado
Frutales de marco de plantación amplio	25% - 35%
Cultivos de marco de plantación medio (distancia de planta < 2,5 m)	40% - 60%
Cultivos de marco de plantación reducido (hortícolas y cultivos herbáceos en general)	70% - 90%

Así, se hacen necesarios dos emisores por planta, ya que:

$$e \geq \frac{(2,5 \cdot 4) \cdot 0,45 \cdot 35}{100 \cdot 0,93} = 1,69$$

Disposición de los emisores

Para la distribución sobre el terreno de las tuberías portaemisores se deben tener en cuenta varias consideraciones:

- Proporcionar a cada planta el número de emisores requeridos en el diseño agronómico.
- No dificultar las labores de cultivo.
- Hacer la mínima inversión.

Por otro lado, en teoría bastaría con disponer los emisores con una separación igual al diámetro del bulbo húmedo, pero en la práctica no es viable dado que se pueden crear barreras de sales y zonas secas o poco humedecidas entre los bulbos que podrían dificultar el crecimiento de las raíces. Por tanto, resulta recomendable que los bulbos húmedos de los distintos emisores se solapen entre un 15 y 30 %, como se recoge en la Tabla VII.9, considerándose un 25 % para el caso de la textura de la zona de la plantación.

Tabla VII.9. Valores de solape entre bulbos de goteros consecutivos. Fuente: (Monge Redondo, 2018).

Tipo de terreno	Solape (%) para cultivos leñosos
Arcilloso	15 %
Limoso	30 %
Arenoso	35 %

Para calcular el porcentaje solapado, se utiliza la siguiente expresión:

$$D = r_m \cdot \left(2 - \frac{S}{100} \right)$$

Donde:

- **D**: distancia entre emisores consecutivos, en metros.
- **S**: solape entre bulbos húmedos, en %.
- **r_m**: radio mojado, en metros.

Así, la distancia entre goteros es de:

$$D = 0,545 \cdot \left(2 - \frac{25}{100} \right) = 0,95 \text{ m}$$

La distancia entre goteros es de 0,95 m. Sin embargo, dado que se deben colocar dos goteros por árbol, se utilizará una distancia de 1,25 m entre goteros, por lo tanto, separado cada gotero del árbol en 0,65 m, permitiendo así reducir la inversión al elegir una disposición, entre las posibles que se reflejan en la Figura VII.4, que sólo necesita una tubería portagoteros por hilera de plantas (Imagen VII.1).



Imagen VII.1. Detalle de madroños con tubería de riego. Fotografía de C. Guerreiro.

Esta distancia en la disposición va a permitir un solapamiento en la misma línea de cultivo, pero no va existir solapamiento entre líneas de cultivo. Así la zona húmeda va a crear una línea continua que no va a ser problema para el madroño, y tiene las ventajas de evitar que las raíces se concentren en volumen de tierra reducido y de favorecer labores agrícolas entre líneas de plantación.

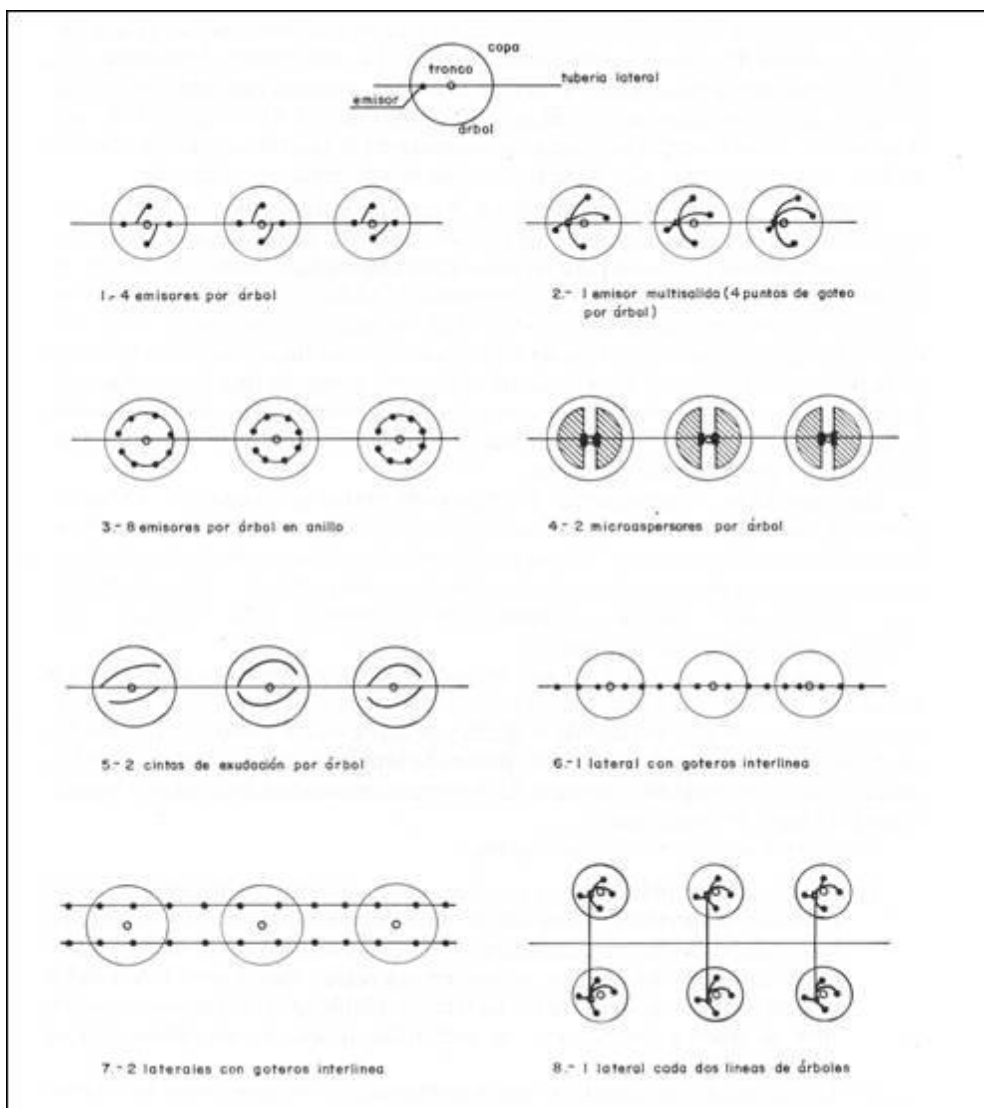


Figura VII.4. Disposiciones de goteos en la tubería portagoteos. Fuente: Franco & Pérez, (2007)

Dosis, frecuencia y duración de riego

La cantidad de agua aplicada en cada riego se puede calcular mediante dos formas:

$$D_r = n \cdot q \cdot t$$

$$D_r = N_t \cdot I$$

Donde:

- **D_r**: dosis de riego, en litros
- **n_e**: número de emisores por planta
- **q_e**: caudal del emisor, en L/h
- **t_r**: duración del riego, en horas

- N_t : necesidades totales, en L/día por planta
- I : intervalo entre riegos o frecuencia de riego, en días

De ambas ecuaciones se obtiene la siguiente:

$$n \cdot q \cdot t = N_t \cdot I$$

Dado que se trata de una ecuación con dos incógnitas, para poder resolverla hay que fijar una de las variables, siendo I la más fácil de establecer. En suelos con textura franca y en cultivos leñosos es recomendable realizar riegos diarios, con el fin de evitar que se produzca una gran diferencia entre el potencial hídrico del suelo a lo largo del intervalo entre riegos. Así, considerando la N_t más alta del mes de julio, se va a tomar un intervalo entre riegos de un día, por tanto, para poder resolver la fórmula y despejar el tiempo.

$$t = \frac{N_t \cdot I}{n \cdot q} = \frac{22 \cdot 1}{2 \cdot 4} = 2,75 \text{ horas}$$

Así, en julio cuando las necesidades de riego son mayores se realizarán riegos de 2,75 h.

1.5.4. Calendario de riegos

A continuación, se calculan los valores de las necesidades y tiempos de riego para cada uno de los meses. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que son valores medios, es decir que pueden variar según los años. Los madroños, a partir de marzo, cuando empieza la fase de crecimiento de los frutos, son muy sensibles a la falta de agua, teniendo en esta fase, hasta la maduración, en octubre y noviembre, especial atención a las necesidades hídricas de la plantación. Así, en caso de primaveras secas y otoños secos, podrá ser necesario aportar riegos periódicos en abril, mayo u octubre. También el hecho de necesitar incorporar fertilizantes vía fertirrigación podrá hacer necesario realizar algún riego en mayo y octubre.

Por otro lado, la dosis de riego durante las primeras fases de desarrollo de los madroños no coincide con la máxima calculada. Con lo que se considera que la dosis durante el primer año es el 20 % de N_t , y aumenta en un 10 % anualmente hasta el 3º año que comenzará a producir, y un 12 % hasta el 8º año en el que se considera que la planta está prácticamente en la plena producción y tiene las máximas necesidades de riego.

Tabla VII.10. Resumen de un calendario anual de riegos para la plantación.

Años plantación	Variable	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.
1º año (20 % de Nt)	Nt (l/árbol-día)	3,0	4,4	4,0	0,8
	t (horas)	0,4	0,6	0,5	0,1
	Volumen riego (L/día)	5.539	8.101	7.390	1.437
2º año (30% de Nt)	Nt (l/árbol-día)	4,5	6,6	6,0	1,2
	t (horas)	0,57	0,83	0,76	0,15
	Volumen riego (L/día)	8.308	12.152	11.085	2.156
3º año (40% de Nt)	Nt (l/árbol-día)	6,0	8,8	8,1	1,6
	t (horas)	0,76	1,10	1,01	0,20
	Volumen riego (L/día)	11.078	16.202	14.780	2.875
4º año (52% de Nt)	Nt (l/árbol-día)	7,9	11,5	10,5	2,0
	t (horas)	0,98	1,44	1,31	0,25
	Volumen riego (L/día)	14.401	21.063	19.214	3.737
5º año (64% de Nt)	Nt (l/árbol-día)	9,7	14,1	12,9	2,5
	t (horas)	1,2	1,8	1,6	0,3
	Volumen riego (L/día)	17.725	25.923	23.648	4.599
6º año (76% de Nt)	Nt (l/árbol-día)	11,5	16,8	15,3	3,0
	t (horas)	1,4	2,1	1,9	0,4
	Volumen riego (L/día)	21.048	30.784	28.082	5.462
7º año (88% de Nt)	Nt (l/árbol-día)	13,3	19,4	17,7	3,4
	t (horas)	1,7	2,4	2,2	0,4
	Volumen riego (L/día)	24.372	35.645	32.516	6.324
A partir del 8º año (100% de Nt)	Nt (l/árbol-día)	15,1	22,1	20,1	3,9
	t (horas)	1,9	2,8	2,5	0,5
	Volumen riego (L/día)	27.695	40.505	36.950	7.186

1.6. Fertilización de mantenimiento

1.6.1. Introducción

El madroño presenta unos requerimientos nutricionales bastante bajos si lo comparásemos a otras especies frutales. Este hecho se debe a su rusticidad y adaptación a suelos ácidos donde algunos nutrientes son escasos. Sin embargo, a pesar de su rusticidad, crece preferiblemente junto a líneas de agua, en la "sombra" de otras especies y, preferentemente, en exposiciones a Este o al Norte, donde existe una mayor cantidad de follaje y como tal mayor cantidad de materia orgánica, superior al de otras orientaciones.

Hay poca experiencia en las exigencias nutricionales del madroño, sin embargo, ya algunos estudios de producción han podido demostrar que, sin fertilización que ayude a compensar la extracción de nutrientes asociada a la producción de fruto, se evidencian años de vecería pronunciada (Gomes, y otros, 2015).

Para poder definir la fertilización se debe conocer el papel que desempeña cada nutriente en cada fase de desarrollo de la planta, como se recoge en el siguiente cuadro (Tabla VI.11).

Tabla VII.11. Influencia de cada nutriente en cada fase fenológica del madroño. Fuente: (Seita, I. et al, 2017)

Nutriente	Fase con mayor demanda		Características en la planta
	Fechas	Descripción fenológica	
N	De marzo a agosto	Inicio de la fructificación hasta el final del engrosamiento celular del fruto.	Vigor vegetativo. Producción y crecimiento de nuevos brotes. Calibre de los frutos.
P	De marzo a noviembre / diciembre	Inicio del engrosamiento celular del fruto hasta el final de la maduración.	Crecimiento radicular, acumulación de reservas, floración y diferenciación floral, venganza y desarrollo precoz de los frutos.
K	De abril a septiembre	Inicio del engrosamiento celular del fruto hasta el final de la maduración.	Inducción floral, calidad de los frutos (peso, calibre, color, sabor, contenido de azúcar), maduración. Resistencia a la sequía y al frío.
Ca	De abril a septiembre	Desde el engrosamiento celular del fruto hasta la maduración.	Fecundación y formación del fruto. Resistencia de la planta al ataque por microorganismos.
Mg	De abril a agosto	Desde el engrosamiento celular del fruto hasta el inicio de la maduración.	Promueve la fotosíntesis. Facilita asimilación de fósforo (sinergismo iónico).
B	De junio a octubre	Durante la inducción y diferenciación floral.	Promueve la fecundación, el desarrollo radicular y la tolerancia a la sequía.

1.6.2. Cálculo de las necesidades nutritivas del madroño

El propósito de la fertilización es restaurar los nutrientes perdidos por la erosión o la lixiviación, así como devolver los nutrientes extraídos por la fruta cosechada. No se considerarán más pérdidas, dado que el resto de nutrientes se devuelven en todo momento al suelo: la cubierta vegetal segada, la renovación de hojas del madroño y el triturado de los restos de podas.

Para el cálculo de cualquier abonado hay que tener en cuenta aspectos como la textura del suelo, los niveles de materia orgánica, los elementos nutritivos presentes, las técnicas de cultivo empleadas, etc.

Por otro lado, el objetivo de este abonado es satisfacer las necesidades del árbol, sin tener que agotar los niveles nutricionales del suelo, que ya fueron corregidos con el abonado de fondo, con lo que no se tendrán en cuenta estos valores. Así, para determinar correctamente las necesidades de abonado, se ha de realizar un balance entre las pérdidas y ganancias de elementos nutritivos en el suelo y la presencia actual de nutrientes en el suelo:

- Pérdidas o extracciones de nutrientes:
 - Las extracciones de nutrientes por parte de la producción del madroño y la fruta

- Las pérdidas de nutrientes por lixiviación, retrogradación o inmovilización.
- Ganancias de nutrientes:
 - Los nutrientes incorporados con el abonado de fondo.
 - Los nutrientes incorporados por la materia orgánica.

Por otro lado, se tratará de conservar la materia orgánica del suelo para lo que se compensará de cara a tener un balance nulo y no degradar la fertilidad del suelo.

1.6.2.1. Extracciones de nutrientes

Las necesidades de nutrientes son específicas para cada especie, es decir, no sólo dependen de la especie o variedad vegetal cultivada, sino también a otros aspectos como el clima o el manejo que se haga del cultivo. Por lo tanto, las extracciones de nutrientes serán diferentes en función de la edad de la planta, la fenología, la tasa de crecimiento o el nivel de producción.

Extracciones del madroño

En la siguiente plantación, va a haber una marcada diferencia en la extracción de nutrientes según la fase en la que se encuentren los madroños:

- Primer y segundo año tras la plantación, en el que no existe producción de frutos y hay un fuerte crecimiento de tallos y raíces. La extracción de nutrientes dependerá del mayor o menor crecimiento de la planta.
- Tercer año y sucesivos, hasta la entrada en plena producción, en los que la cosecha se va incrementando cada año. La demanda de nutrientes también aumenta gradualmente a la producción y al aumento de masa vegetativa de la planta.
- Plena producción, a partir del noveno u décimo año tras la plantación. Las cosechas y las extracciones de nutrientes se mantienen más o menos constantes. Se considera que no hay extracción de nutrientes, dado que la planta ha alcanzado un volumen vegetativo constante y se compensa con la incorporación de restos de poda al suelo.

Los resultados de algunos estudios (Franco *et al.*, (2015) y Pato *et al.*, (2015)) indican que los principales nutrientes exportados por los frutos del madroño son, en orden decreciente: potasio (K), calcio (Ca), magnesio, (Mg), fósforo (P), nitrógeno (N), Hierro, (Fe) y zinc (Zn). El boro (B) manganeso (Mn) y Cobre (Cu) son extraídos en cantidad semejante. Todos fueron cuantificados tal y como se refleja en la Tabla VII.12.

Tabla VII.12. Extracción de nutrientes estimada por fruto. Fuente: Franco *et al.*, (2015).

Elementos	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	B
Extracción de nutrientes (g/tonelada de fruto)	3.756	665	3.334	1.715	1.181	4,1	12	19,7	4,4	4,9

Por otro lado, se debe estimar la extracción de nutrientes debidas al crecimiento, pero al no existir bibliografía específica del madroño, se hace una estimación a partir de valores del arándano (Tabla VII.13).

Tabla VII.13. Extracción de nutrientes anual estimada por el crecimiento vegetativo. Fuente: Garcia, J.C. *et al.*, (2013).

Elementos	N	P	K	Ca	Mg
Extracción de nutrientes del crecimiento vegetativo anual (kg/ha)	20	5	12	10	2

La producción media para cada año de cultivo en kilogramos de cosecha por hectárea se muestra en la tabla VII.63, en el apartado siguiente de recolección. A partir del séptimo año, se considera que la producción media es más o menos constante.

Finalmente, para poder calcular las extracciones de la plantación por año (Tabla VII.14), es necesario comparar la extracción de nutrientes estimado por fruto con las estimaciones de producción media en cada año de la plantación, a lo que se añade anualmente la extracción de nutrientes debida al crecimiento vegetativo.

Tabla VII.14. Cálculo de la extracción de elementos de la plantación en cada año.

Elementos	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	B
Extracción nutrientes Año 1 (kg/ha)	20,00	5,00	12,00	10,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Extracción nutrientes Año 2 (kg/ha)	20,00	5,00	12,00	10,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Extracción nutrientes Año 3 (kg/ha)	21,57	5,28	13,39	10,72	2,49	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
Extracción nutrientes Año 4 (kg/ha)	26,28	6,11	17,58	12,87	3,97	0,01	0,02	0,03	0,01	0,01
Extracción nutrientes Año 5 (kg/ha)	20,00	6,45	19,25	13,73	4,57	0,01	0,03	0,04	0,01	0,01
Extracción nutrientes Año 6 (kg/ha)	42,70	9,02	32,15	20,36	9,14	0,02	0,07	0,12	0,03	0,03
Extracción nutrientes Año 7 (kg/ha)	52,53	10,76	40,88	24,86	12,23	0,04	0,10	0,17	0,04	0,04

Tabla VII.14 (continuación). Cálculo de la extracción de elementos de la plantación en cada año.

Elementos	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	B
Extracción nutrientes Año 8 (kg/ha)	57,07	11,56	44,91	26,93	13,66	0,04	0,12	0,19	0,04	0,05
Extracción nutrientes Año 9 (kg/ha)	67,29	13,37	53,98	31,59	16,87	0,05	0,15	0,25	0,06	0,06
Extracción nutrientes Año 10 (kg/ha)	69,94	13,84	56,33	32,80	17,70	0,05	0,16	0,26	0,06	0,07
Extracción nutrientes Año 11-25 (kg/ha)	71,07	14,04	57,33	33,32	18,06	0,06	0,16	0,27	0,06	0,07

Como la forma más común de encontrarse algunos elementos es en óxidos, se calculan, según las siguientes tasas de conversión, y se exponen las extracciones en elementos nutritivos (Tabla VII.15):

- $P_2O_5 = P \cdot 2,3$
- $K_2O = K \cdot 1,2$
- $CaO = Ca \cdot 1,4$
- $MgO = Mg \cdot 1,7$

Tabla VII.15. Cálculo de la extracción de nutrientes de la plantación en cada año.

Elemento nutritivo	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Cu	Zn	Fe	Mn	B
Extracción nutrientes Año 1 (kg/ha)	20,00	11,50	14,40	14,00	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Extracción nutrientes Año 2 (kg/ha)	20,00	11,50	14,40	14,00	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Extracción nutrientes Año 3 (kg/ha)	21,57	12,14	16,07	15,00	4,24	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
Extracción nutrientes Año 4 (kg/ha)	26,28	14,06	21,09	18,02	6,76	0,01	0,02	0,03	0,01	0,01
Extracción nutrientes Año 5 (kg/ha)	20,00	14,82	23,10	19,22	7,76	0,01	0,03	0,04	0,01	0,01
Extracción nutrientes Año 6 (kg/ha)	42,70	20,74	38,58	28,51	15,53	0,02	0,07	0,12	0,03	0,03
Extracción nutrientes Año 7 (kg/ha)	52,53	24,75	49,06	34,80	20,79	0,04	0,10	0,17	0,04	0,04
Extracción nutrientes Año 8 (kg/ha)	57,07	26,60	53,89	37,70	23,22	0,04	0,12	0,19	0,04	0,05
Extracción nutrientes Año 9 (kg/ha)	67,29	30,76	64,77	44,23	28,68	0,05	0,15	0,25	0,06	0,06

Tabla VII.15 (continuación). Cálculo de la extracción de nutrientes de la plantación en cada año.

Elemento nutritivo	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Cu	Zn	Fe	Mn	B
Extracción nutrientes Año 10 (kg/ha)	69,94	31,84	67,59	45,92	30,09	0,05	0,16	0,26	0,06	0,07
Extracción nutrientes Año 11-25 (kg/ha)	71,07	32,30	68,80	46,65	30,70	0,06	0,16	0,27	0,06	0,07

Pérdidas de nutrientes

Las pérdidas de nutrientes en la plantación van a ser las siguientes:

Pérdidas de nitrógeno

Las pérdidas de nitrógeno en el suelo se producen principalmente por lixiviación o desnitrificación del ión nitrato. Se estima que el nitrógeno que se pierde va a ser del 15%.

Pérdidas de fósforo

Las pérdidas de fósforo en el suelo se deben a su retrogradación: forma compuestos insolubles con el aluminio y el hierro en suelos muy ácidos, o con el calcio, en suelos con pH elevado. Además, también es fácilmente adsorbido por las arcillas. Por lo general, se puede decir que aproximadamente el 60% del fósforo que se aplica con la fertilización, se insolubiliza quedando en formas no asimilables para las plantas.

El suelo de la plantación objeto del proyecto presenta un pH ligeramente ácido: 5,76 actualmente y un contenido de arcilla del 23,86%. Teniendo en cuenta ambos aspectos, se estima que el fósforo se pierde en un 40 %.

Pérdidas de potasio

El potasio pasa a ser no asimilable por las plantas cuando se producen fijaciones en la superficie interna de algunas arcillas. No obstante, este proceso sólo tiene cierta intensidad en suelos pobres, mientras que en suelos con niveles más o menos elevados, la fijación del potasio sólo representa el 10-20% de las extracciones de los cultivos.

En la plantación objeto del proyecto, los niveles actuales de potasio son altos, por lo que se considera que el potasio fijado va a ser del 10%.

1.6.2.2. Ganancias de nutrientes

Respecto a las ganancias de nutrientes en el suelo, sólo se van a considerar aquellos incrementos de cierta cuantía: los nutrientes procedentes de la mineralización de la materia orgánica en el suelo, y los nutrientes incorporados con la enmienda de compensación de fósforo con el abonado de fondo.

Nutrientes aportados por el abonado de fondo

Con la enmienda de fósforo se aplicó un abonado de fondo organomineral, con el que se incorporaron las siguientes cantidades de nutrientes (Tabla VII.16):

- N: 180 kg/ha
- P₂O₅: 450 kg/ha
- K₂O: 90 kg/ha
- CaO: 300 kg/ha
- MgO: 60 kg/ha

Estos nutrientes, dado que se considera que es un abono peletizado de liberación lenta, se considera que se liberarán en el suelo de manera progresiva a un ritmo de 40% el primer año, 25% el segundo año, 20% el tercer año, 10 % el cuarto año y 5 % el quinto año, tal y cómo se indica en la siguiente tabla:

Tabla VII.16. Liberación de los nutrientes aportados por el abonado de fondo cada año.

Liberación de los nutrientes aportados por el abono de fondo (kg/ha)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Cu	Zn	Fe	Mn	B
Año 1	72,0	180,0	36,0	120,0	24,0	0,0	0,0	9,6	0,0	2,4
Año 2	45,0	112,5	22,5	75,0	15,0	0,0	0,0	6,0	0,0	1,5
Año 3	36,0	90,0	18,0	60,0	12,0	0,0	0,0	4,8	0,0	1,2
Año 4	18,0	45,0	9,0	30,0	6,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,6
Año 5	9,0	22,5	4,5	15,0	3,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,3

Nutrientes incorporados por la materia orgánica.

Se calculan en el siguiente apartado de conservación de la materia orgánica.

1.6.2.3. Balance de materia orgánica

Mantener un balance equilibrado de la materia orgánica del suelo es muy importante, pues como apunta García-Serrano (2010) mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos:

- Tiene un efecto positivo sobre la estructura del suelo, mejorando su permeabilidad, su capacidad de almacenar agua y reduce la erosión.
- Aporta elementos nutritivos, constituye junto a la arcilla el complejo de cambio y facilita la absorción de los nutrientes (formando quelatos y fosfhumatos).

- Favorece la proliferación de microorganismos aerobios a los que proporciona carbono y nitrógeno, cuando la materia orgánica está poco descompuesta. Favorece, además, la respiración de las raíces y la germinación de las semillas.

En suelos con un contenido de materia orgánica adecuado, como es el del presente proyecto, la cantidad de materia orgánica a aportar deberá ser la necesaria para conservar el nivel de humus (dosis de conservación), que en los siguientes apartados se calculará.

Pérdidas de materia orgánica producidas por mineralización

El suelo de la plantación objeto del proyecto presenta un contenido en materia orgánica oxidable del 3,23%. Teniendo en cuenta que se trata de un clima templado, de un suelo franco y que una vez implantado el cultivo, no se va a realizar laboreo en el suelo, se toma un coeficiente pérdidas por mineralización del 1% ($K_2 = 0,01$).

A continuación, se calculan los valores anuales de materia orgánica mineralizada, considerando el horizonte orgánico de una profundidad de 30 cm y el suelo de una densidad de 1,35 t/m³.

- La masa de suelo es:

$$m = 0,3 \text{ m} \cdot 10.000 \text{ m}^2/\text{ha} \cdot 1350 \text{ kg/m}^3 = 4,05 \cdot 10^6 \text{ kg/ha}$$

- El contenido de materia orgánica (3,23 %) de 1 ha de suelo es:

$$4,05 \cdot 10^6 \text{ kg/ha} \cdot 0,0323 = 130.815 \text{ kg/ha}$$

- Así, finalmente llegamos a la materia orgánica mineralizada por hectárea y año:

$$130.815 \text{ kg/ha} \cdot 0,01 = 1308,15 \text{ kg/ha}$$

Materia orgánica incorporada por el abono de fondo

Con la enmienda de fósforo se aplicó un abonado de fondo organomineral (Tabla VII.1), con el que se incorporaron 1656 kg/a de materia orgánica, con lo que se considera que el año 1 de la plantación ya está compensado.

Necesidades de materia orgánica a incorporar

Para poder conservar los niveles de materia orgánica del suelo, se deberá incorporar materia orgánica al suelo. Las principales fuentes de materia orgánica pueden ser: estiércol de ganadería, compost de origen vegetal, abonos verdes y restos vegetales que puedan enterrarse tras finalizar el cultivo.

Para conseguir un sistema en equilibrio tendremos que tener un balance nulo, es decir, que las pérdidas sean igual a las ganancias aportadas por los restos de cosecha y por los residuos ganaderos añadidos.

Se considera que los restos de poda que se añaden al suelo compensarán las necesidades de materia orgánica en un estimado 10 % anual,

Los restos de poda tienen una relación C/N muy alta, por lo que cuesta mucho incorporarlos al suelo. Tienen una velocidad de mineralización muy baja, y no se consideran en el cálculo de nutrientes.

Así, el resto de necesidades serán compensadas con la incorporación de estiércol. Sin embargo, cuando se realicen aportes de estiércol de ganado, es importante conocer su procedencia, puesto que el modo de producción de la plantación es ecológico. Aunque actualmente se permiten los estiércoles de ganado extensivo no ecológico, se deberá garantizar que no son de ganadería intensiva y que han sufrido un proceso de estabilización mediante descomposición biológica aerobia. Dado que cerca de la parcela hay un establo de ovejas en extensivo, se podrá contar con el estiércol pajoso de las camas para incorporar a la parcela.

Consultando fuentes, el contenido de nutrientes y materia orgánica, el contenido en el estiércol de ovino es reflejado en el siguiente cuadro:

Tabla VII.17. Contenido en nutrientes (sobre materia total) del estiércol de ovino. Fuente: Gonzalez y Pomares (2008).

Procedencia	Composición sobre materia total (%)					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Materia orgánica
Estiércol ovino	1,4	0,2	1	0,58	0,18	45

Así, para compensar las pérdidas por mineralización de 1,308 T/ha será necesario seguir el siguiente plan de incorporación de estiércol pajoso de oveja, que a su vez aportará nutrientes al suelo, liberados de manera progresiva a un ritmo de 50% el primer año, 35% el segundo año y 15% el tercer año.

Tabla VII.18. Plan de compensación de la materia orgánica con la incorporación de estiércol y nutrientes incorporados.

Año	Materia orgánica a compensar (kg/ha)	Compensaciones		Necesidades de m.o. a compensar	Cantidad de estiércol a incorporar (kg/ha)	Cantidad de estiércol total a incorporar en la plantación (T)	Nutrientes incorporados (kg/ha)				
		Abonado de fondo (kg/ha)	Podas (kg/ha)				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
1	1.308	1.656	131								
2	1.308		131	1.177	2.616	4,7	18,31	2,62	13,08	7,59	2,35
3	1.308		131	1.177	2.616	4,7	24,72	3,53	17,66	10,24	3,18
4	1.308		131	1.177	2.616	4,7	36,62	5,23	26,16	15,17	4,71
5	1.308		131	1.177	2.616	4,7	34,59	4,94	24,71	14,33	4,45
6	1.308		131	1.177	2.616	4,7	34,59	4,94	24,71	14,33	4,45
7	1.308		131	1.177	2.616	4,7	34,59	4,94	24,71	14,33	4,45
8	1.308		131	1.177	2.616	4,7	34,59	4,94	24,71	14,33	4,45
9	1.308		131	1.177	2.616	4,7	34,59	4,94	24,71	14,33	4,45
10	1.308		131	1.177	2.616	4,7	34,59	4,94	24,71	14,33	4,45
11 - 25	1.308		131	1.177	2.616	4,7	34,59	4,94	24,71	14,33	4,45

Será necesario aplicar 4,7 toneladas de estiércol anual (2.616 kg/ha) a la parcela. Estas aplicaciones anuales se realizarán después de la cosecha y siempre después de haber segado la cubierta vegetal, normalmente de febrero a marzo. Para el reparto homogéneo por las calles de la parcela se usará un remolque esparcidor.

1.6.2.4. Balance de necesidades del madroño

De esta forma, una vez conocidas los niveles de ganancias y pérdidas en el suelo, se establece el balance de nutrientes y las necesidades a aplicar cada elemento fertilizante en cada año productivo (Tabla VII.19).

Tabla VII.19. Balance anual de nutrientes y necesidades a aplicar.

Año	Balance de nutrientes (kg/ha)		Elemento nutritivo									
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Cu	Zn	Fe	Mn	B
1	Perdidas (kg/ha)	Extracciones madroño	20,00	11,50	14,40	14,00	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Pérdidas de nutrientes	3,00	4,60	1,44							
	Ganancias (kg/ha)	Abonado de fondo	72,00	180,00	36,00	120,00	24,00	0,00	0,00	9,60	0,00	2,40
		Materia orgánica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Necesidades (kg/ha)		-49,00	-163,90	-20,16	-106,00	-20,60	0,00	0,00	-9,60	0,00	-2,40
2	Perdidas (kg/ha)	Extracciones madroño	20,00	11,50	14,40	14,00	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Pérdidas de nutrientes	3,00	4,60	1,44							
	Ganancias (kg/ha)	Abonado de fondo	45,00	112,50	22,50	75,00	15,00	0,00	0,00	6,00	0,00	1,50
		Materia orgánica	18,31	2,62	13,08	7,59	2,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Necesidades (kg/ha)		-40,31	-99,02	-19,74	-68,59	-13,95	0,00	0,00	-6,00	0,00	-1,50
3	Perdidas (kg/ha)	Extracciones madroño	21,57	12,14	16,07	15,00	4,24	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
		Pérdidas de nutrientes	3,24	4,86	1,61							
	Ganancias (kg/ha)	Abonado de fondo	36,00	90,00	18,00	60,00	12,00	0,00	0,00	4,80	0,00	1,20
		Materia orgánica	24,72	3,53	17,66	10,24	3,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Necesidades (kg/ha)		-35,92	-76,54	-17,98	-55,24	-10,94	0,00	0,01	-4,79	0,00	-1,20

Tabla VII.19 (continuación). Balance anual de nutrientes y necesidades a aplicar.

Año	Balance de nutrientes (kg/ha)		Elemento nutritivo									
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Cu	Zn	Fe	Mn	B
4	Perdidas (kg/ha)	Extracciones madroño	26,28	14,06	21,09	18,02	6,76	0,01	0,02	0,03	0,01	0,01
		Pérdidas de nutrientes	3,94	5,62	2,11							
	Ganancias (kg/ha)	Abonado de fondo	18,00	45,00	9,00	30,00	6,00	0,00	0,00	2,40	0,00	0,60
		Materia orgánica	36,62	5,23	26,16	15,17	4,71					
	Necesidades (kg/ha)		-24,40	-30,55	-11,96	-27,16	-3,95	0,01	0,02	-2,37	0,01	-0,59
5	Perdidas (kg/ha)	Extracción nutrientes	20,00	14,82	23,10	19,22	7,76	0,01	0,03	0,04	0,01	0,01
		Pérdidas de nutrientes	3,00	5,93	2,31							
	Ganancias (kg/ha)	Abonado de fondo	9,00	22,50	4,50	15,00	3,00	0,00	0,00	1,20	0,00	0,30
		Materia orgánica	34,59	4,94	24,71	14,33	4,45					
	Necesidades (kg/ha)		-20,59	-6,69	-3,80	-10,11	0,32	0,01	0,03	-1,16	0,01	-0,29
6	Perdidas (kg/ha)	Extracciones madroño	42,70	20,74	38,58	28,51	15,53	0,02	0,07	0,12	0,03	0,03
		Pérdidas de nutrientes	6,40	8,30	3,86							
	Ganancias (kg/ha)	Materia orgánica	34,59	4,94	24,71	14,33	4,45					
	Necesidades (kg/ha)		14,51	24,10	17,73	14,18	11,09	0,02	0,07	0,12	0,03	0,03
7	Perdidas (kg/ha)	Extracciones madroño	52,53	24,75	49,06	34,80	20,79	0,04	0,10	0,17	0,04	0,04
		Pérdidas de nutrientes	7,88	9,90	4,91							
	Ganancias (kg/ha)	Materia orgánica	34,59	4,94	24,71	14,33	4,45					
	Necesidades (kg/ha)		25,83	29,71	29,25	20,47	16,34	0,04	0,10	0,17	0,04	0,04
8	Perdidas (kg/ha)	Extracciones madroño	57,07	26,60	53,89	37,70	23,22	0,04	0,12	0,19	0,04	0,05
		Pérdidas de nutrientes	8,56	10,64	5,39							
	Ganancias (kg/ha)	Materia orgánica	34,59	4,94	24,71	14,33	4,45					
	Necesidades (kg/ha)		31,05	32,29	34,57	23,37	18,77	0,04	0,12	0,19	0,04	0,05

Tabla VII.19 (continuación). Balance anual de nutrientes y necesidades a aplicar.

Año	Balance de nutrientes (kg/ha)		Elemento nutritivo									
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Cu	Zn	Fe	Mn	B
9	Perdidas (kg/ha)	Extracciones madroño	67,29	30,76	64,77	44,23	28,68	0,05	0,15	0,25	0,06	0,06
		Pérdidas de nutrientes	10,09	12,30	6,48							
	Ganancias (kg/ha)	Materia orgánica	34,59	4,94	24,71	14,33	4,45					
	Necesidades (kg/ha)		42,79	38,12	46,54	29,90	24,23	0,05	0,15	0,25	0,06	0,06
10	Perdidas (kg/ha)	Extracciones madroño	69,94	31,84	67,59	45,92	30,09	0,05	0,16	0,26	0,06	0,07
		Pérdidas de nutrientes	10,49	12,73	6,76							
	Ganancias (kg/ha)	Materia orgánica	34,59	4,94	24,71	14,33	4,45					
	Necesidades (kg/ha)		45,84	39,63	49,64	31,59	25,65	0,05	0,16	0,26	0,06	0,07
11-25	Perdidas (kg/ha)	Extracciones madroño	71,07	32,30	68,80	46,65	30,70	0,06	0,16	0,27	0,06	0,07
		Pérdidas de nutrientes	10,66	12,92	6,88							
	Ganancias (kg/ha)	Materia orgánica	34,59	4,94	24,71	14,33	4,45					
	Necesidades (kg/ha)		47,14	40,27	50,97	32,32	26,25	0,06	0,16	0,27	0,06	0,07

De la tabla anterior, que muestra los cálculos, se resumen en el siguiente cuadro (Tabla VII.20) el resumen de las necesidades nutritivas del cultivo, pero aplicadas a toda la plantación, ósea en valores absolutos para las 1,8 ha de área de la plantación.

Tabla VII.20. Necesidades de cada elemento fertilizante.

Nutrientes	Macroelementos					Microelementos				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Cu	Zn	Fe	Mn	B
Necesidades 1º año (kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necesidades 2º año (kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necesidades 3º año (kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necesidades 4º año (kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necesidades 5º año (kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necesidades 6º año (kg)	26,13	43,38	31,91	25,52	19,95	0,04	0,13	0,21	0,05	0,05
Necesidades 7º año (kg)	46,49	53,47	52,66	36,84	29,42	0,06	0,19	0,31	0,07	0,08
Necesidades 8º año (kg)	55,88	58,13	62,23	42,07	33,79	0,07	0,21	0,35	0,08	0,09
Necesidades 9º año (kg)	77,03	68,61	83,77	53,82	43,61	0,09	0,27	0,45	0,10	0,11
Necesidades 10º año (kg)	82,51	71,33	89,36	56,87	46,16	0,10	0,29	0,47	0,11	0,12
Necesidades 11 - 25º año (kg)	84,86	72,49	91,75	58,17	47,25	0,10	0,29	0,48	0,11	0,12

En el resumen anterior, se observa que hasta el sexto año no será necesario complementar la aplicación de estiércol con otra fertilización.

1.6.3. Plan de fertilización

El plan de fertilización para compensar las necesidades nutritivas de la plantación se va a complementar de las siguientes aplicaciones:

- Aplicación anual de estiércol.
- Aplicación de fertilizantes mediante fertirrigación.

La aplicación de estiércol de oveja ya fue contabilizada en el apartado anterior y permite poder reducir la aplicación de nutrientes, a la vez que conservar la materia orgánica. En cuanto a la compensación de las restantes necesidades (Tabla VII.20) se opta por la fertirrigación, que tiene las siguientes ventajas:

- Máximo aprovechamiento de las potencialidades del sistema de riego por goteo.
- Posibilidad de dar a los árboles los nutrientes de forma moderada y repetida y adaptada a las necesidades en cada estado de crecimiento.

1.6.3.1. Fertilizantes ecológicos para fertirrigación

En la actualidad el crecimiento del consumo y la producción ecológica ha permitido el desarrollo de diferentes fertilizantes minerales y órgano-minerales aptos y certificados para la producción ecológica. Entre los existentes en el mercado en las tablas VII.21 y 22 se apuntan algunas posibles soluciones líquidas e sólidos hidrosolubles para la fertirrigación de algunas empresas líderes de este tipo de gama ecológica (Seipasa, K+S, Herogra, Sulfato Cálcico del Mediterráneo y Compo Expert) para los nutrientes buscados: N, P, K, Ca, Mg y microelementos.

Tabla VII.21. Resumen de los principales mix de microelementos para fertirrigación disponibles en el mercado.
Fuente: Catálogos comerciales de cada empresa.

Nutriente buscado	Nombre comercial	Empresa	Tipo de fertilizante	Composición (%)				
				Cu	Zn	Fe	Mn	B
Mix Microelementos	Microsol MIX	SEIPASA	Sólido soluble	0,35	3,40	6,40	6,00	0,85
Mix Microelementos	Seipafol MIX	SEIPASA	Líquido	0,2	3,00	3,50	2,50	0,60
Tradecorp AZ	Seipafol MIX	TRADECORP	Sólido	0,28	0,70	7,50	3,5	0,65

Tabla VII.22. Resumen de los principales fertilizantes ecológicos para fertirrigación. Fuente: Catálogos comerciales de cada empresa.

Nutriente buscado	Nombre comercial	Empresa	Tipo de fertilizante	Características	Composición (%)					
					N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃
NPK	Terraplus Natura K	COMPO EXPERT	Sólido	Organomineral líquido	4,00	4,00	12,00			
NPK	Terraplus Natura N	COMPO EXPERT	Sólido	Organomineral líquido						
NPK	Terraplus Fluid 10-2-3	COMPO EXPERT	Líquido	Organomineral líquido	10,00	2,00	3,00			
NPK	Terraplus Fluid 3-5-5	COMPO EXPERT	Líquido	Organomineral líquido	3,00	5,00	5,00			
NPK	Terrasei Equilibrio	SEIPASA	Líquido	Organomineral líquido	7,00	7,00	7,00			
NPK	Multisei	SEIPASA	Líquido	Organomineral líquido	4,50	0,30	3,50			
K	Multisei	SEIPASA	Líquido	Organomineral líquido			16,00			
K	Hero K 40	HEROGRA	Líquido				40,00			
K	Hortisul	K+S	Sólido soluble			52,00				45,00
Calcio	Yescal	Sulfato Cálcico del Mediterráneo	Sólido soluble	Sulfato cálcico				32,70		47,00
Calcio	Calcisei 10	SEIPASA	Líquido	Calcio orgánico				10,00		
Calcio	Calcifruit complex	HEROGRA	Líquido	Calcio orgánico				8,55		
Magnesio	EPSO Top	K+S	Sólido soluble	Mineral					16,00	32,50

1.6.3.2. Fertilizantes utilizados

En la tabla VII.21 se ha podido confirmar la diversidad de fertilizantes para fertirrigación disponibles en el mercado. De ellos se opta para cubrir cada nutriente los siguientes:

- **NPK:** Terrasei Equilibrio 7-7-7. Se elige este fertilizante dado que la necesidad de los tres principales nutrientes es similar y es la forma NPK que más se ajusta a las necesidades de la plantación. Es un abono líquido de fácil empleo y buena estabilidad.
- **Calcio:** Calsei 10. Este calcio es líquido y permite cubrir las necesidades de calcio del cultivo.
- **Magnesio:** Epso Top.
- **Microelementos:** Microsol MIX. De los mix de elementos analizados es el que tiene una composición que mejor se adapta a las necesidades del madroño.

Por otro lado, según el pH que alcance finalmente la solución de fertirriego en base a las dosis de cada fertilizante aplicado, podrá ser necesario aplicar algún regulador tampón que permita que la solución fertilizante se aplique entre 5,6 y 6,5, valores ligeramente ácidos, más adecuados para el madroño. Entre los reguladores disponibles en el mercado, están el ácido acético y el ácido cítrico. Se opta por el empleo de ácido cítrico de la empresa Nortembio, siendo necesario seguir la siguiente consideración en la aplicación: para bajar el pH 0,25 unidades se aplicarán 20 ml de ácido cítrico cada 1.000 l de solución nutritiva.

1.6.3.3. Plan de fertirrigación

Macronutrientes

Para cubrir las necesidades de macronutrientes se utilizarán los abonos anteriores que se aplicarán por fertirriego desde el sexto año según las cantidades indicadas en las tablas siguientes, para cada año, donde, en cualquier caso, se ha buscado cubrir las necesidades de cada nutriente de forma que el balance, en cualquier caso, sea positivo, es decir, que las entradas sean mayores que las necesidades.

Tabla VII.23. Resumen de las cantidades de cada fertilizante a aplicar en el Año 6.

AÑO 6						
Tanque	A			B	C	
Abono	Terrasei Equilibrio 7-7-7			Calcisei 10	Epsotop	
Empresa	SEIPASA			SEIPASA	KALI	
Nutrientes	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃
Composición (%)	7	7	7	10	16,00	32,50
Cantidad abono (kg o L)	620			255	125	
Cantidad abono (kg o L/ha)	344			142	69	
Necesidades nutrientes (kg/ha)	14,51	24,10	17,73	14,18	11,09	
Nutrientes aplicados (kg/ha)	24,10	24,10	24,10	14,18	11,09	22,52
Balance (kg/ha)	9,59	0,00	6,37	0,00	0,00	

Tabla VII.24. Resumen de las cantidades de cada fertilizante a aplicar en el Año 7.

AÑO 7						
Tanque	A			B	C	
Abono	Terrasei Equilibrio 7-7-7			Calcisei 10	Epsotop	
Empresa	SEIPASA			SEIPASA	KALI	
Nutrientes	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃
Composición (%)	7	7	7	10	16,00	32,50
Cantidad abono (kg o L)	764			368	184	
Cantidad abono (kg o L/ha)	424			205	102	
Necesidades nutrientes (kg/ha)	25,83	29,71	29,25	20,47	16,34	
Nutrientes aplicados (kg/ha)	29,71	29,71	29,71	20,47	16,34	33,20
Balance (kg/ha)	3,88	0,00	0,45	0,00	0,00	

Tabla VII.25. Resumen de las cantidades de cada fertilizante a aplicar en el Año 8.

AÑO 8						
Tanque	A			B	C	
Abono	Terrasei Equilibrio 7-7-7			Calcisei 10	Epsotop	
Empresa	SEIPASA			SEIPASA	KALI	
Nutrientes	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃
Composición (%)	7	7	7	10	16,00	32,50
Cantidad abono (kg o L)	889			421	211	
Cantidad abono (kg o L/ha)	494			234	117	
Necesidades nutrientes (kg/ha)	31,05	32,29	34,57	23,37	18,77	
Nutrientes aplicados (kg/ha)	34,57	34,57	34,57	23,37	18,77	38,13
Balance (kg/ha)	3,53	2,28	0,00	0,00	0,00	

Tabla VII.26. Resumen de las cantidades de cada fertilizante a aplicar en el Año 9.

AÑO 9						
Tanque	A			B	C	
Abono	Terrasei Equilibrio 7-7-7			Calcisei 10	Epsotop	
Empresa	SEIPASA			SEIPASA	KALI	
Nutrientes	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃
Composición (%)	7	7	7	10	16,00	32,50
Cantidad abono (kg o L)	1197			538	273	
Cantidad abono (kg o L/ha)	665			299	151	
Necesidades nutrientes (kg/ha)	42,79	38,12	46,54	29,90	24,23	
Nutrientes aplicados (kg/ha)	46,54	46,54	46,54	29,90	24,23	49,22
Balance (kg/ha)	3,75	8,42	0,00	0,00	0,00	

Tabla VII.27. Resumen de las cantidades de cada fertilizante a aplicar en el Año 10.

AÑO 10						
Tanque	A			B	C	
Abono	Terrasei Equilibrio 7-7-7			Calcisei 10	Epsotop	
Empresa	SEIPASA			SEIPASA	KALI	
Nutrientes	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃
Composición (%)	7	7	7	10	16,00	32,50
Cantidad abono (kg o L)	1277			569	289	
Cantidad abono (kg o L/ha)	709			316	160	
Necesidades nutrientes (kg/ha)	45,84	39,63	49,64	31,59	25,65	
Nutrientes aplicados (kg/ha)	49,64	49,64	49,64	31,59	25,65	52,09
Balance (kg/ha)	3,81	10,02	0,00	0,00	0,00	

Tabla VII.28. Resumen de las cantidades de cada fertilizante a aplicar en el Año 11-25.

AÑO 11 - 25						
Tanque	A			B	C	
Abono	Terrasei Equilibrio 7-7-7			Calcisei 10	Epsotop	
Empresa	SEIPASA			SEIPASA	KALI	
Nutrientes	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃
Composición (%)	7	7	7	10	16,00	32,50
Cantidad abono (kg o L)	1311			582	295	
Cantidad abono (kg o L/ha)	728			323	164	
Necesidades nutrientes (kg/ha)	47,14	40,27	50,97	32,32	26,25	
Nutrientes aplicados (kg/ha)	50,97	50,97	50,97	32,32	26,25	53,33
Balance (kg/ha)	3,83	10,70	0,00	0,00	0,00	

En las tablas siguientes se presentan los planes de fertilización para cada año y para el total de la plantación, especificando las cantidades de abonos a aplicar por fertirrigación en cada mes, en qué tanque y las formas de disolución. Asimismo, como se ha comentado anteriormente si el pH fuese a la salida de la disolución fertilizante fuese superior a 6 será necesario inyectar ácido cítrico hasta bajar el pH a ese valor.

Tabla VII.29. Plan de fertilización para los meses de mayo, junio y julio del año de plantación 6º.

AÑO 6																					
Mes	Mayo						Junio						Julio								
Tanque	A			B	C			A			B	C			A			B	C		
Abono	Terrasei Equilibrio 7-7-7			Calcisei 10	Epsotop			Terrasei Equilibrio 7-7-7			Calcisei 10	Epsotop			Terrasei Equilibrio 7-7-7			Calcisei 10	Epsotop		
Nutrientes	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃			
Composición (%)	7	7	7	10	16,00	32,50	7	7	7	10	16,00	32,50	7	7	7	10	16,00	32,50			
Volumen disolución (L)	200			200	200			500			500	500			500			500	500		
Cantidad abono (kg o L)	62			26	12			124			51	25			124			51	25		
Volumen agua (L)	138			174	188			376			449	475			376			449	475		
% anual del gasto	10						20						20								
Nutrientes aplicados (kg/ha)	4,34	4,34	4,34	2,55	2,00	4,05	8,68	8,68	8,68	5,10	3,99	8,11	8,68	8,68	8,68	5,10	3,99	8,11			
Nutrientes aplicados (kg/ha)	2,41	2,41	2,41	1,42	1,11	2,25	4,82	4,82	4,82	2,84	2,22	4,50	4,82	4,82	4,82	2,84	2,22	4,50			

Tabla VII.30. Plan de fertilización para los meses de agosto, septiembre y octubre del año de plantación 6º.

AÑO 6																					
Mes	Agosto						Septiembre						Octubre								
Tanque	A			B	C			A			B	C			A			B	C		
Abono	Terrasei Equilibrio 7-7-7			Calcisei 10	Epsotop			Terrasei Equilibrio 7-7-7			Calcisei 10	Epsotop			Terrasei Equilibrio 7-7-7			Calcisei 10	Epsotop		
Nutrientes	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃			
Composición (%)	7	7	7	10	16,00	32,50	7	7	7	10	16,00	32,50	7	7	7	10	16,00	32,50			
Volumen disolución (L)	500			500	500			500			500	500			200			200	200		
Cantidad abono (kg o L)	124			51	25			124			51	25			62			26	12		
Volumen agua (L)	376			449	475			376			449	475			138			174	188		
% anual del gasto	20						20						10								
Nutrientes aplicados (kg/ha)	8,68	8,68	8,68	5,10	3,99	8,11	8,68	8,68	8,68	5,10	3,99	8,11	4,34	4,34	4,34	2,55	2,00	4,05			
Nutrientes aplicados (kg/ha)	4,82	4,82	4,82	2,84	2,22	4,50	4,82	4,82	4,82	2,84	2,22	4,50	2,41	2,41	2,41	1,42	1,11	2,25			

Tabla VII.31. Plan de fertilización para los meses de mayo, junio y julio del año de plantación 7º.

AÑO 7																					
Mes	Mayo						Junio						Julio								
Tanque	A			B	C			A			B	C			A			B	C		
Abono	Terrasei Equilibrio 7-7-7			Calcisei 10	Epsotop			Terrasei Equilibrio 7-7			Calcisei 10	Epsotop			Terrasei Equilibrio 7-7			Calcisei 10	Epsotop		
Nutrientes	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃			
Composición (%)	7	7	7	10	16,00	32,50	7	7	7	10	16,00	32,50	7	7	7	10	16,00	32,50			
Volumen disolución (L)	200			200	200			500			500	500			500			500	500		
Cantidad abono (kg o L)	76			37	18			153			74	37			153			74	37		
Volumen agua (L)	124			163	182			347			426	463			347			426	463		
% anual del gasto	10						20						20								
Nutrientes aplicados (kg)	5,35	5,35	5,35	3,68	2,94	5,98	10,69	10,69	10,69	7,37	5,88	11,95	10,69	10,69	10,69	7,37	5,88	11,95			
Nutrientes aplicados (kg/ha)	2,97	2,97	2,97	2,05	1,63	3,32	5,94	5,94	5,94	4,09	3,27	6,64	5,94	5,94	5,94	4,09	3,27	6,64			

Tabla VII.32. Plan de fertilización para los meses de agosto, septiembre y octubre del año de plantación 7º.

AÑO 7																					
Mes	Agosto						Septiembre						Octubre								
Tanque	A			B	C			A			B	C			A			B	C		
Abono	Terrasei Equilibrio 7-7-7			Calcisei 10	Epsotop			Terrasei Equilibrio 7-7-7			Calcisei 10	Epsotop			Terrasei Equilibrio 7-7-7			Calcisei 10	Epsotop		
Nutrientes	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃			
Composición (%)	7	7	7	10	16,00	32,50	7	7	7	10	16,00	32,50	7	7	7	10	16,00	32,50			
Volumen disolución (L)	500			500	500			500			500	500			200			200	200		
Cantidad abono (kg o L)	153			74	37			153			74	37			76			37	18		
Volumen agua (L)	347			426	463			347			426	463			124			163	182		
% anual del gasto	20						20						10								
Nutrientes aplicados (kg)	10,69	10,69	10,69	7,37	5,88	11,95	10,69	10,69	10,69	7,37	5,88	11,95	5,35	5,35	5,35	3,68	2,94	5,98			
Nutrientes aplicados (kg/ha)	5,94	5,94	5,94	4,09	3,27	6,64	5,94	5,94	5,94	4,09	3,27	6,64	2,97	2,97	2,97	2,05	1,63	3,32			

Tabla VII.33. Plan de fertilización para los meses de mayo, junio y julio del año de plantación 8º.

AÑO 8																					
Mes	Mayo						Junio						Julio								
Tanque	A			B	C			A			B	C			A			B	C		
Abono	Terrasei Equilibrio 7-7-7			Calcisei 10	Epsotop			Terrasei Equilibrio 7-7-7			Calcisei 10	Epsotop			Terrasei Equilibrio 7-7-7			Calcisei 10	Epsotop		
Nutrientes	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃			
Composición (%)	7	7	7	10	16,00	32,50	7	7	7	10	16,00	32,50	7	7	7	10	16,00	32,50			
Volumen disolución (L)	200			200	200			500			500	500			500			500	500		
Cantidad abono (kg o L)	89			42	21			178			84	42			178			84	42		
Volumen agua (L)	111			158	179			322			416	458			322			416	458		
% anual del gasto	10						20						20								
Nutrientes aplicados (kg)	6,22	6,22	6,22	4,21	3,38	6,86	12,45	12,45	12,45	8,41	6,76	13,73	12,45	12,45	12,45	8,41	6,76	13,73			
Nutrientes aplicados (kg/ha)	3,46	3,46	3,46	2,34	1,88	3,81	6,91	6,91	6,91	4,67	3,75	7,63	6,91	6,91	6,91	4,67	3,75	7,63			

Tabla VII.34. Plan de fertilización para los meses de agosto, septiembre y octubre del año de plantación 8º.

AÑO 8																					
Mes	Agosto						Septiembre						Octubre								
Tanque	A			B	C			A			B	C			A			B	C		
Abono	Terrasei Equilibrio 7-7-7			Calcisei 10	Epsotop			Terrasei Equilibrio 7-7-7			Calcisei 10	Epsotop			Terrasei Equilibrio 7-7-7			Calcisei 10	Epsotop		
Nutrientes	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃			
Composición (%)	7	7	7	10	16,00	32,50	7	7	7	10	16,00	32,50	7	7	7	10	16,00	32,50			
Volumen disolución (L)	500			500	500			500			500	500			200			200	200		
Cantidad abono (kg o L)	178			84	42			178			84	42			89			42	21		
Volumen agua (L)	322			416	458			322			416	458			111			158	179		
% anual del gasto	20						20						10								
Nutrientes aplicados (kg)	12,45	12,45	12,45	8,41	6,76	13,73	12,45	12,45	12,45	8,41	6,76	13,73	6,22	6,22	6,22	4,21	3,38	6,86			
Nutrientes aplicados (kg/ha)	6,91	6,91	6,91	4,67	3,75	7,63	6,91	6,91	6,91	4,67	3,75	7,63	3,46	3,46	3,46	2,34	1,88	3,81			

Tabla VII.35. Plan de fertilización para los meses de mayo, junio y julio del año de plantación 9º.

AÑO 9																					
Mes	Mayo						Junio						Julio								
Tanque	A			B	C			A			B	C			A			B	C		
Abono	Terrasei Equilibrio 7-7-7			Calcisei 10	Epsotop			Terrasei Equilibrio 7-7-7			Calcisei 10	Epsotop			Terrasei Equilibrio 7-7-7			Calcisei 10	Epsotop		
Nutrientes	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃			
Composición (%)	7	7	7	10	16,00	32,50	7	7	7	10	16,00	32,50	7	7	7	10	16,00	32,50			
Volumen disolución (L)	200			200	200			500			500	500			500			500	500		
Cantidad abono (kg o L)	120			54	27			239			108	55			239			108	55		
Volumen agua (L)	80			146	173			261			392	445			261			392	445		
% anual del gasto	10						20						20								
Nutrientes aplicados (kg)	8,38	8,38	8,38	5,38	4,36	8,86	16,75	16,75	16,75	10,76	8,72	17,72	16,75	16,75	16,75	10,76	8,72	17,72			
Nutrientes aplicados (kg/ha)	4,65	4,65	4,65	2,99	2,42	4,92	9,31	9,31	9,31	5,98	4,85	9,84	9,31	9,31	9,31	5,98	4,85	9,84			

Tabla VII.36. Plan de fertilización para los meses de agosto, septiembre y octubre del año de plantación 9º.

AÑO 9																					
Mes	Agosto						Septiembre						Octubre								
Tanque	A			B	C			A			B	C			A			B	C		
Abono	Terrasei Equilibrio 7-7-7			Calcisei 10	Epsotop			Terrasei Equilibrio 7-7-7			Calcisei 10	Epsotop			Terrasei Equilibrio 7-7-7			Calcisei 10	Epsotop		
Nutrientes	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃			
Composición (%)	7	7	7	10	16,00	32,50	7	7	7	10	16,00	32,50	7	7	7	10	16,00	32,50			
Volumen disolución (L)	500			500	500			500			500	500			200			200	200		
Cantidad abono (kg o L)	239			108	55			239			108	55			120			54	27		
Volumen agua (L)	261			392	445			261			392	445			80			146	173		
% anual del gasto	20						20						10								
Nutrientes aplicados (kg)	16,75	16,75	16,75	10,76	8,72	17,72	16,75	16,75	16,75	10,76	8,72	17,72	8,38	8,38	8,38	5,38	4,36	8,86			
Nutrientes aplicados (kg/ha)	9,31	9,31	9,31	5,98	4,85	9,84	9,31	9,31	9,31	5,98	4,85	9,84	4,65	4,65	4,65	2,99	2,42	4,92			

Tabla VII.37. Plan de fertilización para los meses de mayo, junio y julio del año de plantación 10º.

AÑO 10																					
Mes	Mayo						Junio						Julio								
Tanque	A			B	C			A			B	C			A			B	C		
Abono	Terrasei Equilibrio 7-7-7			Calcisei 10	Epsotop			Terrasei Equilibrio 7-7-7			Calcisei 10	Epsotop			Terrasei Equilibrio 7-7-7			Calcisei 10	Epsotop		
Nutrientes	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃			
Composición (%)	7	7	7	10	16,00	32,50	7	7	7	10	16,00	32,50	7	7	7	10	16,00	32,50			
Volumen disolución (L)	200			200	200			500			500	500			500			500	500		
Cantidad abono (kg o L)	128			57	29			255			114	58			255			114	58		
Volumen agua (L)	72			143	171			245			386	442			245			386	442		
% anual del gasto	10						20						20								
Nutrientes aplicados (kg)	8,94	8,94	8,94	5,69	4,62	9,38	17,87	17,87	17,87	11,37	9,23	18,75	17,87	17,87	17,87	11,37	9,23	18,75			
Nutrientes aplicados (kg/ha)	4,96	4,96	4,96	3,16	2,56	5,21	9,93	9,93	9,93	6,32	5,13	10,42	9,93	9,93	9,93	6,32	5,13	10,42			

Tabla VII.38. Plan de fertilización para los meses de agosto, septiembre y octubre del año de plantación 10º.

AÑO 10																					
Mes	Agosto						Septiembre						Octubre								
Tanque	A			B	C			A			B	C			A			B	C		
Abono	Terrasei Equilibrio 7-7-7			Calcisei 10	Epsotop			Terrasei Equilibrio 7-7-7			Calcisei 10	Epsotop			Terrasei Equilibrio 7-7-7			Calcisei 10	Epsotop		
Nutrientes	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃			
Composición (%)	7	7	7	10	16,00	32,50	7	7	7	10	16,00	32,50	7	7	7	10	16,00	32,50			
Volumen disolución (L)	500			500	500			500			500	500			200			200	200		
Cantidad abono (kg o L)	255			114	58			255			114	58			128			57	29		
Volumen agua (L)	245			386	442			245			386	442			72			143	171		
% anual del gasto	20						20						10								
Nutrientes aplicados (kg)	17,87	17,87	17,87	11,37	9,23	18,75	17,87	17,87	17,87	11,37	9,23	18,75	8,94	8,94	8,94	5,69	4,62	9,38			
Nutrientes aplicados (kg/ha)	9,93	9,93	9,93	6,32	5,13	10,42	9,93	9,93	9,93	6,32	5,13	10,42	4,96	4,96	4,96	3,16	2,56	5,21			

Tabla VII.39. Plan de fertilización para los meses de mayo, junio y julio del año de plantación 11º-25º.

AÑO 11 - 25																					
Mes	Mayo						Junio						Julio								
Tanque	A			B	C			A			B	C			A			B	C		
Abono	Terrasei Equilibrio 7-7-7			Calcisei 10	Epsotop			Terrasei Equilibrio 7-7-7			Calcisei 10	Epsotop			Terrasei Equilibrio 7-7-7			Calcisei 10	Epsotop		
Nutrientes	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃			
Composición (%)	7	7	7	10	16,00	32,50	7	7	7	10	16,00	32,50	7	7	7	10	16,00	32,50			
Volumen disolución (L)	200			200	200			500			500	500			500			500	500		
Cantidad abono (kg o L)	131			58	30			262			116	59			262			116	59		
Volumen agua (L)	69			142	170			238			384	441			238			384	441		
% anual del gasto	10						20						20								
Nutrientes aplicados (kg)	9,18	9,18	9,18	5,82	4,73	9,60	18,35	18,35	18,35	11,63	9,45	19,20	18,35	18,35	18,35	11,63	9,45	19,20			
Nutrientes aplicados (kg/ha)	5,10	5,10	5,10	3,23	2,63	5,33	10,19	10,19	10,19	6,46	5,25	10,67	10,19	10,19	10,19	6,46	5,25	10,67			

Tabla VII.40. Plan de fertilización para los meses de agosto, septiembre y octubre del año de plantación 11º-25º.

AÑO 11 - 25																					
Mes	Agosto						Septiembre						Octubre								
Tanque	A			B	C			A			B	C			A			B	C		
Abono	Terrasei Equilibrio 7-7-7			Calcisei 10	Epsotop			Terrasei Equilibrio 7-7-7			Calcisei 10	Epsotop			Terrasei Equilibrio 7-7-7			Calcisei 10	Epsotop		
Nutrientes	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃			
Composición (%)	7	7	7	10	16,00	32,50	7	7	7	10	16,00	32,50	7	7	7	10	16,00	32,50			
Volumen disolución (L)	500			500	500			500			500	500			200			200	200		
Cantidad abono (kg o L)	262			116	59			262			116	59			131			58	30		
Volumen agua (L)	238			384	441			238			384	441			69			142	170		
% anual del gasto	20						20						10								
Nutrientes aplicados (kg)	18,35	18,35	18,35	11,63	9,45	19,20	18,35	18,35	18,35	11,63	9,45	19,20	9,18	9,18	9,18	5,82	4,73	9,60			
Nutrientes aplicados (kg/ha)	10,19	10,19	10,19	6,46	5,25	10,67	10,19	10,19	10,19	6,46	5,25	10,67	5,10	5,10	5,10	3,23	2,63	5,33			

Microelementos

Para cubrir las necesidades de microelementos se utilizará el mix de microelementos que más se adapta a las necesidades de la plantación. Estos micronutrientes se aplicarán desde el sexto año en las cantidades indicadas en las tablas siguientes, buscando que el balance de cada elemento, en cualquier caso, sea positivo, es decir, que las entradas sean mayores que las necesidades.

Tabla VII.41. Resumen de las cantidades del mix de microelementos a aplicar en el Año 6.

AÑO 6					
Abono	Microsol MIX				
Empresa	SEIPASA				
Nutrientes	Cu	Zn	Fe	Mn	B
Composición (%)	0,35	3,40	6,40	6,00	0,85
Cantidad abono (kg o L)	13				
Cantidad abono (kg o L/ha)	7				
Necesidades nutrientes	0,02	0,07	0,12	0,03	0,03
Nutrientes aplicados	0,04	0,43	0,82	0,76	0,11
Balance	0,02	0,36	0,70	0,74	0,08

Tabla VII.42. Resumen de las cantidades del mix de microelementos a aplicar en el Año 7.

AÑO 7					
Abono	Microsol MIX				
Empresa	SEIPASA				
Nutrientes	Cu	Zn	Fe	Mn	B
Composición (%)	0,35	3,40	6,40	6,00	0,85
Cantidad abono (kg o L)	18				
Cantidad abono (kg o L/ha)	10				
Necesidades nutrientes	0,04	0,10	0,17	0,04	0,04
Nutrientes aplicados	0,06	0,62	1,17	1,10	0,16
Balance	0,03	0,52	1,00	1,06	0,11

Tabla VII.43. Resumen de las cantidades del mix de microelementos a aplicar en el Año 8.

AÑO 8					
Abono	Microsol MIX				
Empresa	SEIPASA				
Nutrientes	Cu	Zn	Fe	Mn	B
Composición (%)	0,35	3,40	6,40	6,00	0,85
Cantidad abono (kg o L)	21				
Cantidad abono (kg o L/ha)	12				
Necesidades nutrientes	0,04	0,12	0,19	0,04	0,05
Nutrientes aplicados	0,07	0,71	1,33	1,25	0,18
Balance	0,03	0,59	1,14	1,21	0,13

Tabla VII.44. Resumen de las cantidades del mix de microelementos a aplicar en el Año 9.

AÑO 9					
Abono	Microsol MIX				
Empresa	SEIPASA				
Nutrientes	Cu	Zn	Fe	Mn	B
Composición (%)	0,35	3,40	6,40	6,00	0,85
Cantidad abono (kg o L)	27				
Cantidad abono (kg o L/ha)	15				
Necesidades nutrientes	0,05	0,15	0,25	0,06	0,06
Nutrientes aplicados	0,09	0,90	1,70	1,59	0,23
Balance	0,04	0,75	1,45	1,54	0,16

Tabla VII.45. Resumen de las cantidades del mix de microelementos a aplicar en el Año 10.

AÑO 10					
Abono	Microsol MIX				
Empresa	SEIPASA				
Nutrientes	Cu	Zn	Fe	Mn	B
Composición (%)	0,35	3,40	6,40	6,00	0,85
Cantidad abono (kg o L)	28				
Cantidad abono (kg o L/ha)	16				
Necesidades nutrientes	0,05	0,16	0,26	0,06	0,07
Nutrientes aplicados	0,10	0,95	1,79	1,68	0,24
Balance	0,04	0,79	1,53	1,62	0,17

Tabla VII.46. Resumen de las cantidades del mix de microelementos a aplicar en el Año 11-25.

AÑO 11 - 25					
Abono	Microsol MIX				
Empresa	SEIPASA				
Nutrientes	Cu	Zn	Fe	Mn	B
Composición (%)	0,35	3,40	6,40	6,00	0,85
Cantidad abono (kg o L)	29				
Cantidad abono (kg o L/ha)	16				
Necesidades nutrientes	0,06	0,16	0,27	0,06	0,07
Nutrientes aplicados	0,10	0,97	1,83	1,72	0,24
Balance	0,04	0,81	1,57	1,66	0,18

Tras analizar los resúmenes de cada año de necesidades, en la tabla VII.47 se presenta el plano de aplicación de microelementos en cada año. Las cantidades mensuales serán adicionadas al tanque C, para que de forma más fácil y automática se dosifique su gasto.

Tabla VII.47. Plan de aplicación de los microelementos mediante fertirrigación para la plantación.

Aplicación mix microelementos - Microsol MIX (kg)	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Año 6	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
Año 7	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Año 8	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Año 9	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
Año 10	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
Año 11 - 25	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8

1.6.4. Plan de mejora de la fertilización

La fertilización es una técnica agrícola altamente compleja, en la que influyen muchos factores y sus interacciones, existiendo muchas incertidumbres a la hora de establecer un programa de fertilización. Y en la fertilización ecológica, como es el caso, aumenta aún más el grado de complejidad, debido a que la nutrición de los cultivos depende, en gran medida, de la actividad de los microorganismos para liberar los nutrientes de forma progresiva, y esta actividad microbiana del suelo está condicionada por muchos factores, entre los que destacan las condiciones ambientales (temperatura y humedad del suelo). De ahí que la respuesta de los cultivos a los fertilizantes ecológicos tenga más incertidumbres que la fertilización con abonos convencionales.

Además, en el madroño no hay mucha información sobre los requerimientos nutricionales del árbol, con lo que convendrá seguir un protocolo de monitorización, tratando de corregir posibles deficiencias y con el objetivo de ganar experiencia y mejorar y ajustar el programa de fertilización anteriormente expuesto, para lo que se deberán realizar periódicamente las siguientes evaluaciones:

- Valoración de los resultados de producción (rendimiento y calidad), comparándolos con los normales de la zona,
- Observación visual del cultivo a lo largo del ciclo, para evaluar posibles síntomas de deficiencias nutricionales.
- Observación del suelo: estructura, porosidad, facilidad de drenaje, costras en la superficie o capas compactas en profundidad, actividad biológica, etc.
- Análisis del suelo, recomendable cada 4 años.
- Análisis foliares de hojas, recomendable en los primeros años y en las fases fenológicas de mayor demanda para ajustar la fertilización en base a los resultados obtenidos.

En la siguiente tabla se indican según Pato et al (2015) los valores de referencia de los nutrientes para poder compararlos con las analíticas foliares.

Tabla VII.48. Valores normales de nutrientes en las hojas de madroño. Fuente: Pato et al. (2015).

Nutrientes en las hojas	Símbolo	Unidades	Valores de referencia		
			Medio	Mínimo	Máximo
Nitrógeno	N	%	1,03	0,72	1,46
Fósforo	P	%	0,05	0,03	0,18
Potasio	K	%	0,33	0,17	0,83
Calcio	Ca	%	0,61	0,11	1,49
Magnesio	Mg	%	0,12	0,05	0,25
Azufre	S	%	22	0,14	0,44
Cobre	Cu	mg/kg	4,87	2	16,5
Zinc	Zn	mg/kg	38,3	15,1	75
Hierro	Fe	mg/kg	43,3	15,8	97,9
Manganeso	Mn	mg/kg	51,1	11,7	188
Boro	B	mg/kg	30,9	9,07	93,6

1.7. Control integrado de plagas y enfermedades

En el Anexo I: Aspectos generales del madroño se describen las principales plagas y enfermedades del madroño, que es una especie por lo general poco sensible y que además se parte con la ventaja de ser una plantación pionera sin más implementación de la misma especie en la zona cercana.

En la plantación objeto del proyecto se va a llevar a cabo un control integrado de plagas y enfermedades. Por tanto, los tratamientos foliares no constituirán el único método de lucha, ya que el control integrado engloba:

- Prácticas culturales y de mantenimiento de suelo, que limiten las condiciones idóneas de desarrollo de los insectos, hongos y, a la contra favorezcan la presencia de fauna auxiliar, como en otros apartados ya se ha tratado.
- Lucha biológica, mediante el empleo de predadores, parasitoides y hongos entomopatógenos.
- Dentro del modo de producción ecológica están permitidos algunos productos de origen natural, que a pesar de no tener sistemía si son bastante efectivos por contacto y habrá que hacer un uso responsable de los mismo, eligiendo aquellos de mayor especificidad y aplicándolos en el momento más adecuado con mayor efectividad.

Sin embargo, el control integrado va a ser diferente si va destinado al combate de enfermedades o plagas. Para el caso de plagas hay más opciones en ecológico, que en el caso de fungicidas de residuo cero, pero en cualquier caso el plan de trabajo que se establece pretende controlar cualquier organismo dañino en preventivo.

1.7.1. Enfermedades

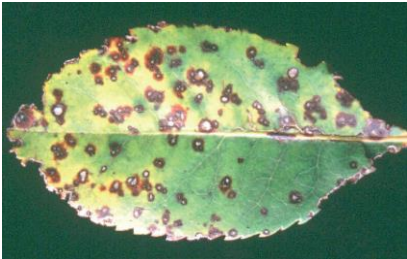
Las medidas de control generales para las enfermedades deben ser de tipo preventivo. Al ser el *A. unedo* una especie natural y no haber grandes estudios sobre control de enfermedades para esta planta, se establecerán una serie de medidas orientativas:

- Observación de las condiciones y previsiones meteorológicas, de manera que con un ambiente favorable para el desarrollo de las enfermedades se extreme la precaución.
- Evitar la introducción de material vegetal infectado a la plantación.
- Prácticas culturales preventivas, como pueden ser una poda correcta que mantenga el interior de las plantas ventilado, la eliminación de hierbas adventicias que actúen como focos de infección o el manejo adecuado del riego evitando encharcamientos.
- Desinfección de las herramientas de poda periódicamente y especialmente después de podar una planta previsiblemente infectada.
- Observación periódica de plantas, realizando una monitorización de enfermedades.
- Prácticas culturales curativas como la eliminación de ramas, brotes o partes infectadas y no sanas.
- Destrucción del material vegetal infectado.
- Tratamientos foliares preventivos y curativos y vía riego como se recogen en la Tabla VII.49:
 - Para disminuir las formas invernantes (esporas) de diversos hongos, como **Septoria** o **Antracnosis** que se desarrollarán en la campaña siguiente se aplicará oxiclورو de cobre en la postcosecha.
 - La **mancha negra del madroño (*Septoria unedonis*)** previsiblemente será la enfermedad foliar más común, para ello se realizarán tratamientos foliares preventivos con productos encontrados en el mercado con buen resultado en el control de hongos foliares en modo ecológico, que deberán ser aplicados al inicio de los momentos más favorables para la infección (primavera y otoño), repitiendo las veces que sea necesario.
 - Para el control de organismos del suelo, muy infecciosos y difíciles de combatir como la ***Phytophthora*, *Fusarium*, *Verticillium*** se inoculará el cultivo con *Trichoderma* tras la plantación y en los primeros años de la plantación. Las Trichodermas son hongos invasores oportunistas, que tienen un rápido crecimiento y con una gran capacidad colonizadora de la rizosfera desplaza a microorganismos potencialmente patógenos, además producen enzimas como celulasas, quitinasas y glucanasas que

tienen la capacidad de disolver las paredes celulares de hongos patógenos. Otros beneficios que presentan son los siguientes:

- Inducción de resistencia sistémica en las plantas
- Cambios en la composición de la microflora de las raíces.
- Mejora la absorción de nutrientes.
- Mayor desarrollo de las raíces, aumento de la formación de pelos radiculares y más profundo enraizamiento.
- Disminución de la presión de patógenos fúngicos en las raíces de las plantas.
- Nematicida y fungicida.
- Efecto promotor del crecimiento de la planta

Tabla VII.49. Plan integral orientativo de tratamientos para el control de enfermedades.

Enfermedad nociva	Fecha de aplicación prevista	Recomendaciones	Nombre comercial producto	Composición	Dosis de aplicación	Plazo de seguridad (PS)
<i>Phytophthora, Fusarium, Verticilium</i>	Tras la plantación y cada año después en marzo	Aplicación vía fertirriego. Para mayor efectividad y promover la acción de los microorganismos se aplica conjuntamente con materia orgánica	CONTRIBUTE AID	Inoculante fúngico con <i>Trichoderma koninglopsi</i>	1 kg/ha	No presenta
			PEDRIN	Materia orgánica líquida	10 L/ha	No presenta
Hongos varios (<i>Septoria, Antracnosis...</i>)	Postcosecha (Diciembre)	Tratamiento generalizado aplicado con el atomizador	CURENOX 500 WG	Oxicloruro de cobre 50 % p/p	400 g/hL	No presenta
<i>Septoria unedonis</i> 	Octubre, Marzo y Abril	Tratamiento generalizado aplicado con el atomizador	IRIDIUM	Extracto vegetal de rutáceas e lauráceas 20%	200 mL/hL	No presenta
			SEPTUM	Extracto de <i>Equisetum arvense</i>	300 mL/hL	No presenta

Fuente: Junta de Andalucía

1.7.2. Plagas

Para el control de plagas deberá haber un estudio y conocimiento continuo por parte del encargado del ciclo biológico de las diferentes plagas, así como de la diferente fauna auxiliar que colabora en el mantenimiento de las poblaciones para su control.

Entre las actuaciones destinadas al control de plagas están las siguientes:

- Prácticas culturales preventivas: programas de fertilización equilibrada, eliminación de hierbas que puedan servir de hospederos, etc.
- Extremar la limpieza y no dejar fruta sobremadura o de destrío en campo, para la prevención de *Drosophila*.
- Aumentar la frecuencia de recolección en la medida de lo posible.
- Realización de observaciones periódicas, intensificándolas en los momentos en que la plaga es susceptible de aparecer (conocimiento de los ciclos biológicos).
- Monitorización mediante la instalación de trampas de la presencia de las siguientes plagas, como se especifica en la Tabla VII.51:
 - Para ayudar en el control de la **oruga** y permitir conocer los períodos de presencia de las plagas se instalarán en la parcela trampas para la captura de machos de las especies de lepidópteros que previsiblemente más daños pueden causar al madroño. Las trampas se colocarán cada 25 m, instalando las feromonas en las trampas siguiendo la siguiente secuencia: Charaxes, Cacoecimorpha, Charaxes, Euproctis, Charaxes,... Así, en los 900 m del perímetro del cercado se distribuirán 36 trampas, con la distribución por especie indicada en la Tabla 50.

Tabla VII.50. Distribución de las feromonas de cada especie de lepidóptero.

Especie de lepidóptero	Nº trampas
<i>Charaxes jasius</i>	18
<i>Cacoecimorpha pronubana</i>	9
<i>Euproctis chrysorrhoea</i>	9
Total	36

- El único control efectivo para la mosca de la fruta, la ***Drosophila suzukii***, cada vez más frecuente con métodos ecológicos es la captura masiva, mediante trampas cebadas con atrayentes alimenticios y protegidas de la exposición directa del sol. Su presencia en la época de recolección del madroño quizá sea menos agresiva, que la se localiza en la zona con la cereza, puesto que tiene como límites de reproducción temperaturas de 10°C a 32°C, con unas condiciones óptimas de desarrollo entre los 20 y 25°C, sin embargo, preventivamente es aconsejable realizar trampeo y actuar con prevención realizando conteos de las capturas de las trampas de cara. Así, se seguirá dos protocolos, uno preventivo y otro curativo, en caso de que la plaga entre a afectar a los madroños recolectados:

- **Método preventivo:** Instalación en el perímetro de la plantación de 50 trampas/ha, a unos 20 metros de distancia, de cara a no atraer hacia dentro de la plantación la plaga, y así hacer de barrera de contención. En total serían unas 45 trampas.
 - **Método curativo:** En el caso de entrada dentro de la plantación será necesario instalar 100 trampas/ha más, ósea 1 trampa colgada en uno de cada 10 árboles, para poder realizar captura masiva. En total supondrían 180 trampas para la plantación.
- Actuaciones destinadas a bajar las poblaciones (aplicación de insecticidas ecológicos), cuando se prevea que la densidad de población de los insectos pueda aumentar tanto como para provocar daños sobre el cultivo superiores al umbral económico, y suelta de fauna auxiliar para ayudar en el control preventivo de las poblaciones. Estas actuaciones se describen en la Tabla VII.51 según organismo nocivo:
 - Los **pulgones** previsiblemente tendrán más presencia en primavera, para su control se combinarán tratamientos con piretrinas y jabón potásico muy efectivos en bajar su población, pero poco selectivos, con la suelta posterior de parasitoides (*Aphidius colemani*) y depredadores (sírfidos). Una vez realizadas sueltas de fauna auxiliar sólo se podrán repetir tratamientos foliares de forma localizada, de cara a bajar las poblaciones de pulgón en focos localizados.
 - El control de la **cochinilla** es difícil y deberá de atajarse rápidamente cualquier foco localizado con su control mecánico y con la aplicación localizada de piretrinas y jabón potásico.
 - El control de **oruga**, además de la captura de adultos machos, se complementará con la aplicación foliar de la bacteria *Bacillus thuringiensis*, muy efectiva en el control de larvas en sus estados iniciales (L1 o L2) y muy específica, totalmente inocua para otra fauna o artrópodos, con lo que se puede aplicar en cualquier momento, siempre después de observar un pico de capturas en los conteos, sin la preocupación de que afecte a la fauna auxiliar.
 - La **araña roja** suele afectar a las plantas cuando se cumplen las condiciones favorables para su desarrollo: temperaturas de 30°C y ambiente seco; mientras las humedades relativas muy altas pueden retrasar su desarrollo. Así, se prevé que aparezca al final de primavera y durante el verano, dejando algunas plantas con manchas cloróticas en forma de puntos en las hojas o incluso telarañas. Para su control se utilizarán fitoseídos, ácaros depredadores, con demostrada utilidad en su control biológico. Utilizando *Amblyseus andersonii* de forma preventiva y en el caso de aparición de algún foco sobre los focos se realizarán sueltas de *Phytoseiulus persimilis*, un ácaro especialista que solo se alimenta de araña roja.

Tabla VII.51. Plan integral orientativo de tratamientos y lucha biológica para el control de plagas.




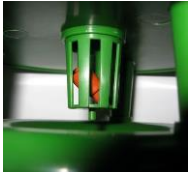
Organismo nocivo	Fecha de aplicación	Recomendaciones	Nombre comercial producto / Organismo lucha biológica	Composición	Dosis de aplicación	Plazo de seguridad (PS)
<p>Orugas (<i>Charaxes jasius</i>, <i>Cacoecimorpha pronubana</i> y <i>Euproctis chryorrhoea</i>)</p>  <p><i>Mariposa del madroño (Charaxes jasius). Fuente: L. Rodrigues</i></p>  <p><i>Cacoecimorpha pronubana. Fuente: L. Rodrigues</i></p>	Anual	Se colocarán trampas cada 25 m del perímetro, colgadas de la valla de la parcela. Su conteo será quincenal, ayudará al control y dará curvas de vuelo de cara a predecir los picos de población.	<p>Polillero LEPISAN</p>  <p>Fuente: Sansan</p>	Estas trampas llevarán una feromona que atraerá y capturará a los adultos macho. Según incidencia de orugas se colocarán las feromonas en las trampas siguiendo este patrón: <i>Charaxes</i> , <i>Cacoecimorpha</i> , <i>Charaxes</i> , <i>Euproctis</i> , <i>Charaxes</i> ,...	Sustituir las feromonas cada 2 meses.	 <p>Fuente: Sansan</p> <p>No presenta</p>
	<p>Junio</p> <p>Septiembre</p>	Aplicación con el atomizador en picos de vuelos confirmados por los conteos, previsiblemente en junio y septiembre.	TUREX SC	<i>Bacillus thuringiensis Aizawai 25%</i>	75 g/hL	No presenta

Tabla VII.51 (continuación). Plan integral orientativo de tratamientos y lucha biológica para el control de plagas.

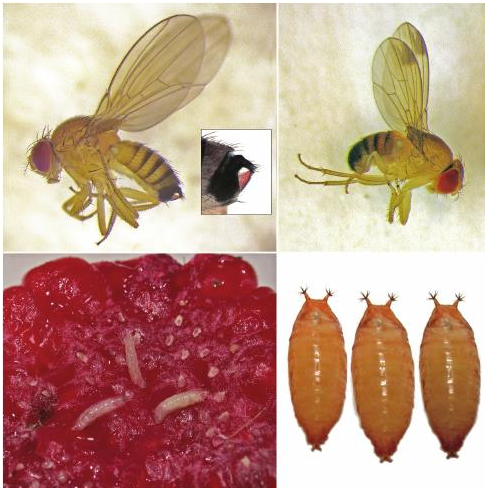
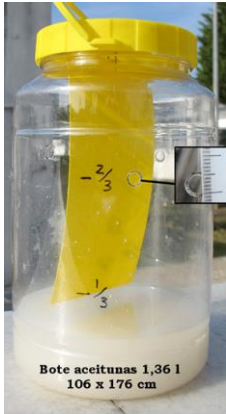
Organismo nocivo	Fecha de aplicación	Recomendaciones	Nombre comercial producto / Organismo lucha biológica	Composición	Dosis de aplicación	Plazo de seguridad (PS)
<p><i>Drosophila suzukii</i></p>  <p>Fuente: www.agriculters.com</p>	<p>Previo a la cosecha y hasta finalizarla (Octubre, Noviembre y Diciembre)</p>	<p>Preventivo: instalación en el perímetro de la plantación de 50 trampas/ha, de cara a no atraer hacia dentro de la plantación la plaga, y así hacer de barrera de contención.</p> <p>El conteo permitirá conocer el nivel de plaga. Solo es necesario comenzar con el trapeo, el año que la plantación empiece a producir y en el período de cosecha.</p> <p>Curativo: En el caso de entrada dentro de la plantación será necesario instalar 100 trampas/ha más, ósea 1 trampa colgada en uno de cada 10 árboles, para poder realizar captura masiva.</p>	<p>Se reutilizarán botellas de 1 o 2 litros perforadas con unos 15 agujeros en el tercio inferior de menos de 5 mm</p>  <p>Ejemplo de trampa casera. Fuente: RAIF de la Junta de Andalucía</p>	<p>350 ml agua, 7 g levadura fresca y 16 g de azúcar</p>	<p>300 ml del atrayente casero por botella, que se renovará cuando pierda su eficacia, cada 2 o 3 semanas.</p>	<p>No presenta</p>
<p>Pulgón / Cochinilla</p>	<p>1ª semana abril</p>	<p>Tratamiento generalizado aplicado con el atomizador. Debe ser aplicado en días nublados y con temperaturas no elevadas, para evitar la rápida degradación de las piretrinas.</p>	<p>PIRECRIS</p>	<p>Piretrinas naturales</p>	<p>150 mL/hL</p>	<p>1 día</p>
			<p>LIMBIO</p>	<p>Jabón potásico 125 g/L</p>	<p>300 mL/hL</p>	<p>No presenta</p>

Tabla VII.51 (continuación). Plan integral orientativo de tratamientos y lucha biológica para el control de plagas.









Organismo nocivo	Fecha de aplicación	Recomendaciones	Nombre comercial producto / Organismo lucha biológica	Composición	Dosis de aplicación	Plazo de seguridad (PS)
<p>Pulgón (<i>Wahlgreniella nerata</i> y <i>Aphis arbuti</i>)</p>  <p><i>Wahlgreniella nerata</i>. Fuente: L. Rodrigues</p>  <p><i>Aphis arbuti</i>. L. Rodrigues</p>	2ª semana abril	<p>Se colocarán en cajitas colgadas de las ramas de los árboles, o aprovechando el propio bote sobre el que vienen, así se evita la depredación de hormigas antes de su eclosión. Repetición de la suelta a las dos semanas en caso de necesidad.</p>	<p><i>Aphidius colemanii</i></p>  <p><i>Aphidius</i> parasitando pulgón. Fuente: Bioplanet</p>	Momias que vienen con un sustrato.	Suelta de 1000 momias/ha de	No presenta
	2ª semana abril		<p>Sírfidos (<i>Sphaeophoria ruepelli</i>)</p>  <p>Larva de sírfido depredando pulgón. Fuente: www.serida.org</p>	Las pupas vienen con un sustrato.	Suelta de 200 pupas/ha de	No presenta
	4ª semana abril		<p><i>Aphidius colemanii</i></p>	Momias que vienen con un sustrato.	Suelta de 1000 momias/ha de	No presenta
			<p>Sírfidos (<i>Sphaeophoria ruepelli</i>)</p>	Las pupas vienen con un sustrato.	Suelta de 200 pupas/ha de	No presenta

Tabla VII.51 (continuación). Plan integral orientativo de tratamientos y lucha biológica para el control de plagas.

Organismo nocivo	Fecha de aplicación	Recomendaciones	Nombre comercial producto / Organismo lucha biológica	Composición	Dosis de aplicación	Plazo de seguridad (PS)
Cochinilla (<i>Ceroplastes ruscie</i> y <i>Targionia vitiscausan</i>)  <i>Ceroplastes ruscie</i> . Fuente www.agrologica.es	Anual, aunque se prevé mayor presencia en primavera y otoño	Tratamiento localizado en focos que puedan encontrarse. Se realiza con una pistola conectada a una manguera y al atomizador. Las piretrinas se degradan con facilidad con la insolación y las altas temperaturas, con lo que será mejor preferente aplicar en horas de baja temperatura y luminosidad.	PIRECRIS	Piretrinas naturales 2,15 %	150 ml/hL	1 día
			LIMBIO	Jabón potásico 12,5 %	300 ml/hL	No presenta
Araña roja (<i>Tetranychus urticae</i>)  <i>Tetranychus urticae</i> . Fuente www.hortoinfo.es	Mayo	Dosificación encima de las hojas de los árboles.	<i>Amblyseus andersonii</i>  <i>Amblyseus</i> depredando araña roja. Fuente: www.biobest.es	Los ácaros vienen en botes con un sustrato.	Suelta preventiva: 7-10 individuos/m ²	No presenta
	Julio - Agosto	Se apareciesen focos de araña, se realizarán sueltas curativas en los focos de este ácaro especialista.	<i>Phytoseiulus persimilis</i>  <i>Phytoseiulus</i> depredando araña roja. Fuente: <i>Bioplanet</i>	Los ácaros vienen en botes con un sustrato.	15 individuos/m ²	No presenta

1.7.3. Bioestimulación y abonado foliar

En el mercado cada vez hay más herramientas para conseguir mejores producciones y crecimientos en las plantaciones, como son los bioestimulantes y abonos de aplicación foliar, que pueden ayudar a corregir carencias que puedan tener las plantas.

De forma general, no será necesario aplicar fertilizantes foliares a no ser que las plantas muestren carencias claras de algún nutriente, pero puede ser interesante recurrir a la bioestimulación de cara a obtener mejores resultados sin asumir grandes costes y dado el gran catálogo existente con certificación ecológica. Los dos bioestimulantes que se proponen utilizar en la tabla VII.52 son los siguientes:

- Extractos de algas, donde se pueden diferenciar dos tipos: *Ascophyllum nodosum* y *Ecklonia máxima*. La acción de estos extractos de algas, se debe al efecto combinado de la diversidad de un tipo especial de azúcares presentes en las paredes celulares de las algas (oligosacáridos) empleadas en su fabricación, que actúan como gancho en los procesos que desencadenan los mecanismos de defensa e inmunitarios de las plantas terrestres. La activación del sistema inmunitario de los cultivos tratados genera los siguientes beneficios:
 - Grandes aumentos en la producción y calidad de la producción: calibre, sabor, color y conservación de energía.
 - Permite una mayor homogeneidad en el tamaño de los frutos.
 - Mayor desarrollo y vigor de la planta.
 - Fuente de fitoalexinas (las defensas naturales de las plantas), por lo tanto, mayores defensas naturales de las plagas y enfermedades.
 - Aumenta la capacidad para captar nutrientes aportados en el abono.
 - Reducción del envejecimiento de la planta o cultivo.
 - Aumenta la resistencia frente a la sequía, salinidad y estrés ambiental.
 - Acción antioxidante, siendo precursor de hormonas naturales para las plantas.
 - Mejor floración, fecundación y fructificación de los frutos.
- Los aminoácidos están íntimamente relacionados con los mecanismos de regulación del crecimiento y desarrollo vegetal. Aplicados los aminoácidos actúan como un estimulante que consigue “ahorrar energía” a la planta, pues minimiza los procesos de descomposición de los abonos hasta obtener dichos aminoácidos y puede ser muy útil para utilizarla en las etapas críticas como son:
 - En el arranque posterior al reposo vegetativo.
 - En los estadios de formación de flores y diferenciación de yemas.
 - En el cuajado y maduración del fruto.

Y sobre todo cuando las plantas están estresadas por factores externos o medioambientales como:

- Carencias nutricionales.
- Desequilibrios hídricos.
- Sequías.
- Bajas temperaturas.
- Heladas o granizadas.
- Fitotoxicidades causadas por usos incorrectos de fitosanitarios.
- Enfermedades fúngicas o víricas.

En general, los beneficios obtenidos por la aplicación de aminoácidos de forma radicular son:

- Aumentan la permeabilidad celular y la absorción y traslación de los iones nutrientes.
- Aumentan la floración, disminuyendo el número de abortos florales regulando los procesos osmóticos.
- Indispensables para una excelente floración, combinados con micro elementos incrementan el peso y sabor de los frutos.
- Potencian la absorción de nutrientes minerales, facilitando su transporte a través de la savia.
- Equilibran el metabolismo de las plantas.
- Rápida asimilación, tanto foliar como radicular.
- Acción inmediata.

Tabla VII.52. Plan integral orientativo para bioestimulación foliar.

Objetivo	Fecha de aplicación	Recomendaciones	Nombre comercial producto	Composición	Dosis de aplicación	Plazo de seguridad (PS)
Bioestimulación	Previo a la floración del año siguiente y de la maduración de los frutos (Octubre)	Tratamiento generalizado aplicado con el atomizador	PROFERTIL	Algas <i>Ascophyllum nodosum</i> 20 %	200 ml/HL	No presenta
			HEROVITAL	Aminoácidos	200 ml/HL	No presenta
Bioestimulación	Brotación (Abril)	Tratamiento generalizado aplicado con el atomizador	PROFERTIL	Algas <i>Ascophyllum nodosum</i> 20 %	200 ml/HL	No presenta
			HEROVITAL	Aminoácidos	200 ml/HL	No presenta

1.7.4. Ejecución de los tratamientos fitosanitarios foliares

Los tratamientos foliares anteriormente descritos se llevarán a cabo por el encargado, con el tractor de la plantación y un atomizador que también se adquirirán. Los productos que se aplican son, productos autorizados en agricultura ecológica, extractos de plantas, bacterias y fertilizantes, que inicialmente no presentan riesgos para el aplicador como en la aplicación de productos fitosanitarios de síntesis química, pero, aun así, para evitar cualquier problema, en la aplicación se deberán de tomar las medidas de seguridad convenientes, llevando una indumentaria apropiada que lo proteja del contacto o la inhalación de los productos.

En la aplicación se seguirán los siguientes pasos:

- Para la preparación del caldo, primero se debe llenar el depósito del pulverizador hasta la mitad aproximadamente, posteriormente se pone en funcionamiento el removedor accionando el cardán, se añaden los productos en la dosis establecida en los planes anteriores, y finalmente se llena el tanque.
- Se decidirá cuántas boquillas se dejan abiertas y la dirección de las mismas para la mejor aplicación según el efecto buscado.
- En la aplicación, hay que tener en cuenta que los productos a aplicar tanto para bajar las poblaciones de plagas o la prevención y curación de enfermedades foliares son productos autorizados en agricultura ecológica y que no presentan sistemía, por lo que para que tengan efecto deben de mojar bien las hojas, con lo que en toda aplicación se deberá ir revisando la aplicación y ajustando la dirección de las boquillas, así como la presión y la velocidad de aplicación, de cara a conseguir el efecto buscado. Esto es especialmente importante en el caso del combate de pulgón o cochinilla, donde es fundamental tocarlos, para lo que hay que tener en cuenta que estos insectos se suelen disponer en el envés de las hojas.
- Una vez finalizada la pulverización, debe lavarse minuciosamente todo el equipo de manera que los residuos no obturen filtros y boquillas al solidificarse.

Y se deberán tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Los caldos una vez preparados deben utilizarse inmediatamente para evitar precipitados difíciles de limpiar a posteriori, así como degradaciones con la consiguiente pérdida de eficacia.
- Se evitarán los tratamientos en días ventosos y lluviosos o con temperaturas muy elevadas. Con viento la aplicación no será uniforme, mientras que con lluvia el producto se lavarà y con altas temperaturas se podrán desarrollar quemados foliares o degradación muy rápida de los productos aplicados, con la posterior falta de efectividad. Las mejores horas para la aplicación de productos fitosanitarios son las primeras horas de la mañana o las últimas de la tarde.

- Según el volumen foliar que presente el estado de desarrollo del madroño se podrán ajustar las dosis de aplicación desde los 400 l/ha a los 1000 l/ha de gasto de caldo.
- En el caso de aplicaciones de insecticidas, como las piretrinas y *Bacillus* propuestos para control de oruga, pulgón y cochinilla, será preferible ajustar el pH de la mezcla a 5,5 y adicionar azúcar (100 g/hL) para mayor efectividad de los productos y atracción.

1.7.5. Plan de mejora del control integrado de plagas y enfermedades

Según lo expuesto en apartados anteriores, y dado que la plantación se realizará bajo las premisas de la agricultura ecológica y que del madroño como cultivo hay poco conocimiento, será interesante desarrollar un plan de mejora y una continua evaluación y revisión del plan de control integrado propuesto.

Así se fijará un sistema de muestreo para la toma de decisiones en función de umbrales de intervención que deberán ser revisados, en cuanto se amplía el conocimiento y experiencia ganada sobre la plantación y las singularidades propias de la zona:

- Estación de control (EC): 1 para la parcela
- Unidad muestral primaria (UMP): Un árbol
- Número de UMP: 25
- Periodicidad de los muestreos: se recomienda quincenal, pudiendo ser semanal en los periodos más críticos de primavera y otoño.

Para ello el encargado deberá ir realizando evaluaciones de los niveles poblacionales, estado de desarrollo de plagas y enfermedades, y fauna útil, que permitirá asegurar la toma de decisiones en base también a la fenología del cultivo y condiciones climáticas. Para ello se guiará de una tabla de monitorización (se deja una plantilla ejemplo en la tabla VII.55) y de una lupa para poder observar mejor los agentes nocivos y fauna auxiliar.

Este propio plan de monitorización y de diagnóstico de forma orientativa se especifica en la Tabla VII.53 y Tabla VII.54.

Tabla VII.53. Sistema de monitorización, seguimiento y evaluación de la presencia de enfermedades en la plantación.

Sistema de muestreo		Enfermedades		
		<i>Septoria</i>	<i>Phytophthora</i>	Antracnosis
Seguimiento del riesgo para la plantación		En 25 árboles tomados al azar evaluar el estado de hojas, flores y frutos.	En 25 árboles tomados al azar determinar el porcentaje de plantas infectadas	En 25 árboles tomados al azar determinar el porcentaje de plantas infectadas
Escala de valoración	0	Sin presencia aparente en hojas, flores y frutos analizados	Árbol sano	Árbol sano
	1	Presencia en órganos vegetativos	Árbol secándose o completamente seco	Árbol con presencia de hojas o ramas con presencia
	2	Presencia en órganos fructificativos (flores y/o frutos)	-	-
Estimación de la presión del agente		Cálculo de la variable de densidad: media de las valoraciones, según escala	El porcentaje de árboles afectados sobre el total de 25	El porcentaje de árboles afectados sobre el total de 25
Umbral/momento de intervención		Valor $\geq 0,08$	$\geq 5\%$ de árboles afectados	$\geq 10\%$ de árboles afectados

Tabla VII.54. Sistema de monitorización, seguimiento y evaluación de la presencia de plagas y la fauna auxiliar en la plantación.

Sistema de muestreo		Plagas					
		Oruga	Araña roja			Fauna auxiliar	
			% Hoja senescente	% Hoja nueva	Fitoseídos	<i>Feltiella acarisuga</i>	<i>Stethorus punctillum</i>
Seguimiento del riesgo para la plantación		Examinar quincenalmente las trampas con feromona sexual, llevando una tabla de capturas por especie y poder observar la curvas de vuelos de cada especie.	Localizar, marcar y seguir los focos.			En 25 árboles tomados al azar, evaluar la presencia de individuos en una hoja o en un foco de araña	
		En 25 árboles tomados al azar, evaluar la presencia de orugas y/o daños recientes, identificando a ser posible la especie.	En 25 árboles tomados al azar, evaluar la presencia de al menos una hembra adulta de araña en una hoja				
Escala de valoración	0	Ausencia de daños y de orugas	Ausencia		Ausencia	Ausencia	Ausencia
	1	Presencia de daños nuevos o de orugas	Presencia de, al menos, 1 hembra adulta (hoja ocupada) y de síntomas de daño		Presencia de fitoseídos en mayor número de araña roja	Presencia de, al menos, 1 larva en hoja	Presencia de, al menos, 1 adulto en hoja
	2	-	-	-	-	-	-
Estimación de la presión del agente		El porcentaje de plantas con daños y/o presencia	El porcentaje de ocupación se calculará sobre el total de 50 hojas		El porcentaje de hojas ocupadas se calculará sobre el total de 25		
Umbral/momento de intervención		≥ 15% de árboles con presencia o daños recientes	≥ 25% de árboles con presencia o daños recientes y siempre que su presencia sea menor que el de fauna auxiliar que controla.		En el caso del % de presencia ser mayor al de araña roja se considerará controlado.		

Tabla VII.54 (continuación). Sistema de monitorización, seguimiento y evaluación de la presencia de plagas y la fauna auxiliar en la plantación.

Sistema de muestreo		Plagas					
		Pulgón					
		Pulgón	Fauna auxiliar				
Parasitismo (<i>Aphidius</i> sp.)	Sírfidos		<i>Aphidoletes aphidimyza</i>	Coccinélidos	<i>Crysopas (Chrysoperla carnea)</i>		
Seguimiento del riesgo para la plantación		Localizar, marcar y seguir los focos.	En 25 árboles tomados al azar, evaluar la presencia de al menos un individuo en una hoja o en un foco de pulgón				
		En 25 árboles tomados al azar, evaluar la presencia de pulgones en una hoja, identificando a ser posible la especie.					
Escala de valoración	0	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	1	Presencia de, al menos, 1 individuo o de presencia de hojas arrugadas o con melaza reciente	Presencia de momias en mayor número de pulgones no parasitados.	Presencia de, al menos, una larva en hoja o foco de pulgón	Presencia de, al menos, una larva en hoja o foco de pulgón	Presencia de, al menos, un adulto en hoja o foco de pulgón	Presencia de, al menos, una larva en hoja o foco de pulgón
	2	-	-	-	-	-	-
Estimación de la presión del agente		El porcentaje de hojas ocupadas se calculará sobre el total de 25	El porcentaje de hojas ocupadas se calculará sobre el total de 25				
Umbral/momento de intervención		≥ 25% de árboles con presencia o daños recientes y siempre que su presencia sea menor que el de fauna auxiliar que controla.	En el caso del % de presencia ser mayor al de pulgón se considerará controlado.				

Tabla VII.54 (continuación). Sistema de monitorización, seguimiento y evaluación de la presencia de plagas y la fauna auxiliar en la plantación.

Sistema de muestreo		Plagas	
		<i>Drosophila suzukii</i>	Cochinillas
Seguimiento del riesgo para la plantación		Examinar semanalmente en el periodo de cosecha de 25 trampas colocadas para realizar conteos de capturas de adultos	Localizar, marcar y seguir los focos.
		Revisar en la fruta de industria la presencia de frutos picados.	En 25 árboles tomados al azar, evaluar la presencia de individuos, identificando a ser posible la especie.
Escala de valoración	0	-	Ausencia
	1	-	Presencia de, al menos, 1 individuo por árbol
	2	-	-
Estimación de la presión del agente		-	El porcentaje de árboles con presencia se calculará sobre el total de 25
Umbral/momento de intervención		En el caso de que se localice fruta picada, habrá que realizar captura masiva con trampeo en el interior de la plantación.	≥ 15% de árboles con presencia o daños recientes

Tabla VII.55. Plantilla para la monitorización de las plagas y enfermedades.

Fecha muestreo: _____		Enfermedades			Plagas													
		Septoria	Phytophthora	Antracnosis	Oruga	Araña roja			Pulgón					Drosophila suzukki	Cochinilla			
% Hoja senescente	% Hoja nueva					Fauna auxiliar			Pulgón	Fauna auxiliar								
						Fitoseidos	Feltiella	Stethorus		Momias	Sírfidos	Aphidoletes	Coccinélidos			Crysopas		
Árboles observados																		
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		
19																		
20																		
21																		
22																		
23																		
24																		
25																		
Observaciones																		
Resultado																		
Estimación																		
Legenda	Ausencia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Presencia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Presencia en flores/frutos	2	-															

Alumno/a: José Antonio Morato García
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
 Titulación de: Grado de Ingeniería Forestal y del Medio Natural

1.8. Mantenimiento del sistema de riego

A continuación, se recogen una serie de recomendaciones de tareas y revisiones de mantenimiento (Tabla VII.56-60) a realizar por el encargado para garantizar el correcto funcionamiento de todos los equipos y tuberías del sistema de fertirrigación descritos en el Anexo VIII. Ingeniería de las obras:

1.8.1. Mantenimiento del sistema de bombeo

Tabla VII.56. Labores durante la campaña para mantenimiento del sistema de bombeo.

Inicio de temporada	Durante la temporada de riego	Fin de temporada
Revisar conexión eléctrica.	Revisar funcionamiento ruidos, vibraciones y otros.	Sacar la bomba y revisar rodamientos y sellos desgastados
Revisar funcionamiento general.		Revisar la curva de funcionamiento y consumo de energía en un servicio técnico.

1.8.2. Mantenimiento de las válvulas

Tabla VII.57. Labores durante la campaña para mantenimiento de las válvulas.

Inicio de temporada	Durante la temporada de riego	Fin de temporada
Inspeccionar válvulas automáticas.	Verificar operación de las válvulas.	Vaciar todas las válvulas.
Verificar funcionamiento de las válvulas.	Lubricar según recomendación del fabricante.	Revisar válvulas.
		Dejar todas las válvulas abiertas.

1.8.3. Mantenimiento del tablero eléctrico y el programador

Tabla VII.58. Labores durante la campaña para mantenimiento del tablero eléctrico y el programador.

Inicio de temporada	Durante la temporada de riego	Fin de temporada
Revisar conexiones.	Cada semana, revisar visualmente todos los componentes externos.	Limpiar tablero.
Verificar funcionamiento en general		Desconectar de la fuente de energía.

1.8.4. Mantenimiento del sistema de filtrado

Tabla VII.59. Labores durante la campaña para mantenimiento del sistema de filtrado.

Inicio de temporada	Durante la temporada de riego	Fin de temporada
Revisar conexiones eléctricas.	Observar que la filtración sea buena y que los controles automáticos funcionen.	Drenar el agua del equipo de filtración después del lavado.
Revisar controles automáticos.	En los filtros de arena, cuando la diferencia de presión entre los manómetros de entrada y salida sea igual o mayor a 5 m.c.a. se efectuará automáticamente un retrolavado o se deberá efectuar manualmente accionando a la válvula de tres vías	Inspeccionar los filtros interiormente.
Revisar limpieza interior.	En los filtros de anillas se deberá extraer el cartucho de anillas y limpiarlas cuando los manómetro indique una caída de presión igual o mayor a 3 m.c.a.	Desconectar de la fuente de energía.
Revisar retrolavado.	Terminar el riego diario con una limpieza de los filtros de arena y malla.	Revisar la arena del filtro.
		Revisar los cables eléctricos

1.8.5. Mantenimiento de las tuberías y goteros

A pesar del sistema filtrado con el que se cuenta, el hecho de usar fertilizantes ecológicos, de origen orgánico, va a requerir una limpieza del sistema más exhaustiva del sistema de riego.

Para ayudar a evitar la obstrucción de los sistemas de riego por la formación de biopelícula y el crecimiento de alga algas se aplicará periódicamente en el sistema peróxido de hidrogeno. De entre los productos existentes en el mercado se usará Huwasan, con certificado de uso en agricultura ecológica.

Tabla VII.60. Labores durante la campaña para mantenimiento de las tuberías y goteros.

Inicio de temporada	Durante la temporada de riego	Fin de temporada
Revisar operación del sistema.	Abrir cada mes todas las llaves finales de las tuberías, portagoteros y hacer correr el agua hasta que salga limpia, en cada uno de los tres sectores de riego.	Vaciar el sistema de riego, drenando las tuberías terciarias, principales y laterales.
Revisar visualmente obstrucciones, daños u otros signos de deterioro.	Aplicar cada 15 días en un riego y todo el sistema de riego de cada subunidad 1 l/ha de peróxido de hidrógeno (Huwa-san)	
Comprobar el débito de los goteros, de forma a comprobar la presencia de algún atasco.	Abrir cada 15 días las llaves finales de las tuberías terciarias y principal hasta que salga limpia	
Sustituir goteros rotos o con déficit de débito.	Revisar mensualmente la presión de riego.	
Revisar la presión de riego en los puntos finales de los laterales de riego.	Revisar obstrucción, daños u roturas por lo menos una vez en la temporada.	

1.9. Cerramiento perimetral

Como se recogió en el “Anexo VI” se va a realizar un cerramiento perimetral de 887,66 m lineales, con el empleo de una malla anudada cinegética y postes de madera clavados, según detalle de Plano nº8.

Se dispondrá de un acceso, al lado de la nave-almacén de 6 m de ancho, tal y como se recoge en el Plano nº 7.

La realización de la zanja, así como el clavado de postes y la instalación de la malla del cercado y la puerta de entrada será contratada a una empresa de cerramientos local, siendo supervisada por el encargado.

1.9.1. Necesidades materiales

Primeramente, es necesario calcular las necesidades de materiales para realizar el cerramiento. El perímetro de la parcela es de 887,66, que descontando los 6 metros del portón de entrada se queda en 881,66 m.

Para la disposición del cerramiento debemos de colocar dos tipos de postes, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- **Postes intermedios.** Son los postes colocados para asegurar una buena fijación de la malla.
- **Postes de tensión.** Estos postes se colocan al inicio de las líneas, en los ángulos y en los cambios de dirección del cercado y siempre respetando que no

estén separados más de 100 metros. Estos postes pretenden dar tensión al cercado y llevarán otros dos postes de refuerzo auxiliares, uno a cada lado, inclinados para dar firmeza.

La separación entre ambos postes es de 4 metros aproximadamente e irán distribuidos según el Plano nº7 y resultando unos cálculos y tramos que se reflejan en la tabla siguiente:

Tabla VII.61. Cálculo de necesidades de postes intermedios en cada tramo de postes de tensión. (Los números de los tramos corresponden a la numeración de los postes de tensión, que siguen una numeración antihoraria, partiendo del acceso a la parcela)

Tramo	Longitud lineal (m)	Nº de postes intermedios	Nº de postes de tensión
Puerta	6		
1 - 2	76,55	24	1
2 - 3	90,37	12	1
3 - 4	54,10	11	1
4 - 5	86,48	20	1
5 - 6	45,38	10	1
6 - 7	69,85	16	1
7 - 8	54,77	12	1
8 - 9	49,47	12	1
9 - 10	74,53	17	1
10 - 11	58,21	12	1
11 - 12	99,88	24	1
12 - 13	78,72	18	1
13 - 14	43,34	9	2
Sumatorio	887,66	197	14

Por lo tanto, según la distribución de los tramos de cercado serán necesarios los siguientes materiales para realizar el cerramiento, que se cuantifican en la Tabla VII.62:

- Postes de madera de pino tanalizados y tratados con punta de 2 m de altura y 10 cm de diámetro para los postes de tensión.
- Postes de madera de pino tanalizados y tratados con punta de 2 m de altura y 8 cm de diámetro para los postes intermedios.
- Postes de madera de pino tanalizados y tratados con punta de 1,80 m de altura y 8 cm de diámetro, para el empleo como auxiliares en los postes de tensión.
- Malla ganadera galvanizada y anudada tipo a 145/14/30 de 1,45 metros de altura, con 14 hilos de alambre horizontales y 30 cm de distancia entre los hilos verticales.
- Grampillones galvanizados para unir los postes con los hilos, siendo necesarios por cada poste 7 para la malla y uno para el alambre de espino.

- Alambre de espino galvanizado para colocar un hilo en coronación por encima de la malla.
- Tensores de carraca para tensar el alambre de espino, siendo necesario uno por poste de tensión.
- Tornillos bicromados M5 de 100 mm, para unir los tensores a los postes de tensión, así como para unir los postes auxiliares de refuerzo a los postes de tensión.
- Puerta carruaje de dos hojas, de 1,5 m. de alto por 6 m. de ancho, fabricada de mallazo galvanizado liso y cuadrícula de 200x50x5 mm. de espesor enmarcadas en perfil "PDS", con sus dos pilares, que irán hormigonados.

Tabla VII.62. Cálculo de necesidades de materiales para realizar el cerramiento. (En la malla ganadera y el alambre de espino se redondea, considerando rollos comerciales de 100m.)

Material	Unidades necesarias			
	Postes intermedios	Postes de tensión	Postes auxiliares	Total
Postes de madera de pino tanalizados y tratados de 2 m de altura y 10 cm de diámetro (ud)		14		14
Postes de madera de pino tanalizados y tratados de 2 m de altura y 8 cm de diámetro (ud)	197			197
Postes de madera de pino tanalizados y tratados de 1,80 m de altura y 8 cm de diámetro (ud)			28	28
Malla ganadera 145/14/30 (m)				900
Alambre de espino galvanizado (m)				900
Grampillones (ud)	1576	112		1688
Tensores de carraca (ud)		14		14
Tornillos bicromados M5 de 100 mm (ud)		14	28	42
Puerta carruaje de dos hojas, de 1,5 m. de alto por 6 m				1

1.9.2. Ejecución del cerramiento

Para la ejecución del cerramiento, se seguirán los siguientes pasos:

1. Realizar un marqueo con pintura para situar la línea por donde irá dispuesta la valla sobre terreno. En el mismo proceso se marcarán la colocación de los postes intermedios y de tensión, respetando los 4 m de distancia, según se dispone en el Plano nº 7.

2. Sobre esta línea posteriormente se realizará una zanja de unos 15 cm de profundidad mediante un subsolador acoplado a un tractor. En esta zanja irá colocada la sirga inferior de la malla que posteriormente irá enterrada unos 10 cm, como ya se ha mencionado, para de esta forma impedir el acceso de animales por la parte inferior del cerramiento.
3. Posteriormente, el cerramiento se construirá tramo a tramo, entendiendo por cada tramo la distancia que hay entre dos postes de tensión. Los 14 postes de tensión se disponen en la puerta, considerada el inicio del cercado, en los cambios de dirección y se intercalarán cuando las distancias superen los 100 metros.
4. Los postes que acaban en punta, irán clavados, ya que son más resistentes que los que se colocan haciendo hoyos. Para clavar los postes se usará un martillo neumático acoplado al tractor y la profundidad de clavado, y aprovechando la zanja de 15 cm, será necesario clavar los postes 45 cm más, hasta un total de 60 cm que quedarán enterrados. Primeramente, se clavarán los postes de tensión con la colocación de los respectivos postes auxiliares, y después se clavarán los postes intermedios.
5. Después de clavados todos los postes, se colocará la malla ganadera, clavando un grampillón cada dos hilos, sin contar ni el primero ni el último.
6. En el paso siguiente se instalará el alambre de espino. Este se sujetará a cada uno de los postes de tensión, colocando tensores fijos dándole la tensión adecuada al hilo y, finalmente, clavando las grapas quedando sujetado el alambre a cada poste intermedio.
7. El último paso es instalar la puerta y tapar la zanja realizada al inicio del cerramiento, quedando, de esta forma, el primer hilo enterrado 10 cm.

1.10. Polinización

Se disponibilizan durante los meses de octubre la colocación de al menos de 15 colmenas para garantizar la polinización. Este servicio de un apicultor local no tendrá coste para la plantación, pues el pago será compensatorio por la miel monofloral que recoja de madroño, muy valorada.

Las colmenas deben establecerse en la plantación a partir del tercer año, cuatro o cinco días antes de iniciarse la apertura de la flor (segunda a tercera semana de octubre, véase Tabla I.1), con el fin de que las abejas se orienten y adapten a su nueva ubicación antes de comenzar la polinización.



Fotos: M. Clemente

Durante todo el período que comprende la polinización es necesario una cantidad grande de abejas pecoreadoras. Para ello es preciso una colmena fuerte y vigorosa,

con más de 60000 abejas, siendo aproximadamente la mitad de ellas pecoreadoras de polen. Se van a colocar colmenas horizontales Langstoth tipo perfección de madera, con una población de 60000 abejas.

Las colmenas se colocarán a no más de 0,4 m de altura respecto al suelo, con la piqueta colocada en orientación sur-suroeste, debido a que tiene mejor insolación y estimula el vuelo de las abejas.

Como se ha comentado en el Anexo VI en el caso de darse condiciones desfavorables y las abejas no estén completando la polinización se podrá recurrir al apoyo con la compra de 5 colmenas de abejorros/ha.

1.11. Recolección

El madroño es un fruto climatérico, como se recoge en el “Anexo I: Aspectos generales del madroño” y para su recolección se van a seguir los pasos indicados en el “Anexo VI: Estudio de Alternativas”, donde se explican los procedimientos para la recolección del fruto destinado a consumo en fresco y del aprovechamiento del fruto destinado a la industria de transformación.

Será necesario pasar entre tres a seis veces para recoger los frutos en el estado de la escala de color de la Figura VI.9, una vez que los frutos no maduran todos al mismo tiempo, y entre el periodo previsible del 10 de octubre al 10 de diciembre, como se refleja en el Tabla I.1. Por otro lado, la recolección se dará iniciada cuando en las plantas se observe un 15 % de fruta con un tono amarillo-anaranjado.

1.11.1. Producción estimada

Se puede considerar al madroño como una especie de crecimiento lento que puede tener una longevidad de 200 años, iniciando la fructificación a partir del tercer año en plantaciones en regadío, como la presente, y alcanzando un pico de producción más o menos estable al final de los 10 años. Las plantas procedentes de semilla son menos precoces y tienen una entrada en producción más tardía que las micropropagadas, con lo que se considera que no entrarán en producción hasta el 6º año.

Se considera según fuentes consultadas que la producción en media irá desde los 2 kg/planta y año hasta poder llegar a los 15 kg/planta y año. En la tabla VII.63 se estima la producción para un periodo de 25 años.

Tabla VII.63. Estimativa de la producción de la plantación.

Años tras la plantación	1º-2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º-25º
Producción media (kg/ha)	0	418	1.672	2.174	6.043	8.662	9.871	12.590	13.295	13.598
Producción total (kg)	0	753	3.010	3.913	9.646	13.744	16.597	21.461	22.884	24.383
Producción total en plantas PS (kg)	0	0	0	0	616	801	1.848	2.649	3.018	4.066
Producción total en clones AL1 y AL2 (kg)	0	753	3.010	3.913	9.030	12.943	14.749	18.813	19.866	20.318
Nº Plantas en producción	0	1.505	1.505	1.505	1.813	1.813	1.813	1.813	1.813	1.813

Por otro lado, además de la recolección manual se utilizarán redes que serán colocadas por debajo de los madroños, reduciendo la pérdida de frutos que maduran primero, tornando el aprovechamiento mayor.

En cuanto a la producción recogida, se separará en dos tipos de calidades, los frutos de primera categoría serán destinados al consumo en fresco, mientras los que presenten fisiopatías, daños mecánicos o algún síntoma de plaga ya curado se podrán destinar a la industria, optimizando así al máximo la producción. Se considera que el porcentaje de fruta que sólo será apta para industria es del 10 %, con lo en la Tabla VII.64 se pueden prever las producciones destinadas a la venta en fresco y las destinadas a la transformación.

Tabla VII.64. Estimativa de las producciones destinadas a cada mercado en cada campaña.

Años tras la plantación	1º- 2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º-25º
Producción de 1ª categoría destinada al consumo en fresco	0	677	2.709	3.522	8.681	12.369	14.937	19.315	20.596	21.945
Producción de 2ª categoría destinada a la transformación	0	75	301	391	965	1.374	1.660	2.146	2.288	2.438

1.11.1.1. Necesidades de mano de obra

Para calcular las necesidades de mano de obra necesaria para la recolección manual se estima que por cada planta se deberá hacer al menos ocho pasadas para recolectar toda la fruta que irá madurando progresivamente. Para ello se tendrá en cuenta que el periodo estimado de producción discurre entre las 6 semanas del 10 de octubre y 10 de

diciembre y que en un jornal de 7 h de forma media una persona puede recolectar 60 kg de fruto, ósea unos 8,5 kg/h.

Siguiendo estas pautas descritas para la recolección se necesitará en la primera campaña de recolección (año tercero después de la plantación) de un operario, mientras que a partir del año 10º serán necesarios 10 recolectores, como se indica en la Tabla VII.65.

Tabla VII.65. Estimativa de las necesidades de mano de obra para recolectar la fruta en cada campaña.

Años tras la plantación	1º- 2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º- 25º
Kg a recolectar por semana del periodo de recolección (9 semanas)	0	84	334	435	1.072	1.527	1.844	2.385	2.543	2.709
Nº de días de recolección en cada semana	0	2	4	4	5	5	5	5	5	5
Nº de recolectores necesarios	0	1	1	2	4	5	6	8	8	8
h de recolección necesarias	0	89	354	460	1.135	1.617	1.953	2.525	2.692	2.869

1.11.1.2. Necesidades materiales

Además, como se recoge en el “Anexo V: Estudio de mercado” se incluyen en la Tabla VII.66 las necesidades de tarrinas y cajas para la recolección, contando que se comercialice en el formato de bandeja de celulosa moldeada de 125 g y en cajas de cartón de 1 kg (con capacidad para 8 bandejas), lo que podrá variar en función de las especificaciones del cliente final.

También se cuantifican las redes que se disponibilizan para aprovechar la fruta que pueda caer entre las pasadas de recolección y las cajas de plástico en las que se colocará la fruta destinada a la industria de la transformación.

Tabla VII.66. Estimativa de las necesidades materiales en cada campaña.

Años tras la plantación	1º-2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º-25º
Nº tarrinas necesarias 125g	0	5.418	21.672	28.174	69.451	98.955	119.498	154.521	164.768	175.558
Nº cajas cartón 1 kg	0	677	2.709	3.522	8.681	12.369	14.937	19.315	20.596	21.945
Nº cajas 5 kg de industria	0	15	60	78	193	275	332	429	458	488
Nº de redes	0	1.505	1.505	1.505	1.813	1.813	1.813	1.813	1.813	1.813

Finalmente, señalar que los frutos una vez recogidos deben ser trasladados en un breve periodo de tiempo a un lugar fresco y alejado de los rayos solares, que en este caso será la nave almacén. Para ello se utilizarán carretillas y el tractor y remolque de la explotación.

1.12. Comercialización y normas de calidad

La comercialización del fruto fresco como se ha comentado en el “Anexo V: Estudio de mercado” se realizará a varios distribuidores especializados en la comercialización de pequeños frutos y en los mercados centrales como Mercamadrid. Otra parte se podrá dar salida en el pequeño mercado local y a través de la cooperativa SANTIBÁÑEZ DE LA SIERRA, S. COOP. LTDA situada en el propio municipio. La fruta destinada a la industria, se venderá a las destilerías como principales clientes donde los destinarán a la producción de aguardiente, y donde en Portugal hay una elevada demanda.

1.12.1. Precios de venta de los productos

En cuanto a los precios, estarán ligados a la oferta y la demanda de cada campaña, pero al ser una campaña relativamente corta se negociarán previamente la venta a un precio fijo. En el presente proyecto se va a estimar que el precio al que se venderán los madroños en cada destino es el siguiente:

- **Fruto destinado a la venta en fresco:** 4,7 €/kg
- **Fruto destinado a la industria:** 0,85 €/kg

1.12.2. Conservación

Dado que esta fruta tiene un bajo poder de conservación, y como el destino final de la producción es el consumo fresco, debe almacenarse a una temperatura de 2 a 6 ° C, en una atmósfera controlada con 10 a 15% de CO₂, 1 a 6% de O₂ y alta humedad relativa. En estas condiciones, recomendadas por Gomes et. Al (2017), la fruta puede almacenarse hasta 2 semanas.

El almacenamiento incorrecto debido a la ausencia de frío o problemas en las cámaras de refrigeración, como la falta de humedad relativa, conduce a la aparición de daños

fisiológicos, como cambios en el color, el sabor y el aroma de los frutos, la deshidratación o la aparición de podredumbres.

La fruta en caso de no tener salida directa, podrá ser almacenada en la cooperativa SANTIBÁÑEZ DE LA SIERRA, S. COOP. LTDA., que cuentan con cámara frigorífica y está situada a escasos 2 km de la plantación.

1.12.3. Normas de calidad

El madroño es un fruto delicado y destinado a mercados muy exigentes con lo que a la hora de la recolección se deberán seguir unos ciertos cuidados y parámetros de calidad. Será el encargado el responsable de supervisar a los recolectores y de seguir las siguientes disposiciones de calidad para poder destinar el fruto a la venta en fresco. Para ello la evaluación de control de calidad se centrará en analizar una bandeja de frutos, considerando:

- Defectos no permitidos:
 - Frutos con sangrados o rajados.
 - Con presencia de plagas.
 - Con podredumbres o presencia de hongos.
 - Frutos inmaduros.
 - Frutos aplastados.
 - Fruto con exceso de maduración.

- Defectos permitidos hasta un 10 % de los frutos de la bandeja:
 - Frutos con cicatrices, roces, daños por heladas o granizo.
 - Frutos partidos.
 - Frutos desgarrados.
 - Frutos pisados.
 - Bandejas con menos peso.

- Defectos menores permitidos hasta un 20% de los frutos de la bandeja:
 - Frutos con maduración no homogénea.
 - Frutos con pedúnculo.
 - Frutos con restos florales.
 - Frutos semiblandos.

Por otro lado, para la fruta de industria se podrá aprovechar que presente defectos no permitidos para la comercialización en fresco, menos aquellos madroños que presenten los siguientes defectos:

- Con presencia de plagas.
- Con podredumbres o presencia de hongos.

1.13. Cuaderno de campo y certificación de producción ecológica

Como se ha recogido en el Anexo V la plantación se certificará como producción ecológica. Dado que el uso anterior de la finca era como erial se podrá certificar desde el año 1, a pesar de no ser necesario contar con el sello hasta el año 3º, que comenzará a producir el cultivo, con lo que la plantación no deberá pasar período de transición y en todo momento la producción podrá estar certificada.

En Castilla y León, en la Orden AYG/452/2013, de 29 de mayo, se dispone que los controles para control y certificación de agricultura ecológica se realicen con arreglo a las obligaciones establecidas en el Reglamento (CE) nº 834/2007 y podrán llevarse a cabo por el Consejo de la Agricultura Ecológica de Castilla y León (CAECYL) y por otros Organismos autorizados para ello.

Este proceso de certificación con los auditores lo llevará a cabo el asesor de la plantación, así como el cuaderno de campo y controles y revisiones periódicos.

2. Necesidades del proceso productivo

2.1. Mano de obra

Para la ejecución de las diferentes labores de implementación y mantenimiento de la plantación descritas en apartados anteriores y resumidas en la tabla VII.68 se necesitará contar con personal fijo y un número puntal de trabajador temporal, especialmente para la recolección.

2.1.1. Mano de obra fija

Para la realización de las distintas labores de mantenimiento de la plantación será necesario contar con personal fijo. Sin embargo, se trata de una plantación pequeña con un nivel de automatización alto, para el riego, fertilización y control integrado de plagas y enfermedades, con lo que la mano de obra fija puede ser de una persona.

Como se ha comentado anteriormente, el propio promotor del proyecto presenta la debida experiencia y conocimientos en explotaciones agrícolas como para ser el encargado y poder ejecutar los trabajos y supervisar aquellos que se subcontraten o requieran la contratación de mano de obra temporal. Además, dispone del tiempo necesario que va a requerir la plantación.

Así, deberá llevar a cabo las siguientes labores de implantación de la plantación:

- Supervisión de las labores de preparación del terreno contratadas.
- Replanteo de las calles de plantación

- Recepción de los plantones de madroño.
- Reparto correcto de los plantones a lo largo de las líneas de plantación.
- Plantación.
- Realización de un riego de plantación.
- Escarda de la vegetación del pie de las plantas en el primero año.
- Reposición de posibles marras.
- Marqueo cerramiento y reparto de postes.
- Supervisión de la apertura de la zanja y de la instalación del cerramiento.
- Tapado de la zanja una vez instalado la cerca.

Y los siguientes trabajos para el mantenimiento de la plantación en todos los años de vida de la misma:

- Realización de las podas necesarias.
- Trituración de los restos de poda.
- Siega periódica de la cubierta vegetal en las épocas necesarias.
- Programación y revisión regular del buen funcionamiento del sistema de riego y de la fertirrigación.
- Ejecución de las diferentes labores del plan de mantenimiento del sistema de riego y fertirrigación.
- Supervisión de la instalación del apiario y de la correcta polinización de la floración.
- Supervisión de la aplicación anual de estiércol.
- Preparación de las diferentes mezclas de los tanques según el plan de fertilización expuesto.
- Observación de la evolución del cultivo y monitorización de plagas y enfermedades y conteos de capturas de drosophila y lepidópteros para determinar cambios en las necesidades de riego, fertilización y control de plagas y enfermedades de aquello previsto en la planificación.
- Realización de aplicaciones fitosanitarias, mantenimiento del trampeo y realización de sueltas de lucha biológica.
- Compra y recepción de productos tales como fertilizantes, productos fitosanitarios, envases, etc., así como de su correcto almacenamiento.
- Mantenimiento de la maquinaria.
- Contratación y adiestramiento del personal para la recolección.

- Supervisión de la recolección, de la calidad y suministro a los recolectores de las tarrinas, cajas y carretillas necesarias.
- Traslado de los frutos recolectados desde la zona de cultivo hasta el almacén y en su caso hasta la nave de la cooperativa.
- Control de la buena conservación de los frutos hasta la llegada del transporte para su venta.

2.1.2. Mano de obra eventual

En las algunas labores del proceso de implantación del cultivo se va a necesitar mano de obra eventual para prestar ayuda al encargado, como en las siguientes:

- Replanteo de las calles de plantación.
- Reparto de plantas.
- Plantación.
- Riego de plantación.
- Reparto de los postes del cerramiento.

También se hará imprescindible a partir del tercer año de plantación para realizar la recolección de los frutos en cada campaña, tal y como se estimó en la tabla VII.65.

2.1.3. Contratación de la mano de obra

La contratación de la mano de obra, los salarios y el tipo de seguro social se hará de acuerdo a la ley vigente y a los convenios del sector agrícola. Puesto el carácter temporario de los trabajos se podrá recurrir a la contratación a través de empresas de trabajo temporal, no teniendo que asumir la burocracia de la contratación.

2.2. Maquinaria y equipos

Para realizar las labores de implantación del cultivo, así como en algunas otras destinadas a su mantenimiento, se hace necesario el empleo de maquinaria. Todos estos equipos necesarios en cada actividad han sido mencionados en el apartado Actividades del proceso productivo y en este apartado se precisarán de forma más profunda.

Por otro lado, hay maquinaria que se utiliza con mucha frecuencia, mientras que otra sólo se ha de utilizar una vez al año o incluso una vez en toda la vida de la explotación. Por ello, la maquinaria necesaria se divide en dos grandes grupos: maquinaria alquilada y maquinaria propia.

2.2.1. Maquinaria alquilada

En determinadas labores iniciales y de implantación de los madroños se van a necesitar una serie de equipos y aperos mayores, así como tracciones mayores que posteriormente en las diferentes labores de cultivo no se van a utilizar. Por ello, toda esta maquinaria más potente, no necesaria para las labores periódicas de la plantación, se contratará, priorizando que a pequeños agricultores y empresas de servicios agrícolas de la zona.

De forma general la maquinaria alquilada se suele adquirir con su propio conductor, puesto que su experiencia en la utilización de la misma rentabilizará el trabajo haciéndolo más eficiente y seguro.

Grada de discos

La vegetación preexistente, conformada por herbáceas y matorral ligero será cortado y triturado y enterrado parcial o totalmente mediante el pase de una grada de discos verticales que se clavan en el suelo, hasta una profundidad de 15 cm, consiguiendo también un laboreo superficial.

Así, será necesario de un tractor de al menos 80 CV, para el trabajo con una grada de discos semisuspendida con una anchura de trabajo de 2 m.

Subsolador

El subsolador que se debe utilizar para la labor de subsolado pretendida tiene que tener tres brazos para realizar dos pases cruzados a 70 cm. Cada brazo debe tener la suficiente robustez para soportar la tensión a la que van a estar sometidos y será conveniente que presenten una forma curva, ya que de esta manera penetrarán mejor en el terreno absorbiendo una menor potencia. La anchura de trabajo será de unos dos metros.

La potencia necesaria del tractor que arrastrará el subsolador, trabajando a una velocidad de 3,5 km/h, será de al menos 150 CV.

Abonadora

Para repartir de manera uniforme el abonado organomineral de fondo se empleará una abonadora de distribución centrífuga suspendida de una capacidad de aproximadamente 1.000 kg, con lo que bastará un tractor de una potencia de 80 CV.

Esta abonadora dispone de un disco accionado por la toma de fuerza del tractor. La salida del producto se regula mediante la apertura, mayor o menor, de una compuerta y en función de la velocidad. Generalmente la anchura de trabajo es la misma que la de la tolva, no obstante, el producto puede ser impulsado también por un eje de paletas.

Antes de comenzar con la labor, y una vez regulada la máquina, será conveniente realizar un ensayo para comprobar la precisión de reparto, así como el buen ajuste de la dosis a 3000 kg/ha.

Arado de vertedera

Para llevar a cabo el volteo de la capa arable se utilizará un arado vertedera de cuatro cuerpos, trabajando a una profundidad de 30 cm. La potencia necesaria del tractor, trabajando a una velocidad de 6 km/h será de al menos 120 CV de potencia.

Cultivador

Para completar la preparación del terreno produciendo la rotura de posibles terrones por el choque y eliminar las hierbas adventicias que hayan podido brotar se va a utilizar un cultivador que trabajará a una profundidad máxima de unos 10 cm. La potencia necesaria del tractor para hacer esta labor, estimando una velocidad de trabajo de 8 km/h, será de 80 CV.

El cultivador contratado llevará un mínimo de 10 brazos flexibles y rejas extirpadoras para conseguir eliminar la vegetación.

Remolque esparcidor de estiércol

Para garantizar la conservación del nivel de materia orgánica del suelo, se incorporará anualmente a partir del segundo año estiércol de ovino.

Se trata de un remolque que incorpora un esparcidor accionado por la toma de fuerza del tractor, y equipado con un sistema de arrastre de cadenas que se encargan de arrastrar el estiércol hacia la parte trasera del remolque, donde unos cilindros verticales se encargan de distribuir el estiércol por la superficie del terreno.

La capacidad de carga del remolque es de 5000 kg y su anchura de trabajo es de 2 m, siendo necesario remolcar en un tractor de al menos 80 CV. Esta labor se contratará a un vecino de la localidad que dispone de un remolque de este tipo.

Maquinaria para el cerramiento

Además de la maquinaria anteriormente descrita se contratará a una empresa de cerramientos la realización del cerramiento, que será supervisado por el encargado. Para la ejecución será necesario disponer de un subsolador para realizar una zanja de unos 15 cm será necesario alquilar un subsolador de una reja y una clavadora de postes.

Cuchilla niveladora

Para poder tapar la zanja una vez terminado el cerramiento, y así dejar enterrado el primer hilo de la valla, será necesario alquilar una cuchilla niveladora de pequeñas

dimensiones, de 2 m de ancho y 50 cm de lámina, que pueda ser remolcada por el tractor frutero.

2.2.2. Maquinaria propia

En la plantación objeto del proyecto es necesario comprar una serie de aperos o máquinas para poder realizar las distintas labores a lo largo de los diferentes años de cultivo, ya que su uso va a ser continuado y periódico se justifica su adquisición por resultar más rentable.

Además de esta maquinaria se debe adquirir un tractor que cubra las necesidades de potencia de las labores a realizar.

A continuación, se exponen las características principales que deben tener cada uno de estos aperos y que lógicamente han de tenerse en cuenta a la hora de realizar su compra:

Desbrozadora-trituradora

Para poder llevar a cabo la siega de la cubierta vegetal natural de las calles, pero también para poder triturar los restos de poda, se ha de adquirir una trituradora-desbrozadora de martillos, que permite realizar ambas operaciones.

La trituradora está formada por un rotor de martillos o de cuchillas, que cortan y machacan los restos vegetales, dejándolos de un tamaño tal que pueden ser incorporados al suelo, que es el objetivo del mantenimiento del suelo.

El equipo que se adquirirá cuenta con las siguientes especificaciones del aparato de corte, suficiente para triturar el material leñoso de las podas del madroño que no será nunca de excesivo grosor:

- Diámetro de leña triturable: hasta 30 mm
- Número de cuchillas: 28
- Utensilios de corte: martillos
- Altura de corte máxima: 90 mm
- Altura de corte mínima: 20 mm
- Ancho de corte: 170 cm

Por otro lado, la desbrozadora irá enganchada en los tres puntos del tractor (enganche de cat. I), con una transmisión de 3 correas. Además, deberá llevar patines para la regulación de la altura de corte y el chasis será completamente cerrado para evitar el lanzamiento de piedras o ramas.

La potencia necesaria de tractor para este tipo de apero oscila entre los 40-50 CV según el fabricante.

Por último, dado que el ancho de corte es de 1,7 m y las calles tienen 4 m, en los casos de siega de la cubierta vegetal será necesario realizar dos pases por cada calle.

Atomizador

Para realizar los diferentes tratamientos fitosanitarios y la bioestimulación y fertilización foliar será necesario adquirir un pulverizador hidroneumático arrastrado.

Debido a la superficie de la plantación, de 1,8 ha, y considerando que según el desarrollo de la plantación la dosis de aplicación puede variar desde los 400 l/ha a los 1000 l/ha, un atomizador con un tanque de 600 l será suficiente.

El atomizador cuenta con el siguiente equipamiento de serie:

- Depósito en polietileno translúcido y con reglado del volumen.
- Depósito auxiliar lava-manos y lava-circuitos.
- Bomba a membrana o pistón.
- Mando eléctrico.
- Chasis de acero reforzado y pintura anticorrosión.
- Turbinas de 740 y 920 mm de 10 aspas fijas y 10 de polipropileno paso variable
- Multiplicador de 2 velocidades y punto muerto.
- 14 jets antigota.
- Embrague centrífugo de ferodos.
- Tapadera abatible con filtro de llenado.
- Filtro de aspiración inspeccionable con válvula.
- Freno hidráulico
- Kit de luces
- Faldón antihojas

Las 14 boquillas van dispuestas en forma de arco de circunferencia para pulverizar correctamente las líneas de árboles y la apertura y cierre, así como la regulación de la inclinación es en todas independiente para adaptarse al cultivo a lo largo de los distintos años.

Por lo tanto, para la utilización del pulverizador descrito se necesitará un mínimo de 40 CV de potencia.

Finalmente será necesario adquirir una pistola, lanza y manguera de tratamientos que poder conectar al atomizador y poder realizar aplicaciones más localizadas y manuales en caso de ser necesario.

Remolque

Para poder realizar algunas tareas de la plantación y, principalmente, el traslado de la cosecha hasta la nave se debe adquirir un remolque. Según las estimaciones de producción cada día puede ser necesario transportar como máximo 609 kg de fruta, con lo que será suficiente un remolque pequeño que además será más manejable para transitar por las calles de la plantación.

No obstante, y en previsión de posibles operaciones que requieran el traslado de cargas mayores, se adquirirá un remolque con una masa máxima admitida (MMA) de unos 2.500 kg.

Las dimensiones aproximadas de la caja serán de 2600 x 1900 x 700 mm, y contando que tiene una tara aproximada de 850 kg, la masa máxima transportable será de 1600 kg. El remolque irá provisto de frenos hidráulicos y dispondrá de puertas traseras y laterales.

Por último, se considera que un tractor de 40-45 CV de potencia será suficiente para el arrastre del remolque descrito.

Tractor

Las características del tractor de la explotación que se pretende adquirir se hará en función de los requerimientos mostrados por los aperos anteriormente descritos y las labores a realizar en los diferentes años del cultivo. Así, según la potencia máxima demandada será suficiente disponer de un tractor de 50 CV de potencia.

Tras analizar el mercado y estudiar diferentes propuestas de diferentes marcas, el tractor elegido cuenta con las siguientes características:

- Motor: Diésel 4 tiempos de inyección directa
- Cilindros: 4
- Cilindrada: 2482 cc
- Aspiración: natural
- Potencia: 36 kW / 49 CV
- Régimen nominal: 2600 r.p.m.
- Par máximo: 170 NM / 1500 r.p.m.
- Refrigeración: agua
- Capacidad de depósito: 45 L
- Transmisión: Cambio sincronizado de 24 velocidades: 12 adelante + 12 atrás con inversor sincronizado
- Embrague de la transmisión: De discos múltiples en baño de aceite

- Diferencial: Anterior y posterior con bloqueo simultáneo y accionamiento electrohidráulico
- Ejes: Anteriores y posteriores con reductores epicicloidales
- Tracción: 4 ruedas motrices permanentes
- Toma de fuerza posterior: Independiente del cambio, a 540 rpm y sincronizada con el avance. Conectable bajo carga con freno en la posición desconectada. Embrague de discos múltiples en baño de aceite y accionamiento Electrohidráulico
- Sistema hidráulico: De doble circuito con dos bombas independientes
 - Caudal bomba que gestiona elevador y distribuidores: 25,6 l/min
 - Caudal para dirección y servicios: 15,4 l/min
 - Presión hidráulica máxima: 180 bares
- Distribuidores: De accionamiento mecánico hasta un máximo de 6 tomas hidráulicas. Posteriores (Estándar): 1 doble efecto (elevación a Martinetti) 2 doble efecto (con Control de Profundidad de esfuerzo)
- Sistema eléctrico:
 - Batería: 100 Ah
 - Alternador: 80 A
- Elevador posterior: 2 Martinetti externos - opcional: con esfuerzo y posición controlados.
 - Brazos tercer punto: Enganches normales cat. 1
 - Tirantes tercer punto: Con regulación manual
 - Capacidad de elevación en las rótulas: 1200 kg
- Módulo de conducción: Puesto de conducción monodireccional o reversible con plataforma rotante y doble pedalera y volante regulable.
- Frenos de servicio: De discos múltiples en baño de aceite con comando mecánico, actuando sobre las ruedas posteriores.
- Dirección: Con dirección hidráulica de 2 Martinetti actuando sobre las ruedas anteriores. Inversor de flujo para dirección hidráulica en la versión reversible.
- Seguridad: Arco de protección anterior abatible
- Peso a punto marcha con chasis: 1520 kg

	E	F	G	H	I Min-Max	L Max	M
COBRAM 60 RS	1160	1340	730	3230	220/270	2220	675

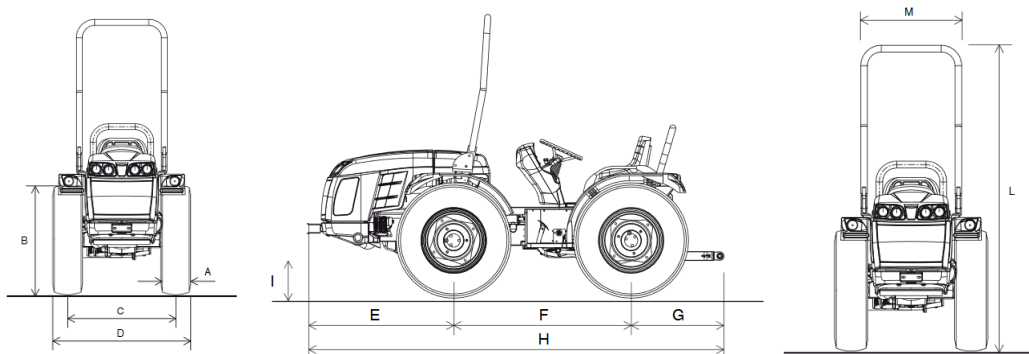


Figura VII.5: Tabla de dimensiones tractor Cobram 60 RS. Fuente: Catalogo www.tractoresferrari.com

Motodesbrozadora

Como se comentó en el apartado de mantenimiento del suelo, para conseguir desbrozar las zonas cercanas a los pies de los árboles donde no llega la desbrozadora remolcada será necesario adquirir una motodesbrozadora a gasolina, siendo suficiente de 0,8 kW.

La desbrozadora elegida es la Stihl FS 56 C-E, que cuenta con las siguientes características:

- Cilindrada: 27,3 cm³
- Longitud total: 1,7 m
- Capacidad de depósito: 0,34 l
- Potencia sonora: 108 dB(A)
- Potencia: 0,8 Kw / 1,1 cv
- Peso: 5,2 kg
- Nivel sonoro: 93 dB(A)

2.2.3. Capacidad y tiempos de trabajo

Para calcular los rendimientos de trabajo que se requieren en cada labor, de las descritas anteriormente, será preciso calcular la capacidad de trabajo de la maquinaria.

La capacidad de trabajo teórica es el producto de la anchura de la máquina por la velocidad a la que se trabaja. Sin embargo, la totalidad del tiempo empleado (tiempo operativo) no produce un trabajo efectivo, puesto que hay que hacer maniobras, ajustes o pueden ocurrir ciertos imprevistos, por lo que se multiplica la capacidad de trabajo

teórica por la eficiencia, que es la relación inversa entre el tiempo efectivo y operativo. Dependiendo de las labores, en la tabla VII.68 la eficiencia se ha estimado con diferentes valores.

$$CTR = \frac{a \cdot v}{10} \cdot \epsilon$$

Donde:

- **a**: anchura de la máquina, en m
- **v**: velocidad de trabajo, en km/h
- **ε**: eficiencia de la labor
- **CTR**: capacidad de trabajo real, en ha/h

Así, se puede calcular el tiempo de trabajo real o rendimiento de trabajo (TTR), que es la inversa de la capacidad de trabajo real.

$$TTR \left(\frac{h}{ha} \right) = \frac{1}{CTR}$$

Y, por último, el tiempo total dedicado a cada labor, multiplicando el rendimiento por la superficie de la plantación.

Los resultados de los cálculos para cada una de las labores en las que se hace necesario el uso de maquinaria se resumen en la tabla VII.67.

Tabla VII.67. Cuadro resumen de las capacidades y tiempos de trabajo de la maquinaria empleada en el proceso productivo.

Actividad	Maquinaria		Anchura de trabajo (m)	Velocidad (km/h)	Eficiencia (%)	Capacidad de trabajo real CTR (ha/h)	Trabajo real o rendimiento del trabajo TTR (h/ha)	Unidades de actuación	Tiempo actuación (h)	
	Tracción	Equipos								
Tratamiento vegetación preexistente	Tractor 80 CV	Grada discos	2	6	80	0,96	1,04	1,8 ha	1,88	
Labor profunda de preparación del terreno	Tractor 150 CV	Subsolador de tres púas	2	3,5	75	0,53	1,90	1,8 ha	3,43	
Aplicación de enmienda orgánica	Tractor 80 CV	Abonadora remolcada	1,8	10	60	1,08	0,93	1,8 ha	1,67	
Labores complementarias de preparación del terreno	Laboreo primario	Tractor 120 CV	Vertedera 4 cuerpos	1,5	6	70	0,63	1,59	1,8 ha	2,86
	Laboreo secundario	Tractor 80 CV	Cultivador de 10 brazos y rejas extirpadoras	2,2	8	80	1,41	0,71	1,8 ha	1,28
Tareas previas a la plantación	Reparto de plantas	Tractor frutero 49 CV	Remolque	-	8 plantas/min	80	6,5 plantas/min	0,15 min/planta	1813 lugares	3,47
Labores posteriores a la plantación	Riego de plantación	Tractor frutero 49 CV	Pulverizador arrastrado 600 l	-	2 plantas/min	80	1,6 plantas/min	0,63 min/planta	1813 plantas	19,04

Tabla VII.67 (continuación). Cuadro resumen de las capacidades y tiempos de trabajo de la maquinaria empleada en el proceso productivo.

Actividad		Maquinaria		Anchura de trabajo (m)	Velocidad (km/h)	Eficiencia (%)	Capacidad de trabajo real CTR (ha/h)	Trabajo real o rendimiento del trabajo TTR (h/ha)	Unidades de actuación	Tiempo actuación (h)
Cerramiento perimetral	Apertura zanja	Tractor 80 CV	Subsolador de una púa	-	4	80	3,2 km/h	0,31 h/km	≈ 890 m	0,28
Cerramiento perimetral	Reparto de postes cerramiento	Tractor frutero 49 CV	Remolque	-	15 postes/min	80	12 postes/min	0,08 min/poste	211 lugares	0,44
Cerramiento perimetral	Clavado de postes	Tractor 80 CV	Clavapostes	-	-	-	-	4 min/poste	239 postes	
Cerramiento perimetral	Tapado de la zanja	Tractor frutero 49 CV	Cuchilla niveladora	-	3	80	2,4 km/h	0,41 h/km	≈ 1780 m	0,73
Mantenimiento del suelo	Trituración de los restos de poda	Tractor frutero 49 CV	Desbrozadora-trituradora	1,7	2	70	0,24	4,20	90 calles / 4516 m lineales / 1,58 ha	6,64
	Siega cubierta vegetal natural	Tractor frutero 49 CV	Desbrozadora-trituradora	1,7	2	85	0,29	3,46	90 calles / 4516 m lineales / 1,58 ha	5,47
				Motodesbrozadora					3 min/planta	1813 plantas

Tabla VII.67 (continuación). Cuadro resumen de las capacidades y tiempos de trabajo de la maquinaria empleada en el proceso productivo.

Actividad		Maquinaria		Anchura de trabajo (m)	Velocidad (km/h)	Eficiencia (%)	Capacidad de trabajo real CTR (ha/h)	Trabajo real o rendimiento del trabajo TTR (h/ha)	Unidades de actuación	Tiempo actuación (h)
Aplicación estiércol		Tractor 80 CV	Remolque esparcidor	2	10	60	1,20	0,83	1,8 ha	1,50
Control integrado de plagas y enfermedades	Aplicaciones fitosanitarias	Tractor frutero 49 CV	Pulverizador arrastrado 600 l	4	4	80	1,28	0,78	1,8 ha	1,41
Control integrado de plagas y enfermedades	Aplicaciones de fertilización bioestimulación foliar	Tractor frutero 49 CV	Pulverizador arrastrado 600 l	4	4	80	1,28	0,78	1,8 ha	1,41
Recolección	Traslado frutos almacén	Tractor frutero 49 CV	Remolque		4	40	1,6 km/h	0,63 h/km	0,5 km ida y vuelta dos veces al día y descarga	0,83
Comercialización	Traslado frutos SANTIBAÑEZ DE LA SIERRA, S. COOP. LTDA	Tractor frutero 49 CV	Remolque		10	80	8 km/h	0,125 h/km	4 km ida y vuelta 1 vez al día y descarga	0,9

2.2.4. Consumo de combustibles y lubricantes

Tractor frutero

El gasto de combustible en un tractor va a depender de la potencia con la que trabaje. A su vez a la potencia se llegará con un determinado número de revoluciones del tractor. Por lo que dependiendo del régimen del motor al que se llega a una potencia, será el consumo específico de combustible.

Para el tractor de la plantación, Ferrari COBRAM 60, según el fabricante está equipado el motor diésel KOHLER KDI 2504 M, con 4 cilindros en línea y 2482 cc, que desarrolla una potencia de 49 CV (36 KW) a 2600 rpm. Es refrigerado por agua, con 4 válvulas por cilindro, de inyección directa, con aspiración natural y garantiza una elevada potencia con un consumo de 220 g/Kw·h y un par motor muy alto de 170 Nm a los 1500 rpm.

No todas las labores a realizar en el mantenimiento de la plantación van a necesitar desarrollar la potencia máxima, con lo que el consumo horario variará en cada caso. A pesar de ello el consumo calculado se tendrá en cuenta a modo orientativo.

Con lo que, siendo garantistas, partiendo del consumo para la potencia máxima, y contando que la densidad del gasoil es de 850 kg/m³, el consumo horario de gasoil será:

$$C_{\text{gasoil}} = \frac{220 \text{ g}}{\text{kW}} \cdot h \cdot 36,5 \text{ kW}}{850 \text{ g/L}} = 9,44 \text{ L/h}$$

Por último, considerando un precio del gasoil agrícola (clase B) de 0,72 €/L, el gasto de gasoil será de 6,79 €/h.

Por su parte, para el cálculo del consumo de aceite se estima mediante la expresión de la norma ASAE D497.2:

$$C_{\text{aceite}} = 0,00059 \cdot P \text{ (kW)} + 0,02169 = 0,04 \text{ L/h}$$

Con lo que, considerando un precio de 4,5 €/L, el gasto de aceite será de 0,19 €/h:

Motodesbrozadora

El consumo de combustible en la motodesbrozadora de 0,8 kW según el fabricante es de 507 g/Kw·h. Con lo que el consumo horario de gasolina, contando que la gasolina tiene una densidad de 680 kg/m³, será:

$$C_{\text{gasolina}} = \frac{507 \text{ g}}{\text{kW}} \cdot h \cdot 0,8 \text{ kW}}{680 \text{ g/L}} = 0,67 \text{ L/h}$$

Finalmente, considerando un precio de la gasolina de 1,170 €/L, el consumo de gasolina de la desbrozadora será de 0,78 €/h.

Por su parte el gasto de aceite de motor de dos tiempos, conociendo que irá en una proporción de mezcla de 1:50 con respecto a la gasolina:

$$C_{\text{aceite}} = \frac{0,67 \text{ L/h}}{50} = 0,013 \text{ L/h}$$

El precio del aceite de motor de dos tiempos STIHL HP Ultra es de 25 €/L, con lo que el consumo es de 0,33 €/L

2.2.5. Gastos seguros y mantenimiento maquinaria

El empleo de maquinaria implica ciertos gastos indirectos derivados del mantenimiento y las reparaciones y los seguros.

Según el dato extraído de la Plataforma de conocimiento para el medio rural y pequero (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2008), se puede asignar al mantenimiento y reparaciones de un tractor un valor de 0,20 €/litro de gasóleo consumido, incluyendo en esta valor neumáticos, lubricantes y demás material que se precisa para el mantenimiento y reparaciones, cuyo lo cual equivale a 1,88 €/h.

En cuanto al seguro, se fija un gasto de 125 €/año, englobando en la póliza, además del tractor, el resto de aperos.

2.3. Calendario de actividades y resumen de las necesidades del proceso productivo

En el siguiente cuadro (Tabla VII.68) se desglosan resumidas las necesidades del proceso productivo para desarrollar las diferentes actividades de la plantación.

En la tabla las siguientes abreviaturas tienen los siguientes significados:

- **Nº R.:** Número de repeticiones
- **Co:** Contratista
- **En:** Encargado
- **Op:** Operarios

Tabla VII.68. Cuadro resumen de las actividades del proceso productivo y de las necesidades para su ejecución.

Nº	Año	Actividad		Fecha ejecución aproximada	Condiciones	Nº R.	Maquinaria		Rendimiento del trabajo TTR		Otros materiales	Mano de obra: Ejecución (E) y Supervisión (S)			Observaciones	Unidades de actuación	Tiempo actuación (h)	Tiempo total anual (h)
							Tracción	Equipos	Valor	Ud		Co	En	Op				
1	0	Tratamiento vegetación preexistente		3ª semana agosto	Vegetación en estrés hídrico	1	Tractor 80 CV	Grada discos	1,04	h/ha		E	S			1,8 ha	1,88	1,88
2	0	Labor profunda de preparación del terreno		Inicios de septiembre	Suelo seco	1	Tractor 150 CV	Subsolador de tres púas	1,90	h/ha		E	S		Pase cruzado	1,8 ha	3,43	3,43
3	0	Aplicación de enmienda orgánica		2ª semana septiembre	En previsión de lluvias	1	Tractor 80 CV	Abonadora remolcada	0,93	h/ha	5.400 kg NPK (6-15-2) + 2 MgO + 10 CaO	E	S		Distribución homogénea	1,8 ha	1,67	1,67
4	0	Labores complementarias de preparación del terreno	Laboreo primario	4ª semana septiembre	Suelo en tempero	1	Tractor 120 CV	Vertedera 4 cuerpos	1,59	h/ha		E	S		30 cm profundidad	1,8 ha	2,86	2,86
5	0		Laboreo secundario	3ª semana octubre	Próximo a la plantación	1	Tractor 80 CV	Cultivador de 10 brazos y rejas extirpadoras	0,71	h/ha		E	S		Pase cruzado	1,8 ha	1,28	1,28
6	0	Tareas previas a la plantación	Replanteo	3ª semana octubre		1			0,17	h/calle	Cuerda, jalones, estacas y cinta métrica		E	1		90 calles / 4516 m lineales	15,30	15,30
7	0		Recepción de plantas	4ª semana octubre	Poco antes de la plantación	1			-	-		1813 plantones de madroño		E		1	1,50	1,50

Tabla VII.68 (continuación). Cuadro resumen de las actividades del proceso productivo y de las necesidades para su ejecución.

Nº	Año	Actividad		Fecha ejecución aproximada	Condiciones	Nº R.	Maquinaria		Rendimiento del trabajo TTR		Otros materiales	Mano de obra: Ejecución (E) y Supervisión (S)			Observaciones	Unidades de actuación	Tiempo actuación (h)	Tiempo total anual (h)
							Tracción	Equipos	Valor	Ud		Co	En	Op				
8	0	Tareas previas a la plantación	Reparto de plantas	1ª semana noviembre		1	Tractor frutero 49 CV	Remolque	0,15	min/planta	1813 plantones de madroño		E	1		1813 lugares	4,53	4,53
9	0	Plantación		1ª semana noviembre	Preferiblemente en días húmedos y nublados, y tras días de lluvia	1			3	min/planta	Pala plana. Depósito 1000 l para inmersión macetas.		E	1	Cepellón 2-3 cm más bajo que la superficie del suelo	1813 plantas	90,65	90,65
10	0	Labores posteriores a la plantación	Riego de plantación	1ª semana diciembre	Salvo que haya abundantes precipitaciones	1	Tractor frutero 49 CV	Pulverizador arrastrado 600 l	0,63	min/planta	Manguera, pistola conectada al pulverizador y 3600 l de agua		E	1	Mojado de cepellón	1813 plantas	19,04	19,04
11	1º		Escarda vegetación pie	Marzo		1			1	min/pie	Azada		E		Mantenimiento hoyo	1813 plantas	30,22	30,22
12	1º		Reposición de marras	Abril	Se asume el 2 %	1			4	min/planta	36 plantones de madroño		E			36 plantas	1,8	1,8

Tabla VII.68 (continuación). Cuadro resumen de las actividades del proceso productivo y de las necesidades para su ejecución.

Nº	Año	Actividad	Fecha ejecución aproximada	Condiciones	Nº R.	Maquinaria		Rendimiento del trabajo TTR		Otros materiales	Mano de obra: Ejecución (E) y Supervisión (S)			Observaciones	Unidades de actuación	Tiempo actuación (h)	Tiempo total anual (h)	
						Tracción	Equipos	Valor	Ud		Co	En	Op					
13	0	Cerramiento perimetral	Marqueo cerramiento	3ª semana septiembre		1			0,5	min/ml	Cinta métrica, cuerda, jalones, estacas y pintura		E		Marqueo con pintura de donde irá la línea del vallado y la colocación de los postes intermedios y de tensión.	≈ 890 m lineal	7,42	7,42
	0		Apertura zanja	4ª semana septiembre		1	Tractor 80 CV	Subsolador de una púa	0,31	h/km		E	S	Zanja de 15 cm de profundidad	≈ 890 m	0,28	0,28	
	0		Reparto de postes cerramiento	4ª semana septiembre		1	Tractor frutero 49 CV	Remolque	0,125	min/poste	239 postes		E	1		211 lugares	0,44	0,44
	0		Clavado de postes	1ª semana octubre		1	Tractor 80 CV	Clavapostes	4	min/poste		E	S		239 postes	15,93	15,93	
	0		Instalación malla y puerta	2ª semana octubre		1						Malla, alambre, grampillones, tensores, tornillos, puerta, hormigón	E	S		≈ 890 m de malla y una puerta		

Tabla VII.68 (continuación). Cuadro resumen de las actividades del proceso productivo y de las necesidades para su ejecución.

Nº	Año	Actividad		Fecha ejecución aproximada	Condiciones	Nº R.	Maquinaria		Rendimiento del trabajo TTR		Otros materiales	Mano de obra: Ejecución (E) y Supervisión (S)			Observaciones	Unidades de actuación	Tiempo actuación (h)	Tiempo total anual (h)
							Tracción	Equipos	Valor	Ud		Co	En	Op				
13	0	Cerramiento perimetral (cont.)	Tapado de la zanja	3ª semana octubre		1	Tractor frutero 49 CV	Cuchilla niveladora	0,41	h/km			E		Un pase por dentro del cercado y otro por fuera	≈ 1780 m	0,73	0,73
14	1º al 5º año	Labores de poda	Poda Formación (1º-5º año)	Febrero		1 al año			0,85	min/planta	Herramientas poda: tijera de mano, de doble mano, serrucho poda, mástic cicatrizante.		E		1813 plantas	25,68	25,68	
	3º y sucesivos		Poda limpieza	Mayo		1 al año			1,1	min/planta			E		1813 plantas	33,24	33,24	
	4º y sucesivos		Poda fructificación (desde 2º año)	Febrero		1 al año			2,5	min/planta			E		1813 plantas	75,54	75,54	
	8º, 12º, 16º, 20º, 24º		Poda renovación	Febrero		1 al año			3,5	min/planta			E		1813 plantas	105,76	105,76	
15	1º y sucesivos	Mantenimiento del suelo	Trituración de los restos de poda	Marzo	Podrá ser necesario pasar dos veces por algunas calles para dejar bien triturados los restos de podas	1 al año	Tractor frutero 49 CV	Desbrozadora - trituradora	4,20	h/ha			E	Labor conjunta de trituración de restos de poda y segado de hierba	90 calles / 4516 m lineales / 1,58 ha	6,64	6,64	

Tabla VII.68 (continuación). Cuadro resumen de las actividades del proceso productivo y de las necesidades para su ejecución.

Nº	Año	Actividad		Fecha ejecución aproximada	Condiciones	Nº R.	Maquinaria		Rendimiento del trabajo TTR		Otros materiales	Mano de obra: Ejecución (E) y Supervisión (S)			Observaciones	Unidades de actuación	Tiempo actuación (h)	Tiempo total anual (h)
							Tracción	Equipos	Valor	Ud		Co	En	Op				
15	1º y sucesivos	Mantenimiento del suelo	Siega cubierta vegetal natural	Junio, septiembre y noviembre	2 pases por calle para cubrir al menos 3,5 m de ancho segado	3 al año	Tractor frutero 49 CV	Desbrozadora - trituradora	3,46	h/ha			E		Labor conjunta de trituración de restos de poda y segado de hierba	90 calles / 4516 m lineales / 1,58 ha	5,47	16,40
				Junio	En las zonas próximas al tronco de los árboles donde no llegue la desbrozadora-trituradora	1 al año		Motodesbrozadora	3	min/planta			E			1813 plantas	90,65	90,65
16	1º y sucesivos	Riego		Mayo a octubre		≈ 135 días al año	-	Electrobomba sumergible de 3 CV	4	h/mes	Agua		E	Programación y revisión del funcionamiento	6 meses	-	24	
17	1º y sucesivos	Mantenimiento sistema riego	Revisión equipos y sistemas	Mayo a Octubre		≈ 20 al año	-		-	-	Tabla VII.56-59.		E				0,42	8,33
			Aplicación Peróxido de hidrógeno			≈ 10 al año			5	min/aplicación			18 L Huwasan y agua (Tabla VII.60)		E		3 sectores	0,25

Tabla VII.68 (continuación). Cuadro resumen de las actividades del proceso productivo y de las necesidades para su ejecución.

Nº	Año	Actividad		Fecha ejecución aproximada	Condiciones	Nº R.	Maquinaria		Rendimiento del trabajo TTR		Otros materiales	Mano de obra: Ejecución (E) y Supervisión (S)			Observaciones	Unidades de actuación	Tiempo actuación (h)	Tiempo total anual (h)
							Tracción	Equipos	Valor	Ud		Co	En	Op				
17	1º y sucesivos	Mantenimiento sistema riego (cont.)	Limpieza tuberías laterales			≈ 5 al año			0,1	min/llave	Agua		E		88 llaves finales de las tuberías portagoteos	0,15	0,73	
			Limpieza tuberías terciarias y principal			≈ 10 al año			5	min/llave	Agua		E		4 llaves	0,33	3,33	
18	3º y sucesivos	Polinización	Instalación de apiario	2ª semana octubre	En caso de darse condiciones desfavorables y las abejas no estén completando la polinización se podrá recurrir al apoyo con la compra de 5 colmenas de abejorros/ha	1 al año	-		-	-		E	S		15 colmenas de abejas			
19	2º y sucesivos	Aplicación estiércol		Marzo		1 al año	Tractor 80 CV	Remolque esparcidor	0,83	h/ha	4,7 toneladas de estiércol pajoso de oveja	E	S		1,8 ha	1,50	1,50	

Tabla VII.68 (continuación). Cuadro resumen de las actividades del proceso productivo y de las necesidades para su ejecución.

Nº	Año	Actividad		Fecha ejecución aproximada	Condiciones	Nº R.	Maquinaria		Rendimiento del trabajo TTR		Otros materiales	Mano de obra: Ejecución (E) y Supervisión (S)			Observaciones	Unidades de actuación	Tiempo actuación (h)	Tiempo total anual (h)
							Tracción	Equipos	Valor	Ud		Co	En	Op				
20	6º y sucesivos	Fertilización	Anual	Preparación tanques	6 al año		Equipo fertirrigación	8	min/tanque	Fertilizantes (Tabla VII.23 - VII.28 y VII.47)		E			3 tanques	0,4	2,4	
21	1º y sucesivos	Control integrado de plagas y enfermedades	Aplicaciones fitosanitarias	Anual	Evitar aplicaciones en días ventosos y lluviosos y aplicar preferentemente en horas de no excesiva insolación.	≈ 9 al año	Tractor frutero 49 CV	Pulverizador arrastrado 600 l	0,78	h/ha	Productos y agua (Tabla VII.49 y VII.51)		E			1,8 ha	1,41	12,66
	1º y sucesivos		Aplicaciones de fertilización bioestimulación foliar	Anual		≈ 2 al año	Tractor frutero 49 CV	Pulverizador arrastrado 600 l	0,78	h/ha	Productos y agua (Tabla VII.52)		E			1,8 ha	1,41	2,81
	1º y sucesivos		Control biológico (suestras)	Anual	Evitar sueltas en días ventosos o lluviosos.	≈ 6 al año				0,02	min/ml	Parasitoides o depredadores correspondientes (Tabla VII.51)		E	Dosificación de momias en cajitas o botes colgados y de ácaros depredadores sobre las hojas	90 calles / 4516 m lineales / 1,58 ha	1,51	9,03

Tabla VII.68 (continuación). Cuadro resumen de las actividades del proceso productivo y de las necesidades para su ejecución.

Nº	Año	Actividad	Fecha ejecución aproximada	Condiciones	Nº R.	Maquinaria		Rendimiento del trabajo TTR		Otros materiales	Mano de obra: Ejecución (E) y Supervisión (S)			Observaciones	Unidades de actuación	Tiempo actuación (h)	Tiempo total anual (h)	
						Tracción	Equipos	Valor	Ud		Co	En	Op					
21	1º y sucesivos	Control integrado de plagas y enfermedades (cont.)	Trampeo de lepidópteros	Anual	Sustitución de feromonas cada 2 meses	≈ 28 al año			2	min/trampa	Trampa lepisan y feromonas sexuales de cada especie (Tabla VII.51)		E		Instalación trampas, renovación de feromonas	36 trampas	1,20	33,6
	3º y sucesivos		Captura de Drosophila suzukii	1 octubre a 10 diciembre	Sustitución de atrayente cada 3 semanas	≈ 4 al año			4,5	min/trampa	Trampas y atrayente (agua, levadura fresca y azúcar) (Tabla VII.51)		E		Instalación trampas, preparación y renovación del atrayente	De 45 (preventivo) a 225 trampas (curativo)	3,38	3,38
	1º y sucesivos		Monitorización de plagas y enfermedades y conteos de capturas de drosophila y lepidópteros	Anual	Se incluye en este apartado los conteos quincenales de capturas de lepidópteros y drosophila	≈ 25 al año			45	min/monitoreo	Plantilla (Tabla VII.55), bolígrafo y lupa		E		Periodicidad quincenal. En periodos más críticos semanal. Según Tabla VII.53 y VII.54	25 árboles al azar, 25 trampas de lepidópteros y 25 trampas de drosophila	0,75	18,75

Tabla VII.68 (continuación). Cuadro resumen de las actividades del proceso productivo y de las necesidades para su ejecución.

Nº	Año	Actividad		Fecha ejecución aproximada	Condiciones	Nº R.	Maquinaria		Rendimiento del trabajo TTR		Otros materiales	Mano de obra: Ejecución (E) y Supervisión (S)			Observaciones	Unidades de actuación	Tiempo actuación (h)	Tiempo total anual (h)
							Tracción	Equipos	Valor	Ud		Co	En	Op				
22	3º y sucesivos	Recolección	Cosecha de frutos	10 octubre a 10 diciembre		VARIABLE según año (Tabla VII.65)			0,18	h/kg	Carretillas, cajas y envases (Tabla VII.66)		E y S	N OP.			Tabla VII.65	
23	3º y sucesivos	Recolección	Traslado frutos almacén	10 octubre a 10 diciembre		VARIABLE según año (Tabla VII.65)	Tractor frutero 49 CV	Remolque	0,63	h/km			E			0,5 km ida y vuelta dos veces al día y descarga	0,83	
24	3º y sucesivos	Comercialización	Traslado frutos SANTIBÁÑEZ DE LA SIERRA, S. COOP. LTDA	10 octubre a 10 diciembre	Necesidad de almacenaje en frío por no venta directa	VARIABLE según año (Tabla VII.65)	Tractor frutero 49 CV	Remolque	0,125	h/km			E			4 km ida y vuelta 1 vez al día y descarga	0,9	

2.4. Satisfacción de necesidades

Finalmente, la manera con la que se van a satisfacer las distintas necesidades del proceso productivo, en forma de contrataciones, mano de obra, equipos, materias primas y energía, se resumen en las tablas siguientes (Tabla VII.69 a VII.79) para el año de implantación y para cada actividad.

En las tablas también se recogen las siguientes abreviaturas para la mano de obra:

- **Co.:** Contratista
- **En.:** Encargado
- **Op.:** Operarios

2.4.1. Satisfacción de necesidades en el año 0 de implantación

Tabla VII.69. Satisfacción de necesidades para el año 0 de implantación de la plantación.

Nº	Actividad		Maquinaria		Capacidad de trabajo real CTR (ha/h)	Rendimiento del trabajo TTR		Maquinaria (h)	Mano de obra (h)			Materias primas		Energía			Aceite (L)
			Tracción	Equipos		Valor	Ud		Co.	En.	Op.	Tipo	Cantidad	Tipo	Cantidad	Ud.	
1	Tratamiento vegetación preexistente		Tractor 80 CV	Grada discos	0,96	1,04	h/ha	1,88	1,88	-	-	-	-	Trabajo contratado			
2	Labor profunda de preparación del terreno		Tractor 150 CV	Subsolador de tres púas	0,53	1,90	h/ha	3,43	3,43	-	-	-	-	Trabajo contratado			
3	Aplicación de enmienda orgánica		Tractor 80 CV	Abonadora remolcada	1,08	0,93	h/ha	1,67	1,67	-	-	Abono organomineral	5400 kg	Trabajo contratado			
4	Labores complementarias de preparación del terreno	Laboreo primario	Tractor 120 CV	Vertedera 4 cuerpos	0,63	1,59	h/ha	2,86	2,86	-	-	-	-	Trabajo contratado			
5		Laboreo secundario	Tractor 80 CV	Cultivador de 10 brazos y rejas extirpadoras	1,41	0,71	h/ha	1,28	1,28	-	-	-	-	Trabajo contratado			
6	Tareas previas a la plantación	Replanteo	-	-	-	0,17	h/calle	-	-	15,30	15,30	-	-	-	-	-	-
7		Recepción de plantas	-	-	-	-	-	-	-	1,50	-	Plantas de madroño	1813	-	-	-	-
8		Reparto de plantas	Tractor frutero 49 CV	Remolque	6,5 plantas/min	0,15	min/planta	4,53	-	4,53	4,53	Plantas de madroño	1813	Gasoil	42,79	L	0,18
9	Plantación		-	-	-	3	min/planta	-	-	45,33	45,33	-	-	-	-	-	-

Tabla VII.69 (continuación). Satisfacción de necesidades para el año 0 de implantación de la plantación.

Nº	Actividad		Maquinaria		Capacidad de trabajo real CTR (ha/h)	Rendimiento del trabajo TTR		Maquinaria (h)	Mano de obra (h)			Materias primas		Energía			Aceite (L)
			Tracción	Equipos		Valor	Ud		Co.	En.	Op.	Tipo	Cantidad	Tipo	Cantidad	Ud.	
10	Labores posteriores a la plantación	Riego de plantación	Tractor frutero 49 CV	Pulverizador arrastrado 600 l	1,6 plantas/min	0,63	min/planta	19,04	-	19,04	19,04	Agua	3600 L	Gasoil	179,70	L	0,76
13	Cerramiento perimetral	Marqueo cerramiento	-	-	-	0,5	min/ml	-	-	7,42	-						
13	Cerramiento perimetral	Apertura zanja	Tractor 80 CV	Subsolador de una púa	3,2 km/h	0,31	h/km	0,28	0,28	-	-	-	-	Trabajo contratado			
13	Cerramiento perimetral	Reparto de postes cerramiento	Tractor frutero 49 CV	Remolque	8 postes/min	0,125	min/poste	0,44	-	0,44	0,44	Tabla VII.62	Tabla VII.63	Gasoil	4,15	L	0,02
13	Cerramiento perimetral	Clavado de postes	Tractor 80 CV	Clavapostes	-	4	min/poste	15,93	15,93	-	-	-	-	Trabajo contratado			
13	Cerramiento perimetral	Instalación malla y puerta	-	-	-						-	Tabla VII.62	Tabla VII.63	Trabajo contratado			
13	Cerramiento perimetral	Tapado de la zanja	Tractor frutero 49 CV	Cuchilla niveladora	2,4 km/h	0,41	h/km	0,73	-		-	-	-	Gasoil	6,89	L	0,03

2.4.2. Satisfacción de necesidades de las labores posteriores a la plantación en el año 1

En este apartado se recoge la satisfacción de las necesidades para actividades que se realizarán en el año 1º de la plantación.

Tabla VII.70. Satisfacción de necesidades para las labores posteriores a la plantación.

Actividad		Maquinaria		Capacidad de trabajo real CTR (ha/h)	Rendimiento del trabajo TTR		Maquinaria (h)	Mano de obra (h)			Materias primas	
		Tracción	Equipos		Valor	Ud		Co.	En.	Op.	Tipo	Cantidad
Labores posteriores a la plantación	Escarda vegetación pie	-	-		1	min/pie	-	-	30,22	-	-	-
Labores posteriores a la plantación	Reposición de marras	-	-		4	min/planta	-	-	1,8	-	Plantas de madroño	36

2.4.3. Satisfacción de necesidades de las labores de poda

En este apartado se recoge la satisfacción de las necesidades para las labores de poda, para cada año y dependiendo del tipo de poda.

Tabla VII.71. Satisfacción de necesidades de las labores de poda para los diferentes años de la plantación.

Año ejecución	Actividad		Maquinaria		Rendimiento del trabajo TTR		Mano de obra (h)		
			Tracción	Equipos	Valor	Ud	Co.	En.	Op.
1º al 5º año	Labores de poda	Poda Formación (1º-5º año)	-	-	0,85	min/planta	-	25,68	-
3º y sucesivos	Labores de poda	Poda limpieza	-	-	1,1	min/planta	-	33,24	-
4º y sucesivos	Labores de poda	Poda fructificación (desde 2º año)	-	-	2,5	min/planta	-	75,54	-
8º, 12º, 16º, 20º, 24º	Labores de poda	Poda renovación	-	-	3,5	min/planta	-	105,76	-

2.4.4. Satisfacción de necesidades de las labores de mantenimiento del suelo

Tabla VII.71. Satisfacción de necesidades de las labores de mantenimiento para los diferentes años de la plantación.

Año ejecución	Actividad		Maquinaria		Rendimiento del trabajo TTR		Maquinaria (h)	Mano de obra (h)			Materias primas		Energía			Aceite (L)
			Tracción	Equipos	Valor	Ud		Co.	En.	Op.	Tipo	Cantidad	Tipo	Cantidad	Ud.	
1º y sucesivos	Mantenimiento del suelo	Trituración de los restos de poda	Tractor frutero 49 CV	Desbrozadora-trituradora	4,20	h/ha	6,64	-	6,64	-	-	-	Gasoil	62,67	L	0,27
		Siega cubierta vegetal natural	Tractor frutero 49 CV	Desbrozadora-trituradora	3,46	h/ha	16,40	-	16,40	-	-	-	Gasoil	154,83	L	0,66
		-	Motodesbrozadora	3	min/planta	-	90,65	-	-	-	-	Gasolina 95	60,74	L	1,18	

2.4.5. Satisfacción de las necesidades de riego

La satisfacción de las necesidades de riego va a depender de las estimaciones de riego realizadas en la Tabla VII.10 según el desarrollo de los árboles.

Tabla VII.72. Satisfacción de necesidades del riego para los diferentes años de la plantación.

Año ejecución	Maquinaria		Rendimiento del trabajo TTR		Maquinaria (h)	Mano de obra		Materias primas		Energía		
	Tracción	Equipos	Valor	Ud		En.	Op.	Tipo	Cantidad	Tipo	Cantidad	Ud.
1º	-	Electrobomba sumergible de 3 CV	4	h/mes	47	24,00	-	Agua (m³)	689,5	Electricidad	109.781	kW
2º	-	Electrobomba sumergible de 3 CV	4	h/mes	70	24,00	-	Agua (m³)	1034,3	Electricidad	164.671	kW
3º	-	Electrobomba sumergible de 3 CV	4	h/mes	94	24,00	-	Agua (m³)	1379,0	Electricidad	219.562	kW
4º	-	Electrobomba sumergible de 3 CV	4	h/mes	122	24,00	-	Agua (m³)	1792,7	Electricidad	285.430	kW
5º	-	Electrobomba sumergible de 3 CV	4	h/mes	150	24,00	-	Agua (m³)	2206,4	Electricidad	351.298	kW
6º	-	Electrobomba sumergible de 3 CV	4	h/mes	179	24,00	-	Agua (m³)	2620,2	Electricidad	417.167	kW
7º	-	Electrobomba sumergible de 3 CV	4	h/mes	207	24,00	-	Agua (m³)	3033,9	Electricidad	483.035	kW
8º y sucesivos	-	Electrobomba sumergible de 3 CV	4	h/mes	235	24,00	-	Agua (m³)	3447,6	Electricidad	548.904	kW

2.4.6. Satisfacción de las necesidades de mantenimiento del sistema de riego

Tabla VII.73. Satisfacción de necesidades del mantenimiento del sistema de riego para los diferentes años de la plantación.

Año ejecución	Actividad	Maquinaria		Rendimiento del trabajo TTR		Maquinaria (h)	Mano de obra (h)			Materias primas		Energía		
		Tracción	Equipos	Valor	Ud		Co.	En.	Op.	Tipo	Cantidad	Tipo	Cantidad	Ud.
1º y sucesivos	Revisión equipos y sistemas	-	-	-	-	-	-	8,33	-	-	-	-	-	-
1º y sucesivos	Aplicación Peróxido de hidrógeno	-	Electrobomba sumergible de 3 CV	5	min/aplicación	2,5	-	2,50	-	Peróxido de hidrógeno (L)	18	Electricidad	5840	kW
1º y sucesivos	Limpieza tuberías laterales	-	Electrobomba sumergible de 3 CV	0,1	min/llave	1,25	-	0,73	-	Agua	-	Electricidad	1713	kW
1º y sucesivos	Limpieza tuberías terciarias y principal	-	Electrobomba sumergible de 3 CV	5	min/llave	2,5	-	3,33	-	Agua	-	Electricidad	7787	kW

2.4.7. Satisfacción de las necesidades de fertilización

La satisfacción de las necesidades de fertilización para cada año se establece en base al plan de fertilización anteriormente recogido y considerando que se inyectará fertilizante en torno al 40% de los riegos totales.

Tabla VII.74. Satisfacción de necesidades de fertilización para los diferentes años de la plantación.

Año ejecución	Maquinaria		Rendimiento del trabajo TTR		Maquinaria (h)	Mano de obra (h)			Materias primas		Energía		
	Tracción	Equipos	Valor	Ud		Co.	En.	Op.	Tipo	Cantidad	Tipo	Cantidad	Ud.
6º	-	Equipo fertirrigación	8	min/tanque	71	-	2,40	-	Terrasei Equilibrio 7-7-7 (L)	620	Electricidad	237,408	kW
									Calcisei 10 (L)	255			
									Epsotop (kg)	125			
									Microsol MIX (kg)	13			
7º	-	Equipo fertirrigación	8	min/tanque	83	-	2,40	-	Terrasei Equilibrio 7-7-7 (L)	764	Electricidad	237,408	kW
									Calcisei 10 (L)	421			
									Epsotop (kg)	211			
									Microsol MIX (kg)	21			
8º	-	Equipo fertirrigación	8	min/tanque	94	-	2,40	-	Terrasei Equilibrio 7-7-7 (L)	889	Electricidad	237,408	kW
									Calcisei 10 (L)	421			
									Epsotop (kg)	211			
									Microsol MIX (kg)	21			

Tabla VII.74 (continuación). Satisfacción de necesidades de fertilización para los diferentes años de la plantación.

Año ejecución	Maquinaria		Rendimiento del trabajo TTR		Maquinaria (h)	Mano de obra (h)			Materias primas		Energía		
	Tracción	Equipos	Valor	Ud		Co.	En.	Op.	Tipo	Cantidad	Tipo	Cantidad	Ud.
9º	-	Equipo fertirrigación	8	min/tanque	94	-	2,40	-	Terrasei Equilibrio 7-7-7 (L)	1197	Electricidad	237,408	kW
									Calcisei 10 (L)	538			
									Epsotop (kg)	273			
									Microsol MIX (kg)	27			
10º	-	Equipo fertirrigación	8	min/tanque	94	-	2,40	-	Terrasei Equilibrio 7-7-7 (L)	1277	Electricidad	237,408	kW
									Calcisei 10 (L)	569			
									Epsotop (kg)	289			
									Microsol MIX (kg)	28			
11º y sucesivos	-	Equipo fertirrigación	8	min/tanque	94	-	2,40	-	Terrasei Equilibrio 7-7-7 (L)	1311	Electricidad	237,408	kW
									Calcisei 10 (L)	582			
									Epsotop (kg)	295			
									Microsol MIX (kg)	29			

2.4.8. Satisfacción de las necesidades del control integrado de plagas

En este apartado se recogen la satisfacción de las necesidades para cada actividad del programa del control integrado de plagas y enfermedades.

Tabla VII.75. Satisfacción de necesidades de para las aplicaciones fitosanitarias y la aplicación de bioestimulantes.

Año ejecución	Actividad	Maquinaria		Capacidad de trabajo real CTR (ha/h)	Rendimiento del trabajo TTR		Maquinaria (h)	Mano de obra (h)			Materias primas		Energía			Aceite (L)
		Tracción	Equipos		Valor	Ud		Co.	En.	Op.	Tipo	Cantidad	Tipo	Cantidad	Ud.	
1º y sucesivos	Aplicaciones fitosanitarias	Tractor frutero 49 CV	Pulverizador arrastrado 600 l	1,28	0,78	h/ha	1,41	-	1,41	-	CONTRIBUTE AID (kg)	1,8	Gasoil	13,28	L	0,06
				1,28	0,78	h/ha					PEDRIN (L)	18				
				1,28	0,78	h/ha	1,41	-	1,41	-	CURENOX 500 WG (kg)	4,32	Gasoil	13,28	L	0,06
				1,28	0,78	h/ha	2,81	-	2,81	-	IRIDIUM (L)	2,16	Gasoil	26,55	L	0,11
				1,28	0,78	h/ha					SEPTUM (L)	3,24				
				1,28	0,78	h/ha	2,81	-	2,81	-	TUREX (kg)	0,81	Gasoil	26,55	L	0,11
				1,28	0,78	h/ha	2,81	-	2,81	-	PIRECRIS	1,62	Gasoil	26,55	L	0,11
1,28	0,78	h/ha	LIIMBIO	3,24												

Tabla VII.76. Satisfacción de necesidades para el resto de actividades del control integrado de plagas y enfermedades.

Año ejecución	Actividad	Maquinaria		Capacidad de trabajo real CTR (ha/h)	Rendimiento del trabajo TTR		Maquinaria (h)	Mano de obra (h)			Materias primas	
		Tracción	Equipos		Valor	Ud		Co.	En.	Op.	Tipo	Cantidad
1º y sucesivos	Control biológico (seltas)	-	-	-	0,02	min/ml	-	-	9,03	-	Aphidius colemanii (botes 1000 momias)	4
											Sirfido (botes 200 pupas)	8
											Amblyseus andersonii (botes 10.000 individuos)	70
											Phytoseiulus persimilis (botes 1.000 individuos)	10
1º y sucesivos	Trampeo de lepidópteros	-	-	-	2	min/trampa	-	-	33,60	-	Trampa Lepisan (Ud)	36
											Ferómonas sexuales	216
3º y sucesivos	Captura de Drosophila suzukii	-	-	-	4,5	min/trampa	-	-	3,38	-	Trampa drosophila (Ud)	45
											Atrayente: agua, azúcar, levadura (L)	45
1º y sucesivos	Monitorización de plagas y enfermedades y conteos de capturas de drosophila y lepidópteros	-	-	-	45	min/monitoreo	-	-	18,75	-	-	-

2.4.9. Satisfacción de las necesidades de la recolección y transporte de la fruta.

En este apartado se recogen la satisfacción para la recolección y el transporte de la fruta. Se considera que el encargado supervisa la recolección, sólo actuando también como recolector el 3º año que se espera poco volumen de fruta.

Tabla VII.77. Satisfacción de necesidades para la recolección de la fruta.

Año ejecución	Actividad		Maquinaria		Rendimiento del trabajo TTR		Mano de obra			Materias primas	
			Tracción	Equipos	Valor	Ud	Encargado (h)	Recolectores (nº)	Recolectores (h)	Tipo	Cantidad
3º	Recolección	Cosecha de frutos	-	-	0,18	h/kg	89	0	0	Carretillas, cajas y envases (Tabla VII.66)	
4º			-	-	0,18	h/kg	354	1	354	Carretillas, cajas y envases (Tabla VII.66)	
5º			-	-	0,18	h/kg	459	2	230	Carretillas, cajas y envases (Tabla VII.66)	
6º			-	-	0,18	h/kg	1.134	4	283	Carretillas, cajas y envases (Tabla VII.66)	
7º			-	-	0,18	h/kg	1.616	5	323	Carretillas, cajas y envases (Tabla VII.66)	
8º			-	-	0,18	h/kg	1.952	6	325	Carretillas, cajas y envases (Tabla VII.66)	
9º			-	-	0,18	h/kg	2.524	8	315	Carretillas, cajas y envases (Tabla VII.66)	
10º			-	-	0,18	h/kg	2.691	8	336	Carretillas, cajas y envases (Tabla VII.66)	
11º y sucesivos			-	-	0,18	h/kg	2.868	8	358	Carretillas, cajas y envases (Tabla VII.66)	

Tabla VII.78. Satisfacción de necesidades para el traslado de la fruta al almacén.

Año ejecución	Actividad		Maquinaria		Capacidad de trabajo real CTR (ha/h)	Rendimiento del trabajo TTR		Maquinaria (h)	Mano de obra (h)			Energía			Aceite (L)
			Tracción	Equipos		Valor	Ud		Co.	En.	Op.	Tipo	Cantidad	Ud.	
3º	Recolección	Traslado frutos almacén	Tractor frutero 49 CV	Remolque	1,6 km/h	0,63	h/km	29,88	-	29,88	-	Gasoil	282,07	L	1,20
4º	Recolección	Traslado frutos almacén	Tractor frutero 49 CV	Remolque	1,6 km/h	0,63	h/km	59,76	-	59,76	-	Gasoil	564,13	L	2,39
5º	Recolección	Traslado frutos almacén	Tractor frutero 49 CV	Remolque	1,6 km/h	0,63	h/km	59,76	-	59,76	-	Gasoil	564,13	L	2,39
6º y sucesivos	Recolección	Traslado frutos almacén	Tractor frutero 49 CV	Remolque	1,6 km/h	0,63	h/km	74,70	-	74,70	-	Gasoil	705,17	L	2,99

Tabla VII.79. Satisfacción de necesidades para el traslado de la fruta a la cooperativa de Santibañez.

Año ejecución	Actividad		Maquinaria		Capacidad de trabajo real CTR (ha/h)	Rendimiento del trabajo TTR		Maquinaria (h)	Mano de obra (h)			Energía			Aceite (L)
			Tracción	Equipos		Valor	Ud		Co.	En.	Op.	Tipo	Cantidad	Ud	
3º	Comercialización	Traslado frutos SANTIBÁÑEZ DE LA SIERRA, S. COOP. LTDA	Tractor frutero 49 CV	Remolque	8 km/h	0,125	h/km	16,20	-	16,20	-	Gasoil	382,32	L	1,62
4º			Tractor frutero 49 CV	Remolque	8 km/h	0,125	h/km	32,40	-	32,40	-	Gasoil	382,32	L	1,62
5º			Tractor frutero 49 CV	Remolque	8 km/h	0,125	h/km	32,40	-	32,40	-	Gasoil	382,32	L	1,62
6º y sucesivos			Tractor frutero 49 CV	Remolque	8 km/h	0,125	h/km	40,50	-	40,50	-	Gasoil	382,32	L	1,62

ANEXO VIII:

**INGENIERÍA DE LAS
OBRAS**

Índice

1. Nave-almacén	4
2. Instalación de riego	5
2.1. Introducción	5
2.2. Diseño de las subunidades de riego	5
2.3. Descripción de los materiales elegidos	6
2.4. Premisas de cálculo	9
2.5. Criterio hidráulico	9
2.6. Distribución de las pérdidas de carga en la unidad de riego	10
2.7. Dimensionamiento del sistema de riego	10
2.7.1. Dimensionamiento de los laterales de riego	10
2.8. Dimensionamiento de las tuberías terciarias	20
2.9. Dimensionamiento de la tubería principal	23
2.10. Hidrantes de riego	25
2.10.1. Electroválvulas	25
2.10.2. Regulador de presión	26
2.10.3. Válvula de ventosa	26
2.11. Diseño del cabezal de riego	26
2.11.1. Sistemas de filtrado	26
2.11.1.1. Filtro de arena	28
2.11.1.2. Filtro de discos o de anillas	30
2.11.2. Equipo de impulsión	30
2.11.2.1. Cálculo de las necesidades de la bomba	30
2.11.2.2. Características de la bomba	31
2.11.2.3. Tubería de impulsión	32
2.11.3. Equipo de fertirrigación	33
2.11.4. Depósitos de fertilizantes	33
2.11.5. Automatización del riego	34
2.11.6. Otros dispositivos	34
2.11.6.1. Manómetros	34
2.11.6.2. Válvulas de retención o antirretorno	34
2.11.6.3. Llaves de paso manuales	34
2.11.6.4. Válvulas de ventosa	34
3. Instalación de electricidad	35
3.1. Legislación aplicable	35

3.2.	Suministro energético	35
3.3.	Cálculo del alumbrado.....	36
3.4.	Necesidades de potencia.....	37
3.4.1.	Alumbrado	37
3.4.2.	Tomas de fuerza	37
3.4.3.	Potencia necesaria total	38
3.5.	Cálculo de las líneas de alimentación	38
3.5.1.	Distribución de las líneas	38
3.5.2.	Cálculo de los cables de fase.....	39
3.5.3.	Cálculo de los cables de protección.....	40
3.6.	Cálculo de otros componentes de la instalación.....	41
3.6.1.	Toma de tierra	41
3.6.2.	Caja general de protección y medida (CPM).....	41
3.6.3.	Contador	42
3.6.4.	Cuadro general de mando y protección (CGPM).....	42
3.6.5.	Cajas de derivación	43
4.	Instalación de fontanería	43
4.1.	Instalación de fontanería	43
4.2.	Red de saneamiento	44

1. Nave-almacén

Para el presente proyecto se debe de contar con un espacio cubierto y cerrado en el que albergar las siguientes instalaciones:

- **Cabezal de riego:** equipo de filtrado, sistema de fertirrigación y automatización y dispositivos de control. Aquí queda excluido el grupo de impulsión, puesto que va a ser una bomba sumergida. La zona en la que se ubicará el cabezal de riego tendrá una superficie de al menos 20 m², suficiente para la colocación adecuada de los distintos elementos que lo forman, siendo el filtro de arena (0,8 m²) y los tanques de los fertilizantes (0,45 m² cada uno), los componentes que mayor superficie ocupan.
- **Zona de almacenamiento de los fertilizantes** y productos destinados productos fitosanitarios, abonos. Al tratarse de una plantación frutal pequeña, no será necesario acumular mucha cantidad, con lo que con una estantería de almacenamiento y destinando al menos 3 m² será suficiente.
- **Vestuarios y aseos.** La nave-almacén dispondrá de vestuarios, con taquillas y vestuarios, así con botiquín de primeros auxilios. Este espacio contará con 5 m².
- **Garaje** para la maquinaria de la plantación y otros equipos. Será necesario contar con un espacio de al menos 60 m² para el resguardo de la maquinaria que se utilizará en las labores de cultivo, así como para el almacenamiento de los envases de la recolección: palets, cajas de industria, cajas de cartón y tarrinas. También servirá para el almacenamiento de herramientas, combustibles y aceites de las maquinarias y otras herramientas más pequeñas: desbrozadora, carretillas de recolección...
 - Tractor frutero: 3,23 x 1,70 m = 5,5 m²
 - Desbrozadora-trituradora: 0,80 x 1,70 m = 1,4 m²
 - Atomizador: 3,33 x 1,05 = 3,5 m²
 - Remolque: 3,10 x 1,90 m = 5,9 m²
 - Palets y envases recolección: 5 x 1,20 x 0,80 m = 4,8 m²
 - Combustibles y aceites: 1 m²
 - Otras herramientas y materiales: 3 m²
 - Maniobras, tránsito e imprevistos (50% del total): 25 m²

Así, la nave-almacén requerida debería tener una superficie mínima de 73 m², con lo que la nave ya existente en la parcela de 132 m² se adapta a las necesidades de la plantación.

La nave en la actualidad aloja a maquinaria agrícola de la familia del promotor que podrá compartir espacio con el uso para la explotación. Simplemente requerirá de algunas reformas, la instalación de la luz y de la división de un área para el cabezal de

riego y el almacenamiento de fertilizantes y otra para los vestuarios. Estas divisiones ser harán con panel sándwich de 30 mm de espesor y compuesto de dos chapas de acero galvanizado, prelacado y perfilado que encierran un núcleo aislante de espuma rígida de poliuretano inyectado de 40 kg/m³. Se abrirá una puerta de metal de 1 x 2,15 m en la fachada para acceso desde el exterior a los vestuarios y una de chapado de madera para la salida de los vestuarios al garaje de 0,72 x 2,03 m.

La nave ya cuenta con un portón de dos hojas, de 3 x 3 m en la fachada oeste, así como varios tragaluces en el tejado.

2. Instalación de riego

2.1. Introducción

A partir de los datos obtenidos en el diseño agronómico del riego, presentados en el Anexo VII. Ingeniería del proceso, se va a proceder a la determinación de los distintos parámetros hidráulicos de la instalación (Figura VIII.1), para que se puedan aplicar las necesidades de agua al cultivo en el tiempo que se ha establecido previamente.

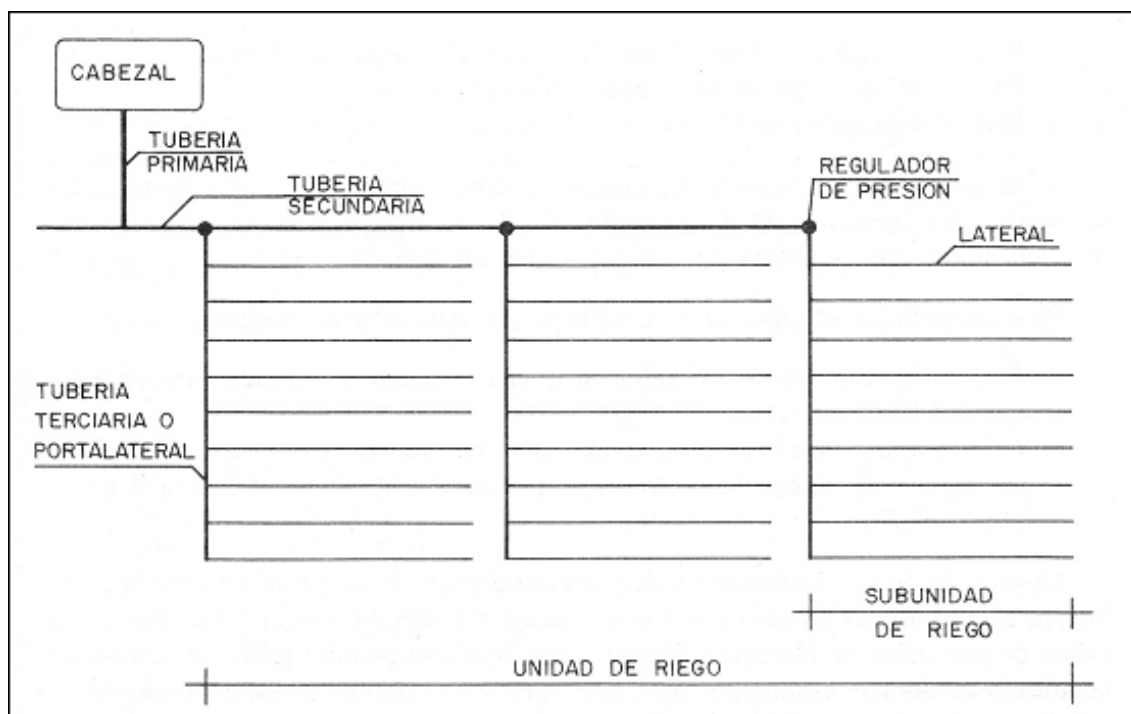


Figura VIII.1: Red tipo de distribución de una instalación de riego localizado. Fuente: Franco & Pérez (2007)

2.2. Diseño de las subunidades de riego

Se denomina subunidad de riego a la superficie constituida por una tubería terciaria y un conjunto de ramales portagoteros. Las variaciones de presión producidas aguas

arriba se controlan por el regulador de presión. Aguas abajo, las variaciones en la presión se producen por el desnivel del terreno y por las pérdidas de carga que producen las tuberías y los elementos singulares situados en estas.

La red de riego va a estar formada por tres subunidades (Plano nº 6), donde cada subunidad de riego irá alimentada por una tubería terciaria, que conectan a su vez por la tubería principal que parte del cabezal de riego.

En el trazado de la red de distribución se ha diseñado de forma que se pudiesen dejar separados los diferentes cultivares, e intentado que las subunidades de riego cubran aproximadamente los mismos metros lineales, con lo que, de esta forma, el caudal necesario en cada una de ellas será también similar.

- **Subunidad A:** riega una superficie de 1.703 metros lineales y 33 laterales de riego.
- **Subunidad B:** riega una superficie de 1.444 metros lineales y 21 laterales de riego.
- **Subunidad C:** riega una superficie de 1.582 metros lineales con 36 laterales de riego.

Los laterales seguirán las calles de plantación, separadas de 4 m, como según se definió en el Anexo VI tratando de buscar el mejor diseño según la forma de la parcela y las infraestructuras ya existentes: nave y pozo. La parcela tiene una pendiente cercana al 2 %, que queda distribuida según el diseño de la plantación en una pendiente descendiente aproximada del 1,5 % en los laterales de riego y de 0,5 % en las tuberías terciarias.

En los siguientes apartados se calcula cada uno de los elementos de la instalación de riego por goteo.

2.3. Descripción de los materiales elegidos

Los materiales que se utilizarán en la plantación para la red de distribución del riego son los que siguen a continuación.

Emisores

En el Anexo VII se concluye que se colocará un ramal portagoteros por línea de árboles, donde los emisores son goteros de 4 L/h que irán distribuidos cada 125 cm, de forma que quedan dos goteros por planta a una distancia de 62,5 cm a cada lado del árbol.

Para la elección de la tubería y de los emisores se han seguido una serie de criterios que deben cumplir los emisores:

- Alta resistencia a la obturación, que facilita la elección de un gotero de 4 l/h en vez de uno de 2 l/h, de mayor facilidad de atascos.

- Proporcionar un caudal constante y uniforme, con poca sensibilidad a la variación de presión.
- Elevada uniformidad de fabricación, gotero inyectado con muy bajo CV.
- Resistencia a la agresividad química y ambiental.
- Bajo coste.
- Reducida pérdida de carga en las conexiones

Además, se debe de tener en cuenta que por las condiciones de diseño de la parcela los laterales están distribuidos sobre una pendiente descendiente en torno al 2 %. Así para conseguir una mayor uniformidad en el riego se debe de optar por goteros autocompensantes y antidrenantes:

- **Goteros autocompensantes.** Estos goteros permiten obtener un elevado nivel de uniformidad de emisión, de agua y nutrientes, con la máxima precisión en la distribución del agua en cualquier situación topográfica gracias al amplio campo de trabajo. Dentro de los límites de presión, intervalo de compensación, que indica el fabricante, el caudal que suministra el gotero prácticamente no varía, compensando la presión el gotero gracias a una membrana elástica situada junto al orificio de salida del agua en el gotero. La utilidad de estos goteros radica en la capacidad de homogeneización del riego a lo largo de una línea de riego, ya que los últimos emisores de la línea normalmente tienen una menor presión que los primeros debido a la caída de presión por rozamiento del agua con la tubería.
- **Goteros antidrenantes.** Estos goteros se cierran automáticamente al bajar la presión en el sistema de riego, a una determinada presión de cierre que indica el fabricante. El sistema antidrenante evita el vaciado de la tubería al final de cada ciclo de riego, uniformando los tiempos y las cantidades de emisión de agua en cada planta, de forma que no permite que las últimas plantas de cada lateral puedan recibir más agua por el drenaje del sistema por los emisores de más baja cota topográfica. Por otro lado, el agua “encerrada” en el sistema asegura un flujo inmediato autorregulado al iniciarse el ciclo de riego, lo que produce ventajas tales como evitar la entrada de aire al sistema y la bomba de riego no necesita cargar el sistema para empezar a funcionar, por tanto se optimiza su uso.

Para la elección del tipo de emisor autocompensante y antidrenante se ha buscado en los catálogos comerciales de material de riego hasta encontrar las características que más se ajusten a las condiciones del cultivo. En este caso, se podría haber optado por tuberías con goteros autocompensantes integrados o por goteros pinchados. Finalmente se ha optado por goteros pinchados por las siguientes razones:

- El espaciamiento de los goteros es de 125 cm, que no es un espaciamiento comercial encontrado con facilidad en los catálogos de tuberías con goteros integrados y exigiría esperar stocks, en cambio los goteros pinchados, que, aunque puedan tener una mayor mano de obra en el montaje, se pueden colocar

a la distancia que se quiera.

- En el diseño de las calles de plantación, que son las que siguen los laterales de riego se han dejado enclavados, como se explicó en el Anexo VI. Estudio de alternativas y queda reflejado en el Plano nº4, que en el caso de optar por tubería con goteros integrados a cortar y en esos espacios colocar bypass con tubería ciega. Sin embargo, con la colocación de goteros pinchados pueden dejarse fácilmente los espacios ciegos necesarios al no pinchar allí ningún gotero.
- El uso de goteros pinchados asegura una mayor vida útil del sistema, puesto que el hecho de que en algún momento un gotero pudiese atascarse puede reemplazarse de forma fácil por un nuevo.

Las características que se han tomado para realizar los cálculos hidráulicos son del gotero pinchado PC-CNL de Regaber, cuyos datos técnicos se extraen en la Figura VIII.2 y VIII.3 del catálogo del fabricante.

Caudal (l/h)	Color base	Presión (bar)	Dimensiones paso del laberinto an-profund-larg (mm)	Const. K	Exp. X (°)	Presión de cierre (m)
2	Rojo	1.0-4.0	1.17 x 1.07 x 61	2.0	0	1.5
4	Negro	1.0-4.0	1.32 x 1.40 x 60	4.0	0	1.5
8.5	Verde	1.0-4.0	1.60 x 1.60 x 17	8.5	0	1.5

Figura VIII.2: Datos técnicos del gotero. En el cuadro rojo las características del gotero elegido. Fuente: Catalogo Regaber.

GOTERO AUTOCOMPENSANTE PC	Tubería	Presión de entrada	Kd	Caudal (l/h)	Distancia entre goteros						
					0.25	0.50	0.75	1.00	1.50	3.00	5.00
					antidrenante bajo	antidrenante bajo	antidrenante alto	antidrenante alto	antidrenante alto	antidrenante alto	antidrenante alto
16/2.5	2 bar	0.39	4.0	2.0	88	150	201	246	326	516	720
				4.0	56	96	129	158	209	330	460
				8.5	34	59	80	97	129	204	285
20/2.5	2 bar	0.13	4.0	2.0	149	243	320	388	507	795	1105
				4.0	95	156	206	249	326	510	710
				8.5	58	96	127	154	201	315	440
16/2.5	2 bar	0.39	3.0	6.0	53	91	121	148	195	309	430
				12.0	34	58	77	95	125	198	280
				12.0	22	37	50	61	81	129	180
20/2.5	2 bar	0.13	3.0	6.0	89	146	192	233	305	477	665
				12.0	57	94	123	150	195	306	425
				12.0	37	60	80	96	126	198	275

Figura VIII.3: Tabla de largos máximos de tubería. En el cuadro rojo las características del gotero elegido. (Presión al final del lateral: antidrenante bajo 1.0 bar y antidrenante alto 1.5 bar). Fuente: Catalogo Regaber.

A continuación, se resumen las características más importantes del gotero para el dimensionamiento del sistema y cálculos posteriores:

- Caudal nominal (q): 4 L/h
- Presión nominal: (p): 20 m.c.a.

- Coeficiente de variación de fabricación (CV): 4 %
- Rango de presiones de trabajo (p): entre 1 m.c.a. - 40 m.c.a
- Sistema antidrenante, gotero CNL antidrenante bajo:
 - Presión de cierre: 1,5 m.c.a.
- Filtrado aconsejado: 155 mesh
- Coeficiente K de descarga: 4
- Exponente x de descarga: 0
- Grado de filtración recomendado: 130 micras (120 mesh).

Tuberías terciarias o portaramales

Las tuberías terciarias serán también de polietileno de baja densidad (PE-40) de 4 bar. Irán enterradas para evitar posibles roturas por el paso de la maquinaria de la plantación.

2.4. Premisas de cálculo

En las instalaciones de riego, como indica Monge Redondo (2018), se han de cumplir las siguientes normas:

- La velocidad de circulación del agua en tuberías principales y secundarias será como máximo de 2,5 – 3 m/s. En tuberías laterales o ramales de riego se limita la máxima velocidad a 1,5 – 2 m/s debido a las elevadas pérdidas de carga que se producen en los tubos con menor diámetro.
- La mínima velocidad de circulación del agua conviene que sea igual o superior a 0,5 m/s para evitar sedimentaciones en el interior de las conducciones.
- La pérdida de presión en las tuberías generales de distribución hacia la parcela será inferior al 5 %, o lo que es lo mismo, 5 m.c.a.
- Se admite una diferencia máxima de caudal del 10 % en la unidad de riego.

2.5. Criterio hidráulico

Como se comentaba anteriormente, para conseguir que la presión del agua en todos los emisores sea lo más parecida posible hay que aplicar un criterio de cálculo llamado Criterio de Christiansen también llamado genéricamente Criterio Hidráulico. El Criterio Hidráulico empleado dice que en una subunidad de riego se admite una variación máxima de caudal entre los distintos emisores del 10% del caudal medio (Franco & Pérez, 2007), de forma que todas las plantas reciban una similar dosis de riego.

En el caso de goteros compensantes la diferencia es absorbida por el sistema de compensación de los goteros, puesto que el exponente de descarga es prácticamente "0", para lo que, en todo caso, es necesario considerar los datos de tolerancia máxima de presiones proporcionados por el fabricante:

$$\Delta H = 40 - 10 = 30 \text{ m.c.a.}$$

Sim embargo, la pérdida de presión admisible en la unidad viene determinada además por la diferencia de cotas en terrenos con pendiente, ya que esta diferencia de cotas es realmente una altura de presión.

$$\Delta H \pm Z_l + Z_t \leq 30 \text{ m.c.a.}$$

Donde:

- **ΔH** : pérdida de carga en la unidad debida a la fricción del agua con tuberías y accesorios.
- **Z** : desnivel en el terreno, con signo (+) cuando la pendiente sea ascendente y con signo (-) cuando la pendiente sea descendiente.
 - **Z_l** : desnivel de la tubería lateral
 - **Z_t** : desnivel de la tubería terciaria

2.6. Distribución de las pérdidas de carga en la unidad de riego

Se utiliza el criterio de Karmelli y Keller (1975) para repartir la pérdida de carga en la unidad de riego, para el que el coste mínimo de la instalación ocurre cuando el 55 % de las pérdidas admisibles en la subunidad se producen en los laterales, mientras que el 45 % restante se produce en las tuberías terciarias o portallaterales (criterio económico) (Franco & Pérez, 2007). Con esta condición, estas pérdidas de carga admisibles en un lateral horizontal y en la tubería terciaria se reparten de la siguiente forma:

- Diferencia de presión admisible en cada lateral (55 % ΔH): 16,5 m.c.a.
- Diferencia de presión admisible en la tubería terciaria (45 % ΔH): 13,5 m.c.a.

2.7. Dimensionamiento del sistema de riego

2.7.1. Dimensionamiento de los laterales de riego

Como norma general, se considera lateral más desfavorecido, bien al último lateral de una subunidad de riego, bien al de mayor longitud. De esta forma el diámetro a utilizar de los laterales será determinado con el cálculo del lateral más desfavorecido.

Los pasos a seguir para comprobar si en dicho lateral las pérdidas de carga no sobrepasan las admitidas son los siguientes:

1. Primera aproximación del diámetro de la tubería, según la velocidad recomendada de circulación del agua en la tubería y el caudal a suministrar.

$$d_i = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}}$$

Donde:

- **d_i**: diámetro interno de la tubería, en m.
- **Q**: caudal de la tubería, en m³/s.
- **v**: velocidad de circulación, en m/s

2. Comprobación del régimen hidráulico mediante el número de Reynolds.

$$Re = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d_i \cdot \mu}$$

Donde:

- **Re**: número de Reynolds (adimensional)
- **Q**: caudal de la tubería, en m³/s.
- **d_i**: diámetro interno de la tubería, en m.
- **μ**: viscosidad cinemática del agua a 20 °C y que es igual a 1,003·10⁻⁶ m²/s

3. En función de dicho régimen se elegirá la expresión o ecuación más adecuada para el cálculo de las pérdidas de carga en la tubería (Tabla VIII.1):

Tabla VIII.1: Ecuaciones para el cálculo de las pérdidas de carga en tuberías de PE.

Número de Reynolds	Régimen	Fórmula
3.000 – 100.000	Turbulento liso	Blasius $h_c = \frac{0,465 \cdot Q^{1,75}}{d_i^{4,75}} \cdot L_t$
100.000 – 1.000.000	Turbulento en la zona de transición	Cruciani-Margaritora $h_c = \frac{0,592 \cdot Q^{1,75}}{d_i^{4,75}} \cdot L_t$

Donde:

- **h_c**: pérdidas de carga, en m.c.a.
- **Q**: caudal de la tubería, en L/h.
- **d_i**: diámetro interno de la tubería, en mm.

- **L_t**: longitud total de la tubería que será la suma de la longitud real (L_r) de la tubería y longitud equivalente de los goteros (L_e), en m. La longitud equivalente de la conexión de un emisor para un gotero con conexión estándar pinchado sobre la línea se calcula aplicando la fórmula de Montalvo (1983):

$$f_e = 18,91 \cdot d_i^{-1,87}$$

$$L_e = n \cdot f_e$$

Donde:

- **d_i**: diámetro del tubo interior, en mm
 - **n**: nº de goteros del lateral
 - **f_e**: pérdida de carga o longitud equivalente de cada gotero
4. Aplicación del coeficiente reductor de Christiansen a las pérdidas de carga calculadas. Al existir una reducción constante del caudal por la salida de agua en los emisores, el valor de las pérdidas de carga por metro lineal va a ir siendo menor a lo largo de la tubería.

$$h_l = h_c \cdot F$$

$$F = \frac{1}{1+e} + \frac{1}{2 \cdot n} + \frac{\sqrt{e-1}}{6 \cdot n^2}$$

Donde:

- **H_l**: pérdidas de carga finales del lateral, en m.c.a.
 - **F**: factor reductor de Christiansen para las pérdidas de carga.
 - **e**: factor que depende del material con el que se fabrique la tubería y que toma los valores de 1,75 para PE y 1,8 para PVC.
 - **n**: número de goteros del lateral.
5. Dedución, a las pérdidas de carga totales, del incremento (positivo) de cota entre los inicios y finales de los laterales. La diferencia de cota supone una altura de presión que se calcula:

$$Z = L \cdot i$$

Donde:

- **Z**: altura de presión originada por la cota entre el principio y el final de la tubería, en m.c.a.
- **L**: longitud real de la tubería, en m.
- **i**: inclinación de la pendiente, en tanto por uno.

6. Comparación de las pérdidas de carga calculadas con las pérdidas de carga admitidas. Se debe cumplir la siguiente condición de diseño:

$$H_i \leq 16,5 \text{ m.c.a.} + Z_i$$

En el presente proyecto, el lateral más desfavorecido se encuentra en la subunidad B, el lateral B54, con 68 goteros, una longitud de 87,9 m y un caudal de 272 L/h (Tabla VIII.3). Con estos datos, los cálculos realizados son los siguientes:

1. Para una velocidad de 1,5 m/s el diámetro interior del tubo sería:

$$d_i = \sqrt{\frac{4 \cdot 7,55 \cdot 10^{-5}}{\pi \cdot 1,5}} = 8 \text{ mm}$$

Pero si vamos al catálogo para goteros pinchados (Figura VIII.3), de las características citadas, elegiríamos la de menor diámetro comercial: la tubería de 16 mm y con diámetro interior de 13,6 mm.

$$2. \text{ Re} = \frac{4 \cdot 7,55 \cdot 10^{-5}}{3,14 \cdot 0,0136 \cdot 1,003 \cdot 10^{-6}} = 7.052$$

3. Se trata del régimen turbulento liso y, por lo tanto, se utiliza la fórmula de Blasius:

$$h_c = \frac{0,465 \cdot (272)^{1,75}}{13,6^{4,75}} \cdot (87,9 + 0,14 \cdot 68) = 3,41 \text{ m.c.a.}$$

$$f_e = 18,91 \cdot 13,6^{-1,87} = 0,14$$

$$4. F = \left(\frac{1}{1+1,75} \right) + \left(\frac{1}{2 \cdot 68} \right) + \left(\frac{\sqrt{1,75-1}}{6 \cdot 68^2} \right) = 0,371$$

Por lo tanto, las pérdidas de carga finales son: $H_i = 3,41 \cdot 0,371 = 1,27 \text{ m.c.a}$

5. Considerando una pendiente del 1,5 %: $Z = 87,87 \cdot (1,5/100) = 1,32 \text{ m.c.a.}$
 6. $1,27 \text{ m.c.a} \leq 17,82 \text{ m.c.a.}$, y por tanto la **tubería de 16 mm resulta válida.**

Así, el ramal portagoteros más desfavorable, que es para el que realizamos los cálculos, pierde a lo largo de su longitud 1,27 m.c.a. Como los goteros autocompensantes emiten un caudal uniforme de 4 l/h en un rango de presiones de 10-40 m.c.a., el diseño cumple con las condiciones de funcionamiento de los emisores.

Por otro lado, la pérdida de carga originada por la leve pendiente (1,32 m.c.a.), en el caso del lateral más desfavorecido no va a generar descarga, dado que hemos usado un gotero autocompensante y antidrenante que cierra a una presión de 1,5 m.c.a., no siendo suficiente la pérdida originada por la cota favorables para originar la descarga del lateral en los últimos emisores de cada línea.

Por último, podemos confirmar que cumple la tubería de 16 mm elegida el máximo de largo de tubería establecida por el fabricante (Figura VIII.3), para lo que debemos interpolar el valor de espaciamiento de goteros de 1,25 m.

$$y = y_1 + \frac{x-x_1}{x_2-x_1} \cdot (y_2 - y_1) = 158 + \frac{1,25-1}{1,5-1} \cdot (209 - 158) = 183 \text{ m}$$

Por tanto, como 183 m es menos que 87,87 m, la longitud del máximo lateral de la plantación, se cumple las especificaciones del fabricante.

Las tuberías serán de polietileno de baja densidad e irán instaladas junto a los pies de los madroños. Este tipo de tuberías son ligeras, flexibles y resistentes para su instalación a la intemperie.

A continuación, se recogen los datos y resultados de los cálculos de las pérdidas de carga para cada lateral de las tres subunidades de riego (Tabla VIII.2, VIII.3 y VIII.4), donde se recoge también el cálculo de presiones en el origen del lateral y en el extremo.

Las fórmulas para el cálculo de presiones en situaciones de pendiente descendente suave son:

$$P_o = PN + 0,73 \cdot H_l - Z/2$$

$$P_u = PN - 0,27 \cdot H_l + Z/2$$

Donde:

- **Z**: altura de presión originada por la cota entre el principio y el final de la tubería, en m.c.a.
- **H_l**: pérdida de carga del lateral, en m.c.a.
- **P_o**: presión en el origen del lateral, en m.c.a.
- **P_u**: presión en el extremo del lateral, en m.c.a.
- **PN**: presión nominal del gotero, aquella que proporciona al caudal nominal, en m.c.a.

A continuación, se recogen los datos y resultados de los cálculos de las pérdidas de carga para cada lateral de las tres subunidades de riego (Tabla VIII.2, VIII.3, VIII.4), siendo el primer lateral y la Subunidad A aquella más situada al este de la parcela:

Tabla VIII.2: Parámetros hidráulicos de los laterales de la subunidad de riego A. (La numeración de laterales empieza de Este a Oeste, y la subunidad A es la más situada al Este)

Lateral	Nº árboles	Número de goteros	Longitud lateral (m)	Longitud equivalente (m)	Longitud total (m)	Caudal del lateral (L/h)	Re	h _c (m.c.a.)	F	H _l (m.c.a.)	Z (m.c.a.)	PN (m.c.a.)	Presión origen - P _o (m.c.a.)	Presión extremo - P _u (m.c.a.)
A1	6	12	16,50	1,72	18,22	48	1.244,54	0,03	0,406	0,01	0,25	20,00	19,89	20,12
A2	13	26	34,35	3,73	38,08	104	2.696,50	0,25	0,383	0,09	0,52	20,00	19,81	20,23
A3	18	36	45,74	5,17	50,91	144	3.733,61	0,58	0,378	0,22	0,69	20,00	19,82	20,28
A4	21	42	55,66	6,03	61,69	168	4.355,88	0,93	0,376	0,35	0,83	20,00	19,84	20,32
A5	21	42	55,22	6,03	61,25	168	4.355,88	0,92	0,376	0,35	0,83	20,00	19,84	20,32
A6	21	42	54,83	6,03	60,86	168	4.355,88	0,92	0,376	0,34	0,82	20,00	19,84	20,32
A7	21	42	54,80	6,03	60,83	168	4.355,88	0,92	0,376	0,34	0,82	20,00	19,84	20,32
A8	21	42	54,77	6,03	60,80	168	4.355,88	0,91	0,376	0,34	0,82	20,00	19,84	20,32
A9	21	42	55,20	6,03	61,23	168	4.355,88	0,92	0,376	0,35	0,83	20,00	19,84	20,32
A10	22	44	55,68	6,32	62,00	176	4.563,30	1,01	0,375	0,38	0,84	20,00	19,86	20,32
A11	20	40	51,60	5,74	57,34	160	4.148,46	0,79	0,376	0,30	0,77	20,00	19,83	20,31
A12	20	40	51,58	5,74	57,32	160	4.148,46	0,79	0,376	0,30	0,77	20,00	19,83	20,31
A13	20	40	52,09	5,74	57,83	160	4.148,46	0,80	0,376	0,30	0,78	20,00	19,83	20,31
A14	20	40	52,60	5,74	58,34	160	4.148,46	0,81	0,376	0,30	0,79	20,00	19,83	20,31
A15	21	42	52,60	6,03	58,63	168	4.355,88	0,88	0,376	0,33	0,79	20,00	19,85	20,31
A16	19	38	52,45	5,45	57,90	152	3.941,04	0,73	0,377	0,28	0,79	20,00	19,81	20,32
A17	20	40	52,29	5,74	58,03	160	4.148,46	0,80	0,376	0,30	0,78	20,00	19,83	20,31
A18	20	40	51,65	5,74	57,39	160	4.148,46	0,79	0,376	0,30	0,77	20,00	19,83	20,31
A19	20	40	50,75	5,74	56,49	160	4.148,46	0,78	0,376	0,29	0,76	20,00	19,83	20,30
A20	20	40	49,86	5,74	55,60	160	4.148,46	0,77	0,376	0,29	0,75	20,00	19,84	20,30
A21	19	38	48,96	5,45	54,41	152	3.941,04	0,69	0,377	0,26	0,73	20,00	19,82	20,30
A22	20	40	56,81	5,74	62,55	160	4.148,46	0,86	0,376	0,33	0,85	20,00	19,81	20,34
A23	23	46	58,77	6,60	65,37	184	4.770,73	1,15	0,375	0,43	0,88	20,00	19,87	20,32
A24	23	46	58,18	6,60	64,78	184	4.770,73	1,14	0,375	0,43	0,87	20,00	19,88	20,32
A25	22	44	56,87	6,32	63,19	176	4.563,30	1,03	0,375	0,39	0,85	20,00	19,86	20,32

Tabla VIII.2 (continuación). Parámetros hidráulicos de los laterales de la subunidad de riego A. (La numeración de laterales empieza de Este a Oeste, y la subunidad A es la más situada al Este)

Lateral	Nº árboles	Número de goteros	Longitud lateral (m)	Longitud equivalente (m)	Longitud total (m)	Caudal del lateral (L/h)	Re	h _c (m.c.a.)	F	H _i (m.c.a.)	Z (m.c.a.)	PN (m.c.a.)	Presión origen - P _o (m.c.a.)	Presión extremo - P _u (m.c.a.)
A26	22	44	55,48	6,32	61,8	176	4.563,30	1,01	0,375	0,38	0,83	20,00	19,86	20,31
A27	21	42	54,08	6,03	60,11	168	4.355,88	0,90	0,376	0,34	0,81	20,00	19,84	20,31
A28	18	36	53,34	5,17	58,51	144	3.733,61	0,67	0,378	0,25	0,80	20,00	19,79	20,33
A29	21	42	53,17	6,03	59,20	168	4.355,88	0,89	0,376	0,33	0,80	20,00	19,85	20,31
A30	20	40	53,00	5,74	58,74	160	4.148,46	0,81	0,376	0,31	0,80	20,00	19,83	20,32
A31	19	38	52,52	5,45	57,97	152	3.941,04	0,73	0,377	0,28	0,79	20,00	19,81	20,32
A32	20	40	51,63	5,74	57,37	160	4.148,46	0,79	0,376	0,30	0,77	20,00	19,83	20,31
A33	20	40	50,92	5,74	56,66	160	4.148,46	0,78	0,376	0,29	0,76	20,00	19,83	20,30
Σ	653	1306	1703,95	187,46	1891,41	5.224		26,81	12,445	10,08	25,56			

Tabla VIII.3: Parámetros hidráulicos de los laterales de la subunidad de riego B. (En sombreado naranja el lateral considerado como más desfavorecido para el cálculo del diseño de los laterales).

Lateral	Nº de árboles	Número de goteros	Longitud lateral (m)	Longitud equivalente (m)	Longitud total (m)	Caudal del lateral (L/h)	Re	h _c (m.c.a.)	F	H _i (m.c.a.)	Z (m.c.a.)	PN (m.c.a.)	Presión origen - P _o (m.c.a.)	Presión extremo - P _u (m.c.a.)
B34	19	38	50,77	5,45	56,22	152	3.941,04	0,71	0,377	0,27	0,76	20,00	19,81	20,31
B35	20	40	51,06	5,74	56,80	160	4.148,46	0,78	0,376	0,30	0,77	20,00	19,83	20,30
B36	18	36	52,41	5,17	57,58	144	3.733,61	0,66	0,378	0,25	0,79	20,00	19,79	20,33
B37	19	38	53,89	5,45	59,34	152	3.941,04	0,75	0,377	0,28	0,81	20,00	19,80	20,33
B38	21	42	56,29	6,03	62,32	168	4.355,88	0,94	0,376	0,35	0,84	20,00	19,83	20,33
B39	26	52	64,54	7,46	72,00	208	5.393,00	1,57	0,373	0,59	0,97	20,00	19,94	20,33
B40	26	52	66,38	7,46	73,84	208	5.393,00	1,61	0,373	0,60	1,00	20,00	19,94	20,34
B41	26	52	66,77	7,46	74,23	208	5.393,00	1,62	0,373	0,61	1,00	20,00	19,94	20,34
B42	26	52	67,17	7,46	74,63	208	5.393,00	1,63	0,373	0,61	1,01	20,00	19,94	20,34
B43	27	54	67,61	7,75	75,36	216	5.600,42	1,76	0,373	0,66	1,01	20,00	19,97	20,33
B44	27	54	68,18	7,75	75,93	216	5.600,42	1,77	0,373	0,66	1,02	20,00	19,97	20,33
B45	28	56	69,34	8,04	77,38	224	5.807,84	1,93	0,373	0,72	1,04	20,00	20,00	20,33
B46	26	52	70,49	7,46	77,95	208	5.393,00	1,70	0,373	0,64	1,06	20,00	19,94	20,36
B47	27	54	71,65	7,75	79,40	216	5.600,42	1,85	0,373	0,69	1,07	20,00	19,97	20,35
B48	29	58	73,86	8,33	82,19	232	6.015,26	2,18	0,372	0,81	1,11	20,00	20,04	20,34
B49	31	62	76,29	8,90	85,19	248	6.430,11	2,53	0,372	0,94	1,14	20,00	20,12	20,32
B50	32	64	78,99	9,19	88,18	256	6.637,53	2,77	0,371	1,03	1,18	20,00	20,16	20,31
B51	32	64	81,70	9,19	90,89	256	6.637,53	2,86	0,371	1,06	1,23	20,00	20,16	20,33
B52	33	66	83,71	9,47	93,18	264	6.844,96	3,09	0,371	1,15	1,26	20,00	20,21	20,32
B53	33	66	85,65	9,47	95,12	264	6.844,96	3,16	0,371	1,17	1,28	20,00	20,21	20,33
B54	34	68	87,87	9,76	97,63	272	7.052,38	3,41	0,371	1,27	1,32	20,00	20,27	20,32
Σ	560	1120	1444,62	160,77	1605,39	4480		39,31	7,842	14,65	21,67			

Tabla VIII.4: Parámetros hidráulicos de los laterales de la subunidad de riego C.

Lateral	Nº de árboles	Número de goteros	Longitud lateral (m)	Longitud equivalente (m)	Longitud total (m)	Caudal del lateral (L/h)	Re	h _c (m.c.a.)	F	H _i (m.c.a.)	Z (m.c.a.)	PN (m.c.a.)	Presión origen - P _o (m.c.a.)	Presión extremo - P _u (m.c.a.)
C55	33	66	83,66	9,47	93,13	264	6.844,96	3,09	0,371	1,15	1,25	20,00	20,21	20,32
C56	31	62	78,53	8,90	87,43	248	6.430,11	2,60	0,372	0,97	1,18	20,00	20,12	20,33
C57	29	58	73,07	8,33	81,40	232	6.015,26	2,15	0,372	0,80	1,10	20,00	20,04	20,33
C58	27	54	67,54	7,75	75,29	216	5.600,42	1,76	0,373	0,66	1,01	20,00	19,97	20,33
C59	25	50	63,09	7,18	70,27	200	5.185,57	1,43	0,374	0,54	0,95	20,00	19,92	20,33
C60	23	46	59,33	6,60	65,93	184	4.770,73	1,16	0,375	0,44	0,89	20,00	19,87	20,33
C61	22	44	55,97	6,32	62,29	176	4.563,30	1,02	0,375	0,38	0,84	20,00	19,86	20,32
C62	20	40	52,86	5,74	58,60	160	4.148,46	0,81	0,376	0,30	0,79	20,00	19,83	20,31
C63	19	38	49,90	5,45	55,35	152	3.941,04	0,70	0,377	0,26	0,75	20,00	19,82	20,30
C64	18	36	48,55	5,17	53,72	144	3.733,61	0,62	0,378	0,23	0,73	20,00	19,81	20,30
C65	18	36	47,57	5,17	52,74	144	3.733,61	0,61	0,378	0,23	0,71	20,00	19,81	20,29
C66	18	36	46,60	5,17	51,77	144	3.733,61	0,59	0,378	0,22	0,70	20,00	19,81	20,29
C67	17	34	45,62	4,88	50,50	136	3.526,19	0,52	0,378	0,20	0,68	20,00	19,80	20,29
C68	18	36	45,49	5,17	50,66	144	3.733,61	0,58	0,378	0,22	0,68	20,00	19,82	20,28
C69	18	36	45,38	5,17	50,55	144	3.733,61	0,58	0,378	0,22	0,68	20,00	19,82	20,28
C70	18	36	45,37	5,17	50,54	144	3.733,61	0,58	0,378	0,22	0,68	20,00	19,82	20,28
C71	17	34	45,28	4,88	50,16	136	3.526,19	0,52	0,378	0,20	0,68	20,00	19,80	20,29
C72	17	34	44,66	4,88	49,54	136	3.526,19	0,51	0,378	0,19	0,67	20,00	19,81	20,28
C73	17	34	44,10	4,88	48,98	136	3.526,19	0,51	0,378	0,19	0,66	20,00	19,81	20,28
C74	16	32	43,54	4,59	48,13	128	3.318,77	0,45	0,379	0,17	0,65	20,00	19,80	20,28
C75	16	32	43,02	4,59	47,61	128	3.318,77	0,45	0,379	0,17	0,65	20,00	19,80	20,28
C76	16	32	43,04	4,59	47,63	128	3.318,77	0,45	0,379	0,17	0,65	20,00	19,80	20,28
C77	16	32	42,57	4,59	47,16	128	3.318,77	0,44	0,379	0,17	0,64	20,00	19,80	20,27
C78	16	32	41,31	4,59	45,90	128	3.318,77	0,43	0,379	0,16	0,62	20,00	19,81	20,27
C79	15	30	40,04	4,31	44,35	120	3.111,34	0,37	0,380	0,14	0,60	20,00	19,80	20,26

Tabla VIII.4 (continuación): Parámetros hidráulicos de los laterales de la subunidad de riego C.

Lateral	Nº de árboles	Número de goteros	Longitud lateral (m)	Longitud equivalente (m)	Longitud total (m)	Caudal del lateral (L/h)	Re	h _c (m.c.a.)	F	H _i (m.c.a.)	Z (m.c.a.)	PN (m.c.a.)	Presión origen - P _o (m.c.a.)	Presión extremo - P _u (m.c.a.)
C80	15	30	38,77	4,31	43,08	120	3111,34	0,36	0,380	0,14	0,58	20,00	19,81	20,25
C81	12	24	37,75	3,44	41,19	96	2489,08	0,23	0,385	0,09	0,57	20,00	19,78	20,26
C82	12	24	36,73	3,44	40,17	96	2489,08	0,23	0,385	0,09	0,55	20,00	19,79	20,25
C83	12	24	35,71	3,44	39,15	96	2489,08	0,22	0,385	0,09	0,54	20,00	19,79	20,24
C84	13	26	34,54	3,73	38,27	104	2696,50	0,25	0,383	0,10	0,52	20,00	19,81	20,23
C85	11	22	29,43	3,16	32,59	88	2281,65	0,16	0,387	0,06	0,44	20,00	19,82	20,20
C86	9	18	24,25	2,58	26,83	72	1866,81	0,09	0,392	0,04	0,36	20,00	19,84	20,17
C87	7	14	19,35	2,01	21,36	56	1451,96	0,05	0,400	0,02	0,29	20,00	19,87	20,14
C88	5	18	39,95	2,58	42,53	72	1866,81	0,15	0,392	0,06	0,60	20,00	19,74	20,28
Σ	600	1208	1607,7	174,76	1782,46	4832		24,68	14,011	9,27	24,12			

2.8. Dimensionamiento de las tuberías terciarias

Los cálculos a realizar en las tuberías terciarias son similares a los realizados en los laterales de riego. No obstante, a la hora de determinar el diámetro conveniente para dichas tuberías, se han de tener en cuenta, no sólo las pérdidas de carga, sino también la velocidad del agua. En las subunidades de las instalaciones de riego por goteo, se aconseja una velocidad máxima que no supere 1-1,5 m/s.

Según el trazado de la red de distribución del riego, las tuberías terciarias siguen una leve pendiente descendiente de 0,5 %, que se considera como pérdidas de carga asociadas a la cota.

Teniendo en cuenta lo dicho, para el cálculo de la tubería terciaria se van a seguir los siguientes pasos:

1. Cálculo del diámetro interno que como mínimo debe tener la tubería terciaria para no sobrepasar la velocidad del agua aconsejada en riego por goteo:

$$d_{i \min} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}}$$

Donde:

- $d_{i \min}$: diámetro interno mínimo de la tubería, en m.
 - Q : caudal de la tubería terciaria, en m³/s.
 - v : velocidad del agua, en m/s.
2. Elección del diámetro nominal de la tubería y cálculo de la velocidad del agua para la tubería elegida:

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d_i^2}$$

Donde:

- v : velocidad del agua en m/s.
 - Q : caudal de la tubería terciaria en m³/s.
 - d_i : diámetro interno de la tubería elegida en m.
3. Comprobación del régimen hidráulico mediante el número de Reynolds.
 4. En función de dicho régimen se elegirá la expresión o ecuación más adecuada para el cálculo de las pérdidas de carga en la tubería:

- Blasius (3.000 < Re < 100.000): $h_c = \frac{0,465 \cdot Q^{1,75}}{d_i^{4,75}} \cdot L_t$

- Cruciani-Margaritora (100.000 < Re < 1.000.000): $h_c = \frac{0,592 \cdot Q^{1,75}}{d_i^{4,75}} \cdot L_t$

Donde:

- **h_c**: pérdidas de carga, en m.c.a.
- **Q**: caudal de la tubería, en L/h.
- **d_i**: diámetro interno de la tubería, en mm.
- **L_t**: longitud total de la tubería que será la suma de la longitud real (L_r) de la tubería y longitud equivalente de las conexiones y otras piezas necesarias (L_e), en m. Se toma como longitud equivalente:

Collarín de toma: 0,90 m

Codo: 0,88 m

5. Aplicación del coeficiente reductor de Christiansen a las pérdidas de carga calculadas.

$$H_T = h_c \cdot F$$

$$F = \frac{1}{1 + 1,75} + \frac{1}{2 \cdot n} + \frac{\sqrt{1,75 - 1}}{6 \cdot n^2}$$

Donde:

- **H_T**: perdidas de carga totales de la tubería terciaria, en m.c.a.
 - **F**: factor reductor de Christiansen para las pérdidas de carga.
 - **n**: número de laterales de la terciaria.
6. Deducción, a las pérdidas de carga totales, del incremento (positivo) de cota entre el principio y el final de la tubería. Puesto que el desnivel considerado para los laterales es de 0,5 %.
 7. Comparación de las pérdidas de carga finales con las pérdidas de carga admitidas. Se debe cumplir que:

$$H_T \leq 13,5 \text{ m.c.a.} + Z_t$$

En el presente proyecto, la tubería terciaria que ha de transportar un mayor caudal de agua pertenece a la subunidad A. Los datos necesarios para el cálculo de las pérdidas de carga en ella son los siguientes:

- Caudal: 5224 L/h
- Longitud real: 134 m
- Número de laterales: 33

1. $d_{i \text{ min}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00145}{\pi \cdot 1,5}} = 35,1 \text{ mm}$

2. Se toma una tubería de polietileno de baja densidad (PE-40) de 4 bar con un diámetro nominal de 40 mm y un diámetro interior de 37,6 mm. La velocidad

del agua con dicha tubería es: $v = \frac{4 \cdot 0,00145}{\pi \cdot 0,0376^2} = 1,31 \text{ m/s}$

3. $Re = \frac{4 \cdot 0,00145}{\pi \cdot 0,0376 \cdot 1,003 \cdot 10^{-6}} = 48.992$

4. Se trata del régimen turbulento liso y, por lo tanto, se utiliza la fórmula de

Blasius: $h_c = \frac{0,465 \cdot (5224)^{1,75}}{37,6^{4,75}} \cdot (0,9 \cdot 33 + 0,88 \cdot 5) = 8,27 \text{ m.c.a.}$

5. $F = \left(\frac{1}{1+1,75}\right) + \left(\frac{1}{2 \cdot 33}\right) + \left(\frac{\sqrt{1,75-1}}{6 \cdot 33^2}\right) = 0,38$

Por tanto, las pérdidas de carga finales son: $H_T = 8,64 \cdot 0,38 = 3,13 \text{ m.c.a.}$

6. $Z = 134 \cdot \frac{0,5}{100} = 0,67 \text{ m.c.a.}$

7. $H_T \leq 14,17 \text{ m.c.a.}$ La tubería de 40 mm resulta válida.

Estas tuberías irán enterradas en zanjas a una profundidad de 60 cm aproximadamente, sobre un lecho de arena o tierra cribada de 10cm, de espesor. Después se cubrirán los tubos hasta una altura de 20 cm. Por encima de ellos, con tierra exenta de piedras y terrones, la compactación se realizará por capas de unos 10 cm de espesor.

Al final de cada tubería terciaria se instalará una llave de esfera de polietileno de 40 mm de forma que se pueda abrir cuando sea necesario realizar limpiezas y mantenimiento del sistema de riego.

A continuación, se recogen de forma resumida los resultados de los cálculos en las tuberías terciarias, así como los aspectos más importantes a tener en cuenta.

Tabla VIII.5: Parámetros hidráulicos de la tubería terciaria de la subunidad A.

Nº laterales	Caudal (L/h)	d _{i min} (mm)	d _{i nominal} (mm)	v (m/s)	Re	Longitud real (m)	Longitud equivalente de accesorios (m)
33	5.224	35,1	37,6	1,31	48992	134,00	34,10
Longitud total (m)	h _c (m.c.a.)	F	HT (m.c.a.)	Z (m.c.a.)	Diámetro nominal (mm)	Presión nominal de los emisores (m.c.a.)	Presión de entrada necesaria (m.c.a.)
168,10	8,27	0,38	3,13	0,67	40,00	20,00	23,80

Tabla VIII.6: Parámetros hidráulicos de la tubería terciaria de la subunidad B.

Nº laterales	Caudal (L/h)	$d_{i \text{ min}}$ (mm)	d_i nominal (mm)	v (m/s)	Re	Longitud real (m)	Longitud equivalente de accesorios (m)
21	4.480	32,5	37,6	1,12	42014	86,00	19,78
Longitud total (m)	hc (m.c.a.)	F	HT (m.c.a.)	Z (m.c.a.)	Diámetro nominal (mm)	Presión nominal de los emisores (m.c.a.)	Presión de entrada necesaria (m.c.a.)
105,78	3,98	0,39	1,54	0,43	40,00	20,00	21,97

Tabla VIII.7: Parámetros hidráulicos de la tubería terciaria de la subunidad C.

Nº laterales	Caudal (L/h)	$d_{i \text{ min}}$ (mm)	d_i nominal (mm)	v (m/s)	Re	Longitud real (m)	Longitud equivalente de accesorios (m)
34	4.832	33,8	37,6	1,21	45315	141,00	32,36
Longitud total (m)	hc (m.c.a.)	F	HT (m.c.a.)	Z (m.c.a.)	Diámetro nominal (mm)	Presión nominal de los emisores (m.c.a.)	Presión en el origen de la terciaria (m.c.a.)
173,36	7,44	0,38	2,82	0,71	40,00	20,00	23,52

2.9. Dimensionamiento de la tubería principal

En el presente proyecto no existe división entre tubería primaria y secundaria, ya que, la misma tubería que parte desde el cabezal de riego llega a las subunidades sin necesidad de ramificación alguna (Plano nº6). Por tanto, será la misma tubería la que abastecerá a las tres subunidades de riego.

Otro aspecto a señalar es que el funcionamiento de las subunidades de riego no va a ser simultáneo, es decir, cada subunidad se considera también como un sector de riego. De esta forma, el caudal máximo que debe transportar la tubería principal corresponde con la subunidad de mayor caudal, la subunidad A.

Al igual que para las tuberías terciarias, y puesto que los diámetros a utilizar no son muy grandes, en la elección de la tubería primaria se puede optar por PE de baja densidad, siendo suficiente con una presión nominal de 4 bares.

Para el cálculo de las pérdidas de carga en la tubería de conducción se van a seguir los mismos pasos que en el cálculo de las tuberías terciarias. Se parte de los siguientes datos:

- Caudal máximo de la tubería: 5.224 L/h

- Longitud real de la tubería: 144 m
- Longitud equivalente derivación roscada en "T" de con rosca hembra: 1,03 m/pieza
- Longitud equivalente codo de 45°: 0,96 m/pieza

Teniendo en cuenta los datos anteriores se siguen los siguientes pasos para el cálculo de la tubería principal:

$$1. \quad d_{i \min} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00145}{\pi \cdot 1,5}} = 35,1 \text{ mm}$$

2. Dado que las subunidades de riego se regarán separadas y el caudal máximo regado es el del Sector A, los valores son los mismos y se puede tomar también una tubería de polietileno de baja densidad (PE-40) de 4 bar con un diámetro nominal de 40 mm y un diámetro interior de 37,6 mm. La velocidad del agua con dicha tubería es: $v = \frac{4 \cdot 0,00145}{\pi \cdot 0,0376^2} = 1,31 \text{ m/s}$

$$3. \quad Re = \frac{4 \cdot 0,00145}{\pi \cdot 0,0376 \cdot 1,003 \cdot 10^{-6}} = 48.992$$

4. Se trata del régimen turbulento liso y, por lo tanto, se utiliza la fórmula de Blasius: $h_c = \frac{0,465 \cdot (5224)^{1,75}}{37,6^{4,75}} \cdot (144 + 1,03 \cdot 3 + 0,96 \cdot 2) = 7,33 \text{ m.c.a.}$

$$5. \quad F = \left(\frac{1}{1+1,75} \right) + \left(\frac{1}{2 \cdot 3} \right) + \left(\frac{\sqrt{1,75-1}}{6 \cdot 3^2} \right) = 0,55$$

Por tanto, las pérdidas de carga finales son: $H_T = 7,33 \cdot 0,55 = 4,00 \text{ m.c.a}$

$$6. \quad Z = 144 \cdot \frac{0,5}{100} = 0,72 \text{ m.c.a.}; \quad H_F = 4,00 - 0,72 = 3,28 \text{ m.c.a.}$$

7. La tubería de 40 mm resulta válida.

Finalmente se calcula la presión necesaria al inicio de la tubería principal:

$$H_{mp} = H_{mt} + H_F + H_H = 23,80 + 3,28 + 2,5 = 29,59 \text{ m.c.a.}$$

Donde:

- H_{mp} : presión en la entrada de la tubería principal.
- H_{mt} : presión en entrada en la tubería terciaria. Se toma la de la subunidad A, que es la mayor.
- H_H : pérdidas asociadas a los componentes colocados en el hidrante de cada tubería terciaria (válvula y regulador de presión).
- H_F : pérdida de carga en la tubería principal.

Para que a todos los goteros llegue la presión necesaria para que estos puedan funcionar de manera correcta, la presión al inicio de la tubería principal deberá ser de 26,99 m.c.a, que está dentro del rango que pueden trabajar los goteros, ya que su rango

de trabajo es de 10-40 m.c.a.

Estas tuberías irán enterradas al igual que las tuberías terciarias. Y también se colocará en esta tubería en el punto final una llave de esfera que permita la apertura para el mantenimiento y limpieza de la tubería.

A continuación, en la Tabla VIII.8 se recogen de forma resumida los resultados de los cálculos en la tubería principal:

Tabla VIII.8: Parámetros hidráulicos de la tubería principal.

Nº salidas	Caudal (L/h)	d _{i min} (mm)	d _{i nominal} (mm)	v (m/s)	Re	Longitud real (m)	Longitud equivalente de accesorios (m)	Longitud total (m)
3	5.224	35,1	37,6	1,31	48992	144	5,01	149,01
h _c (m.c.a.)	F	HT (m.c.a.)	Z (m.c.a.)	Diámetro nominal (mm)	Presión de entrada en la terciaria (m.c.a.)	Pérdida de carga en la válvula (m.c.a.)	Pérdida de carga en regulador de presión (m.c.a.)	Presión de entrada necesaria (m.c.a.)
7,33	0,55	4,00	0,72	40,00	23,80	1,5	1	29,59

2.10. Hidrantes de riego

Se consideran los hidrantes de riego a la zona de alimentación de la tubería principal con cada tubería terciaria. En la parcela tendremos tres hidrantes donde irán colocados los siguientes dispositivos:

2.10.1. Electroválvulas

Las electroválvulas son válvulas cuyo accionamiento es por corriente eléctrica a través de un solenoide capaz de convertir la energía eléctrica en mecánica. El objeto de su diseño radica en el control del flujo de agua a la entrada de cada una de las 3 subunidades de riego para permitir la automatización del riego, abriendo la subunidad que vaya a ser regada mientras las otras dos se mantienen cerradas.

Las electroválvulas disponen de dos posiciones: abierto y cerrado, y las que se van utilizar en el sistema de riego serán del tipo “normalmente cerradas”, dado que solo se abrirán, mediante la orden del programador del riego cuando tenga que comenzar el riego en la subunidad.

Estos dispositivos están alimentados con corriente continua. El cable que se empleará para su alimentación ha de ser específico para riego: de baja tensión (24 V) y con un aislamiento que le permita ir enterrado directamente con la tubería de conducción sin necesidad de entubación. Deberá tener un mínimo de cuatro conductores: uno distinto para cada una de las electroválvulas y uno común para todas ellas. Puesto que la

distancia del programador a la electroválvula más lejana no es excesiva, unos 145 m, bastará con conductores de 0,75 mm² de sección.

2.10.2. Regulador de presión

Los reguladores de presión son dispositivos que generan una pérdida de carga de tal forma que se reduzca la presión de entrada hasta un rango determinado de presiones de consigna.

Se colocará uno a la entrada de cada subunidad de riego, teniendo en cuenta las presiones ya señaladas en el apartado Dimensionamiento del sistema de riego. Además, se instalará otro a la entrada de la tubería principal.

2.10.3. Válvula de ventosa

Se instalará un purgador de aire después de la electroválvula y en cada subunidad de riego, antes de que se comiencen a ramificar los laterales de riego, y también al inicio de la tubería principal. El purgador permite el vaciado del aire que quede en el sistema cuando acaba el riego, de forma que cuando empiece el riego se haga de forma inminente sin un lapso de tiempo por el que los goteros salga aire.

La válvula ventosa interruptora de vacío purga el aire mientras se llena o carga el sistema, la válvula de descarga permite la entrada de aire cuando el sistema se vacía.

2.11. Diseño del cabezal de riego

El cabezal de riego consta de una serie de elementos que impulsan el agua, elevan la presión, filtran, regulan y controlan el caudal de salida a las tuberías de riego. En los sistemas de riego localizado lo usual es contar con un sistema de bombeo que dota al agua de la presión necesaria para alcanzar el punto más lejano de la red.

Comprende un conjunto de aparatos: un grupo de presión (bombas, manómetros, etc...), un sistema de pre filtrado, otro sistema de filtrado y el contador del caudal que permiten automatizar los riegos mediante un programador.

2.11.1. Sistemas de filtrado

El equipo de filtrado se dispone de forma a evitar que las partículas en suspensión, minerales y/o orgánicas presentes en el agua de riego o en la solución de fertirrigación produzcan obturaciones en los conductos.

Las obstrucciones son el problema más grave y frecuente en las instalaciones de riego localizado. Según Monge (2018) las obstrucciones se dividen en:

- **Obstrucción rápida:** producida por partículas orgánicas e inorgánicas que se encuentran en suspensión en el agua y que dependiendo de la concentración crearan cúmulos.

- **Obstrucción lenta:** producida por precipitados o por la proliferación de bacterias, algas u otros microorganismos.

El pre-filtrado se realiza con el fin de evitar la entrada de buena parte de partículas en suspensión antes de la entrada del agua en el cabezal de riego. En este caso, dado que se utiliza el agua de un sondeo no es necesario colocar una malla para evitar el taponamiento de malezas o restos vegetales, como sería el caso de obtener el agua de una acequia, canal y arroyo.

El filtrado del agua consiste en retener partículas en suspensión en el interior de una masa porosa (filtro de arena) o sobre una superficie filtrante (filtro de mallas o discos). En cuanto al uso de los filtros cada tipo de filtro tiene la finalidad:

- **Filtros de arena:** se usan para 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 combinan con la instalación de filtros de malla o discos.
- **Filtros de discos o de malla:** estos filtros retienen sólidos en suspensión y están indicados para retener todo tipo de partículas de carácter inorgánico u orgánico requiriéndose su uso en aguas de cualquier procedencia, ya que se suelen combinar con los filtros de arena.

Según la procedencia del agua se puede elegir el sistema de filtrado, como se recoge en la siguiente Tabla VIII.9.:

Tabla VIII.9: Sistemas de filtrado según la procedencia del agua. Fuente: Monge (2018).

Tipo de sistema de filtrado	Procedencia del agua a filtrar	Indicado para retener	Situación en el cabezal
Hidrociclón (H)	Pozos, acuíferos	Materia orgánica (arenas)	H + (M o D)
Arena (A)	Pozos, balsas, canales, acequias...	Materia orgánica	A + (M o D)
Discos (D)	Todas	Orgánica e inorgánica	(H o A)+ D
Malla (M)	Todas	Orgánica e inorgánica	(H o A) + D

En el caso de la parcela el agua procede de un sondeo, con lo que puede contener variables de partículas en suspensión (arenas, limos o bien arcillas), y se escogerá el empleo combinado de filtros de arena y de discos. Se escoge discos en vez de malla porque son más fáciles de limpiar, puede tenerse otro carrete de sustitución y tienen una mayor durabilidad; en conclusión, tienen un menor coste de mantenimiento.

2.11.1.1. Filtro de arena

Los filtros de arena se sitúan a la entrada del cabezal de riego, tras el grupo de impulsión y antes del inyector de fertilizantes. Generalmente se recomienda la instalación en paralelo de un mínimo de dos unidades, aunque no siempre es un requisito indispensable, sobre todo si el agua presenta un bajo contenido de partículas en suspensión, como es el caso (aguas subterráneas).

El filtrado se produce mediante el paso del agua a través la arena (granítica o silíceo) contenida en un depósito metálico o de poliéster, con forma cilíndrica, de manera que, las partículas en suspensión van quedando retenidas entre los poros de la arena.

La granulometría necesaria se determina en función del tamaño de orificio de salida de los goteros. En términos generales, el tamaño del poro debe ser la décima parte del diámetro de salida de los goteros. No obstante, las granulometrías no vienen fijadas por el tamaño del poro, sino por el llamado “diámetro efectivo”, siendo el tamaño del poro, aproximadamente 1/7 del diámetro efectivo. Por tanto:

Tomando las dimensiones del paso del laberinto del gotero especificadas por el fabricante (Figura VII.3): 1,32 mm (ancho) x 1,4 mm (profundo) x 60 mm (largo), se considera un diámetro de poro de 1,32 mm:

$$D_{\text{poro}} = D_{\text{gotero}}/10 = 1,32/10 = 0,13 \text{ mm}$$

$$D_{\text{efectivo}} = D_{\text{poro}} \cdot 7 = 0,132 \cdot 7 = 0,92 \text{ mm}$$

En la tabla VIII.10 se recogen algunas de las clases de arena disponibles en el mercado con sus principales características:

- **Calidad de filtrado en mesh:** número de orificios por pulgada lineal.
- **Diámetro efectivo:** apertura del tamiz que deja pasar a su través el 10 % de la arena y retiene el 90 % restante.
- **Coefficiente de uniformidad:** la relación entre las aperturas de los tamices que dejan pasar el 60 % y el 10 % de la arena. La arena de filtro para riego debe tener un coeficiente de uniformidad cercano a 1,50.

Tabla VIII.10: Parámetros hidráulicos de la tubería principal. Fuente: Franco & Pérez (2007).

Materiales	Clase o número de tamiz	Coefficiente de uniformidad	Diámetro efectivo (mm)	Diámetro de poro (mm)	Calidad de filtrado (mesh)
Granito molido	nº 8	1,47	1,5	0,214	100-140
Granito molido	nº 11	1,54	0,78	0,111	140-170
Arena silíceo	nº 16	1,51	0,66	0,094	170-200
Arena silíceo	nº 20	1,42	0,46	0,066	200-250

A partir de los datos obtenidos y teniendo en cuenta los valores de la tabla se deberá utilizar arena del nº 11 con un diámetro efectivo de 0,78 mm, que aportaría un mayor grado de filtración que el mínimo recomendado por el fabricante para el gotero elegido, que es de 130 micras (120 mesh). La profundidad de este lecho filtrante está preestablecida entre 50 y 60 cm, no debiendo superar nunca los 70 cm.

Otro aspecto por determinar es la capacidad de filtrado, determinada por la superficie mínima de filtrado y que se calcula en función del caudal de agua que atraviesa la unidad de superficie filtrante (expresada en m³/h·m² de superficie filtrante), que su vez viene determinado por la calidad del agua (tabla VIII.11):

Tabla VIII.11: Caudal específico para filtros de arena según la calidad del agua.

Calidad del agua	Caudal específico para filtros (m ³ /h·m ²)
Limpia	60
Media	48
Sucia	40
Residuales	30

Considerando el caudal máximo a regar de 5,184 L/h m³/h, y teniendo en cuenta que el agua procede de un sondeo (limpia), la superficie mínima filtrante ha de ser:

$$\text{Área de filtración (m}^2\text{)} = \frac{Q \left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right)}{Q_{\text{espec.}} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{h} \cdot \text{m}^2} \right)} = \frac{5,224}{60} = 0,0870\text{m}^2$$

Para la superficie calculada el diámetro correspondiente es de:

$$\text{Diámetro (m)} = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0870}{\pi}} = 0,333 \text{ m} = 33,3\text{cm}$$

Teniendo en cuenta estos aspectos, se opta por un único filtro de arena cuyo diámetro deberá ser de 400 mm (16"), dado que si se colocasen dos, el diámetro de cada uno debería ser pequeño y no fácilmente de encontrar en el mercado.

Por último, cabe señalar que los filtros de arena deben ser lavados periódicamente para que la calidad del filtrado se mantenga. Cuando el filtro entra en uso se van contaminando sucesivamente las capas de arena desde arriba hacia abajo. En el momento en que toda la capa de arena está contaminada se produce una diferencia de presión importante entre las partes superior e inferior del filtro, pudiendo ocurrir que se originen conductos a través de la capa de arena (canales preferentes) por donde el agua pasa sin filtrar. Antes de llegar a esta situación hay que limpiar el filtro.

En filtros limpios la pérdida de carga no debe ser superior a 3 m.c.a., aumentando progresivamente conforme el filtro se va ensuciando. Así, para evitarlo se procederá al

retrolavado (circulación del agua en sentido contrario al de filtrado y con mayor presión) cuando la diferencia de presión entre la entrada y la salida del filtro sea de 0,5 bares.

2.11.1.2. Filtro de discos o de anillas

Los filtros de anillas están constituidos por anillas planas de material plástico provisto de ranuras. Dichas anillas están colocadas una sobre otra y comprimidas, formando el elemento filtrante (cartucho de anillas).

Un filtro de anillas de un determinado grado de filtración tiene unos caudales de paso de agua máximos recomendados, estos caudales dependen asimismo de la cantidad de sólidos en suspensión que lleve el agua a filtrar.

Los filtros de anillas deben situarse a la salida del cabezal de riego, tras el equipo de fertirrigación. De esta manera se retienen los posibles restos sólidos de los fertilizantes.

Para el presente proyecto se utilizarán dos filtros de malla colocados en paralelo, de 120 mesh y que soporten un caudal mínimo de 5.500 L/h.

Los filtros que se colocarán son manuales, que consisten en un paquete de anillas comprimido mediante un tornillo. Este paquete de anillas en el proceso de filtrado se va ensuciando y llega un momento, cuando la pérdida de carga entre la entrada y la salida de 3 m.c.a., en que hay que abrir el filtro, desmontar las anillas y limpiarlas manualmente.

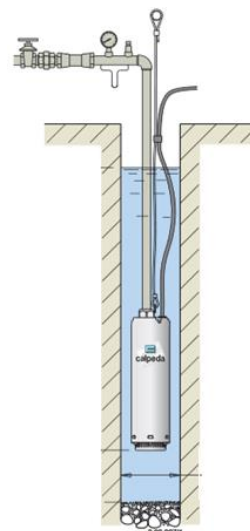


Figura VIII.4: Diseño de bomba sumergida.

2.11.2. Equipo de impulsión

2.11.2.1. Cálculo de las necesidades de la bomba

El conjunto de impulsión se deberá situar a 36 m de profundidad dentro del sondeo (profundidad total de la perforación: 42 m), ya que el nivel dinámico del agua varía normalmente entre los 24 y 26 m. Se utilizará una electrobomba sumergible que se suspenderá mediante un cable de acero.

Para poder dimensionar la potencia de la bomba, necesitaremos saber la presión necesaria que debe suministrar para que la instalación funcione. La presión que deberá suministrar el grupo de bombeo, o altura manométrica, será la suma de la presión necesaria al inicio de la red de riego (entrada en la tubería primaria), las pérdidas de carga estimadas en el cabezal de riego y la altura geométrica del nivel del agua:

- Presión necesaria en la red de riego: 29,59 m.c.a.
- Pérdidas de carga estimadas en el cabezal de riego: 9,50 m.c.a.
 - Filtro de arena: 3,00 m.c.a
 - Filtro de anillas: 4,00 m.c.a.
 - Otros por otros elementos singulares (válvulas, codos, contadores...):

2,50 m.c.a.

- Altura geométrica del nivel del agua: 18 m

Por lo que la **altura manométrica total necesaria es de 57,01 m.**

Una vez conocida la altura manométrica se puede pasar a calcular la potencia de la bomba:

$$P = \frac{Q \cdot H_m}{75 \cdot \eta \cdot \delta}$$

Donde:

- **P**: potencia, en CV
- **Q**: caudal, en L/s. $Q = 5.224 \text{ L/h} = 1,451 \text{ L/s}$. Se mayor a un 20 % por seguridad, por lo tanto, serían: 1,741 l/s
- **H_m**: altura manométrica, en m
- **η**: rendimiento de la bomba (75 %)
- **δ**: rendimiento del motor

Por lo tanto:

$$P = \frac{1,741 \cdot 59,01}{75 \cdot 0,7 \cdot 0,7} = 2,70 \text{ CV} \approx 3 \text{ CV}$$

2.11.2.2. Características de la bomba

Según las necesidades calculadas anteriormente, el equipo de impulsión a utilizar va a ser un grupo electrobomba sumergible de acero inoxidable de 4" de diámetro. Se trata de una electrobomba sumergida vertical multicelular de 3 CV tipo radial con cuerpo de impulsión y carcasa exterior en acero inoxidable que ofrece gran resistencia a la corrosión, para la que se necesitará una tensión trifásica de 220 V.

Tras buscar en catálogos comerciales, la bomba elegida y que mejor se ajusta al presente Proyecto (cuadros rojos en Figura VIII.5) es una bomba que permite impulsar un caudal máximo de 5,5 m³/h a una altura manométrica máxima de 150 m.c.a. y que se puede suspender hasta un máximo de 40 m, parámetros suficientes para el dimensionamiento del sistema de riego anteriormente calculado.

La salida del agua será de 0,5", debiendo llevar una válvula de retención que impida el su retroceso.

BOMBA TIPO: RADIAL
 TEMP. MAX. LIQUIDO: 30°
 MAX. ARENA: 200 gr/m³
 SENTIDO ROT.: ANTIHORARIO
 VALV. RET.: INCORPORADA

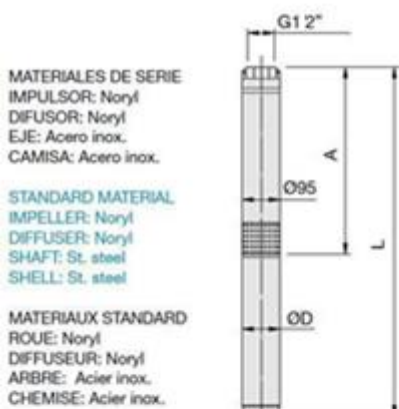
PUMP TYPE: RADIAL
 MAX. TEMP. LIQUID: 30°
 SAND MAX.: 200 gr/m³
 ROTATION: C.C.W.
 CHECK VAL.: BUILT-IN

POMPE TYPE: RADIALE
 TEMP. MAX. LIQUIDE: 30°
 MAX. SABLE: 200 gr/m³
 SENS. ROT.: ANTIHORAIRE
 CLAPET RET.: INCORPORE

Tablas de selección / Selection charts / Tables de selection

TIPO TYPE	MOTOR - MOTEUR		CAUDAL - CAPACITY - DEBIT								
	CV	KW	l/min. m ³ /h	0	33	50	58	67	75	83	92
SKI 6	0,75	0,55	Caudal	46	42	38	36	32	30	25	20
SKI 9	1	0,75		63	58	55	50	48	40	36	29
SKI 12	1,5	1,1		86	80	76	68	64	56	48	38
SKI 16	2	1,5		115	105	101	90	85	75	64	51
SKI 20	3	2,2		150	142	130	120	107	98	85	75
SKI 24	4	3		175	170	152	148	138	120	100	88
SKI 30	4	3		210	195	178	168	150	138	120	100
SKI 40	5,5	4		268	255	230	210	190	168	138	105
SKI 55	7,5	5,5		370	350	330	305	280	250	215	165
SKI 75	10	7,5		438	420	378	348	330	288	240	180

Dimensiones / Dimensions / Dimensions



TIPO TYPE	MOTOR - MOTEUR		D mm	A mm	L mm	PESO WEIGHT POIDS (kg)
	CV	KW				
SKI 6	0,75	0,55	95	418	784	12,3
SKI 9	1	0,75	95	478	864	14,5
SKI 12	1,5	1,1	95	568	974	16,1
SKI 16	2	1,5	95	691	1132	18,4
SKI 20	3	2,2	95	843	1344	20,7
SKI 24	4	3	95	1010	1571	27,2
SKI 30	4	3	95	1128	1689	28,4
SKI 40	5,5	4	95	1405	2006	36
SKI 55	7,5	5,5	95	1845	2566	44,5
SKI 75	10	7,5	95	2171	3012	66,3

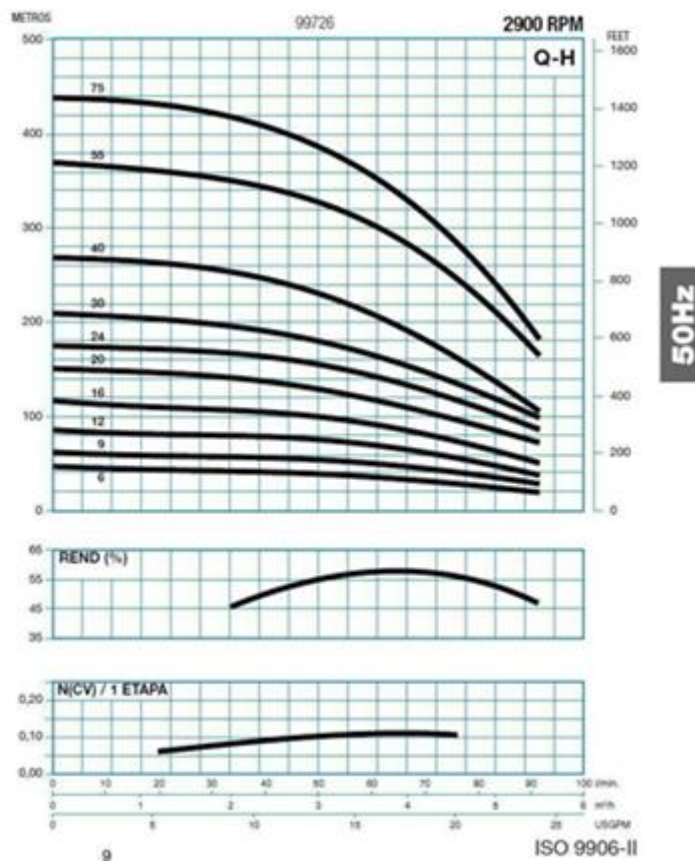


Figura VIII.5: Especificaciones técnicas Electrobombas sumergibles de la Serie Constructiva S 4". En el cuadro rojo las características de la bomba elegida. Fuente: Catalogo Bombas IDEAL.

2.11.2.3. Tubería de impulsión

En el presente proyecto no resulta necesaria una tubería de aspiración hasta la bomba ya que se va a utilizar un grupo electrobomba sumergido.

En cuanto a la tubería de impulsión, se va a emplear una tubería de polietileno de media densidad (PE-80) de 8 bares, con un diámetro de 63 mm (diámetro interior 55,4 mm) ya que la salida de la bomba es de 2" (Figura VIII.5).

2.11.3. Equipo de fertirrigación

Para introducir y dosificar los fertilizantes a partir del 6º año de cultivo, siguiendo el plan de fertilización y el calendario de riegos del Anexo VII. Ingeniería del proceso, se instalará una bomba dosificadora, mediante la cual cada uno de los fertilizantes pasa desde su depósito hasta la red de riego.

Teniendo en cuenta que las dosis de fertilizantes no son elevadas, se puede optar por instalar una bomba dosificadora electromagnética, que tenga la posibilidad de suministrar los fertilizantes a la red de riego con un rango de caudales que se ajusten a dichas necesidades de la plantación. Por tanto, la bomba dosificadora deberá tener características similares a las siguientes:

- Bomba electromagnética de membrana seca
- Caudal máximo 12,2 L/h
- Precisión del caudal regulado: $\pm 2\%$
- Presión máxima: 10 bar
- Altura de aspiración: 1,5 metros
- Cadencia regulable: 1 a 120 golpes por segundo

La tubería de aspiración se ramificará hasta cada uno de los depósitos, y en cada ramificación se instalará una electroválvula que permita aspirar en cada momento el fertilizante que corresponda y con una duración determinada en función de la dosis y el caudal. Las electroválvulas tienen que ser del tipo normalmente cerrada para impedir la mezcla de fertilizantes en el caso de que se pretenda dosificar individualmente cada depósito.

2.11.4. Depósitos de fertilizantes

Los depósitos o tanques para la mezcla de los fertilizantes deben ser resistentes a la corrosión, de paredes lisas y fácilmente lavables.

Así, en el presente proyecto se instalarán 3 depósitos de polietileno de 500 L para albergar cada una de las soluciones fertilizantes expuestas en el Anejo VII. Ingeniería del proceso y un depósito extra de 50 l para los casos que sean necesario aplicar algún fertilizante extra o algún producto para limpiar las tuberías. De cada depósito las soluciones serán aspiradas por la bomba dosificadora para, posteriormente, ser inyectados a la red de riego.

2.11.5. Automatización del riego

En el cabezal de riego se instalará un programador electrónico que permita automatizar el riego y la fertirrigación. El programado deberá realizar las siguientes funciones:

- Puesta en marcha y parada de la bomba.
- Apertura y cierre de las tres electroválvulas de los tres sectores de riego.
- Puesta en marcha de la bomba inyectora y control volumétrico de la fertilización, accionando la apertura y cierre de las válvulas de los depósitos.
- Control de presiones del cabezal de riego.

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

2.11.6. Otros dispositivos

2.11.6.1. Manómetros

Los manómetros miden de la instalación en un punto dado. Se colocarán en sitios como la entrada y salida de los filtros para comprobar las pérdidas de carga, en caso de que los filtros se encuentren sucios, así como en otros puntos de la red donde sea necesario conocer la presión.

2.11.6.2. Válvulas de retención o antirretorno

Este tipo de válvulas permiten la circulación del agua en un único sentido, de manera que se mantienen abiertas mientras ésta circula correctamente, y se cierran cuando la presión o la velocidad disminuyen.

El equipo de impulsión deberá llevar una incorporada a la salida del agua y para el correcto funcionamiento del equipo de fertirrigación, la tubería de inyección de fertilizantes deberá tener otra antes de su conexión con el cabezal de riego.

2.11.6.3. Llaves de paso manuales

Se colocarán dos llaves de esfera, una a la entrada del cabezal de riego y otra a la salida, para cerrar el paso del agua en caso de avería.

2.11.6.4. Válvulas de ventosa

Las válvulas de ventosa son imprescindibles para un buen funcionamiento de la instalación de riego, ya que permiten la salida del aire de las tuberías. Al igual que se disponen en los hidrantes de riego de las tuberías terciarias, también se deben colocar en los filtros, tanto de arena como de malla y en los tanques de fertilizantes.

3. Instalación de electricidad

La acometida de electricidad en la parcela objeto del proyecto se hace necesaria dado que se requiere de energía eléctrica para el funcionamiento de instalaciones, principalmente, para el riego y el alumbrado de la nave.

Así, se introducirá corriente eléctrica en forma de corriente alterna trifásica en baja tensión con fases de 400 V y neutro, que tendrá una frecuencia de 50 Hz.

3.1. Legislación aplicable

La instalación debe cumplir la siguiente normativa:

- REBT: Reglamento electrotécnico de baja tensión e Instrucciones técnicas complementarias.
- UNE 20-460-94 Parte 5-523: Intensidades admisibles en los cables y conductores aislados.
- UNE 20-434-90: Sistema de designación de cables.
- UNE 20-435-90 Parte 2: Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones de 1 a 30kV.
- UNE 20-460-90 Parte 4-43: Instalaciones eléctricas en edificios. Protección contra las sobreintensidades.
- UNE 20-460-90 Parte 5-54: Instalaciones eléctricas en edificios. Puesta a tierra y conductores de protección.
- EN-IEC 60 947-2:1996(UNE - NP): Aparata de baja tensión. Interruptores automáticos.
- EN-IEC 60 947-2:1996 (UNE - NP) Anexo B: Interruptores automáticos con protección incorporada por intensidad diferencial residual.
- EN-IEC 60 947-3:1999: Aparata de baja tensión. Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles.
- EN-IEC 60 269-1(UNE): Fusibles de baja tensión.
- EN 60 898 (UNE - NP): Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreintensidades.
- Normas NI de Iberdrola.

3.2. Suministro energético

El suministro eléctrico se realizará desde una línea de media tensión que pasa en las proximidades de la finca.

La línea es propiedad de la empresa Iberdrola S.A., que abastece el municipio de Santibáñez de la Sierra, y que será la encargada de realizar la acometida

individual que conecte hasta la Caja General de Protección. La acometida se deberá realizar mediante canalización subterránea, por lo que el cable deberá ir entubado en tubos de PVC cuyo diámetro ha de ser dos veces superior al diámetro del haz de cables.

Para transformar la energía eléctrica de media a baja tensión se utilizará un transformador que también deberá instalar la compañía eléctrica, que deberá transformar la energía de media tensión de 12.000 V a energía de baja tensión con corriente alterna trifásica de 230/400 V y frecuencia de 50 Hz.

El transformador se alojará dentro de la parcela y deberá ser debidamente protegido, de manera que sus arrollamientos y elementos bajo tensión no queden al alcance de personas no especializadas (ITC-RB-48).

3.3. Cálculo del alumbrado

Para calcular las necesidades de luz de cada estancia de la nave-almacen se utiliza la siguiente expresión:

$$\Phi = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot f_c}$$

Donde:

- Φ : flujo luminoso en lúmenes (lm).
- **S**: superficie de la habitación en m².
- **E**: necesidades de luz expresadas en lux (lx), estimando las siguientes necesidades:
 - Vestuarios: 300 lx
 - Cabezal de riego: 250 lx
 - Garaje: 200 lx
 - Iluminación exterior: 50 lux
- η : rendimiento de la iluminación que se va a considerar del 75%.
- f_c : factor de uso que depende del tipo de lámparas, de la reflectividad del techo y paredes, etc. Se fija en el 80% para las zonas interiores y en el 60% en las zonas exteriores.

En la iluminación de las distintas zonas y estancias de la nave se van a utilizar los siguientes tipos de lámparas, tal y como se expone en las necesidades de luz recogidas en la Tabla VII.12:

Tabla VIII.12: Necesidades lumínicas de la nave.

Espacio	Necesidade luz (lux)	Superficie (m ²)	Factor de uso (%)	Flujo luminoso (lm)	Tipo de luminaria	Flujo de cada lampara (lm)	Nº de luminarias
Vestuarios y aseos	300	5	80	2.500	Fluorescente de 28 W	2.400	Luminaria de 1 tubo
Cabezal de riego y almacen fertilizantes	250	20	80	8.333	Fluorescente de 36 W	3.350	Luminaria de 2 tubos
Garaje	200	110	80	36.667	Fluorescente de 36 W	3.350	10 luminarias de un tubo
Iluminación exterior	50	100	60	11.111	Lámpara de vapor de mercurio de 250 W	12.700	1 luminaria

3.4. Necesidades de potencia

3.4.1. Alumbrado

La iluminación de la nave-almacén va a presentar unas necesidades de potencia de un total de 710 W como se muestra en la tabla VIII.13:

Tabla VIII.13. Potencia necesaria para el alumbrado de las instalaciones de la nave.

Espacio	Tipo de luminaria	Unidades	Potencia unitaria (W)	Potencia total (W)
Vestuarios y aseos	Fluorescente	1	28	28
Cabezal de riego	Fluorescente	2	36	72
Garaje	Fluorescente	10	36	360
Iluminación exterior	Vapor de mercurio	1	250	250
Total				710

3.4.2. Tomas de fuerza

En la nave-almacén de la plantación se van a disponer las tomas de fuerza que se indican a continuación:

- Corriente monofásica
 - Dos tomas de corriente de 500 W en el cabezal de riego.
 - Una toma de corriente de 500 W en el vestuario.
 - Tres tomas de corriente de 500 W en distintas zonas del garaje.

- Corriente trifásica
 - Una toma fuerza de 3.000 W en la zona del cabezal de riego para el grupo electrobomba.

Por lo tanto, las necesidades totales de potencia para tomas de fuerza son de 6.000 W.

3.4.3. Potencia necesaria total

Para el cálculo de la potencia total que se precisa en la nave-almacén de la plantación, se va a llevar a cabo la suma de las necesidades de potencia de la iluminación y las necesidades de potencia de los diferentes enchufes.

Sin embargo, puesto que se considera que no todas las luminarias y las tomas de fuerza se van a usar de forma conjunta al mismo tiempo, se considera minorizar las necesidades totales por un coeficiente de simultaneidad del 80%.

$$P = 0,8 \cdot (710 + 6.000) = 5.368 \text{ W}$$

Por tanto, se requiere una potencia total de 5.368 W para las distintas instalaciones de la nave-almacén de la plantación.

3.5. Cálculo de las líneas de alimentación

Las líneas de alimentación son los circuitos eléctricos del interior de la nave-almacén que alimentan los distintos receptores instalados.

En cada circuito o línea existen tres tipos de conductores:

- **Conductor de fase:** es el conductor activo que lleva la corriente eléctrica hasta las distintas tomas de la instalación. En los circuitos de corriente alterna monofásica existe un solo conductor de fase, mientras que los circuitos de corriente alterna trifásica llevan tres conductores de fase. El color de su aislamiento podrá ser de color marrón, negro o gris.
- **Conductor neutro:** es el conductor de retorno de la corriente eléctrica que cierra el circuito. Su aislamiento siempre debe ser de color azul.

3.5.1. Distribución de las líneas

La instalación eléctrica de la nave-almacén objeto de proyecto va a estar constituida por las siguientes líneas:

- **Línea 1:** Es el circuito destinado a la iluminación de todos los puntos de luz de la nave. La distribución parte del cuadro general de distribución y la energía eléctrica será monofásica. Esta línea está formado por:
 - Línea 1.1: Alumbrado de los vestuarios

- Línea 1.2: Alumbrado del cabezal de riego.
- Línea 1.3: Alumbrado del garaje.
- Línea 1.4: Alumbrado exterior
- **Línea 2:** Es el circuito destinado a la alimentación de las tomas de corriente de uso general monofásicas:
- **Línea 3:** Es el circuito de corriente trifásica destinada a la bomba de impulsión.

El esquema unifilar de todas ellas puede verse en el Plano nº10.

3.5.2. Cálculo de los cables de fase

En el proceso de la instalación eléctrica de la nave-almacén, para que esta tenga un funcionamiento dimensionado sin sobrecargas o cortocircuitos, se debe calcular en cada una de las líneas anteriormente mencionadas la intensidad de corriente circulante y la sección mínima a emplear en los cables de fase dependiendo de dicha intensidad calculada y de la caída de tensión máxima admisible entre el origen del circuito y cualquier otro punto.

Las fórmulas que se van a emplear para corriente monofásico son:

$$I = \frac{P_c}{\cos\varphi \cdot V}$$

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot e}$$

Y en corriente trifásica, se deberán utilizar las siguientes expresiones:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot \cos\varphi \cdot V}$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot e}$$

Donde:

- **I:** intensidad de corriente en amperios (A).
- **P_c:** potencia de cálculo (W). Que será la potencia necesaria, mayorada en un 80% ($P \cdot 1,8$) para los circuitos de alumbrado, y en un 25% ($P \cdot 1,25$) para los circuitos de tomas de corriente. Unidades en vatios (W).
- **cos φ:** factor de línea o de circuito. Toma el valor de 0,85.
- **V:** tensión de la línea en voltios (V).
- **S:** sección mínima del conductor en milímetros cuadrados (mm²).
- **L:** longitud de la línea o circuito en metros (m).

- **e:** caída de tensión admisible, que podrá tomar los siguientes valores:
 - En circuitos de alumbrado de corriente alterna monofásica la caída de tensión máxima admisible es del 3%. Por lo tanto: $230\text{ V} \cdot 0,03 = 6,9\text{ V}$
 - En circuitos de tomas de corriente toma el valor del 5%: $230\text{ V} \cdot 0,05 = 11,5\text{ V}$
 - En circuitos de alumbrado de corriente alterna trifásica la caída de tensión máxima admisible es del 5%: $400\text{ V} \cdot 0,05 = 20\text{ V}$.
- γ : conductividad del cobre a 20 °C y que toma el valor de $56\text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$.

Por lo tanto, en función de las expresiones anteriores, en la Tabla VIII.14 se muestran los resultados de la intensidad y la sección mínima necesaria en el cable de fase, calculados para cada una de las líneas del almacén:

Tabla VIII.14. Potencia de cálculo, intensidad y sección mínima para cada línea.

Línea de alimentación	Destino	Potencia (W)	Potencia de cálculo (W)	Intensidad (A)	Longitud (m)	Sección mínima (mm ²)
1.1	Vestuarios y aseos	28	50,4	0,33	8	0,01
1.2	Cabezal de riego	72	130	0,85	4	0,01
1.3	Garaje	360	648	4,27	28	0,41
1.4	Iluminación exterior	250	450	2,96	6	0,06
2	Tomas de corriente monofásicas	4.375	5.469	36,03	25	1,85
3	Bomba de impulsión	3.000		11,41	6	0,14

Así, según la sección que se utilizará en cada línea es la siguiente:

- **Línea 1:** sección de $1,5\text{ mm}^2$ y aislado con tubo de PVC (sección mínima en las líneas comunes de alumbrado según la instrucción MI BT).
- **Línea 2:** Se utilizará cable de $2,5\text{ mm}^2$ de sección y aislado con tubo de PVC (sección mínima en las líneas de tomas de corriente monofásicas según la instrucción MI BT).
- **Línea 3:** Se utilizará cable de $2,5\text{ mm}^2$ de sección aislado con tubo de PVC.

3.5.3. Cálculo de los cables de protección

La sección de los cables de protección viene dada en función de la sección que tengan los cables de fase.

Para cables de sección de conductores de fase menor a 16 mm² se exige al menos la misma sección para los conductores de protección.

En el presente caso, la sección de todas las líneas de la nave-almacén es inferior a 16 mm², con lo que la sección de los cables de protección en cada una será la misma que la de los cables de fase.

3.6. Cálculo de otros componentes de la instalación

3.6.1. Toma de tierra

La instalación debe disponer de toma de tierra de protección, según lo dispuesto en las instrucciones ITC BT-18 e MI BT-039.

El circuito a tierra es una instalación conductora, paralela a la instalación eléctrica, que termina en un electrodo enterrado en el suelo. Normalmente no lleva corriente si el circuito funciona de manera correcta, pero tiene la misión de derivar a tierra cualquier fuga de corriente que se genere en un sistema o aparato eléctrico para evitar accidentes y electrocuciones.

La instalación estará constituida por las tomas de tierra, las líneas principales de tierra y sus derivaciones y los conductores de protección. Deberá ser un circuito eléctricamente continuo en el que no existan masas o elementos metálicos en serie, de manera que la conexión a éstos se haga siempre mediante derivaciones.

El electrodo de puesta a tierra será de cobre de 14 mm de diámetro y con una longitud no inferior a los 2 m. Así mismo deberá estar enterrado con una profundidad mínima de 0,5 m para que no se vea afectado por posibles labores del terreno o por las heladas.

3.6.2. Caja general de protección y medida (CPM)

La caja general de protección alberga los distintos elementos de protección de la línea repartidora.

Su lugar de ubicación, un lugar de fácil acceso y cercano a la red de distribución pública, debe ser fijado mediante mutuo acuerdo entre la propiedad y la compañía eléctrica. Además debe estar adecuadamente protegida, cumpliendo con lo dispuesto en la instrucción técnica ITC-BT-13.

La caja general de protección deberá cumplir la recomendación UNESA 1403 y tendrá las siguientes características:

- Estará fabricada con material aislante (doble aislamiento) de la clase térmica A.
- Debe tener resistencia al calor y al fuego.
- Debe ser auto extingible (norma UNE-EN 60695-2).
- Tendrá un grado de protección contra impactos IK-09 de 10 julios (norma UNE-

EN 50102/A1 CORR:2002).

- Deberá ser resistente a las inclemencias meteorológicas y de un material no higroscópico.
- Resistirá álcalis y ácidos (norma UNE-EN 60068-2-11:2000).
- Deberá disponer de un sistema de ventilación natural con orificios para evitar condensaciones.
- Tendrá una tensión nominal de 440 V y una capacidad de 100 A.
- Deberá ser posible su precintado.
- Poseerá una cerradura normalizada.
- La entrada de la acometida se llevará acabo por su parte inferior y la salida por la superior.
- Alojara un fusible para cada una de las fases (trifásica) y un borne con pletina rígida para el cable neutro. Cada uno de los fusibles deberá tener una capacidad de corte igual o mayor a la posible corriente de cortocircuito que se pueda presentar en alguna parte de la instalación.

3.6.3. Contador

En el exterior de la nave, y a continuación de la caja general de protección, se deberá instalar un contador trifásico homologado por la compañía eléctrica suministradora.

3.6.4. Cuadro general de mando y protección (CGPM)

El cuadro general de mando y protección distribuye las líneas de las instalaciones interiores y las protege de sobrecargas o cortocircuitos.

Aloja en su interior los siguientes dispositivos:

- **Interruptor de control de potencia (ICP):** es un interruptor instalado por la compañía eléctrica que limita el consumo de energía a la potencia contratada, de manera que, si los aparatos eléctricos en funcionamiento superan dicha potencia, interrumpe el suministro.
- **Interruptor general (IG):** se trata de un interruptor magnetotérmico que protege a la instalación de las sobrecargas o los cortocircuitos, ya que corta la electricidad cuando se detecta un aumento elevado en la intensidad de la corriente circulante.
- **Interruptor diferencial (ID):** Es un interruptor de protección frente a posibles contactos accidentales con aparatos eléctricos metálicos que se hayan podido cargar con tensión a causa de una fuga de corriente en la instalación.
- **Pequeños interruptores automáticos (PIAs):** existe uno para cada circuito interior, de forma que todos ellos quedan protegidos, de manera individual, frente

a posibles fallos en la instalación.

El cuadro general de distribución se debe situar en un lugar accesible del interior de la nave-almacén, preferentemente cercano a la puerta de entrada, colocándose a una altura de 1,6 m desde el suelo.

3.6.5. Cajas de derivación

Las cajas de derivación se utilizan para ejecutar y albergar las conexiones entre conductores. Deben situarse próximas al techo cuando lo haya, a unos 20 cm de este.

4. Instalación de fontanería

4.1. Instalación de fontanería

La instalación de fontanería de la nave-almacén del proyecto deberá cumplir lo dispuesto en el CTE DB-HS 4.

El suministro de agua se va a llevar a cabo a partir del mismo sondeo ya existente del que se captará el agua para el riego.

La instalación de fontanería se realizará mediante tuberías no vistas dispuestas sobre la parte superior de las paredes, en rozas recubiertas de yeso. El tendido de las tuberías debe situarse a un mínimo de 30 cm por debajo de las canalizaciones para la electricidad.

En la distribución de la red de suministro puede verse en el Plano nº10. La tubería de abastecimiento partirá del cabezal de riego (la toma será anterior a los equipos de filtrado) hasta puntos de consumo: un fregadero en la zona del cabezal de riego, un lavabo, un inodoro y un grifo en el exterior para poder llevar fácilmente la cuba de tratamientos y realizar las limpiezas de maquinaria necesarias.

Con el objeto de reparar posibles averías de la manera más sencilla y sin interrumpir el paso del agua hacia el resto de la red, se dispondrán llaves de corte en todos los puntos de consumo de agua, así como antes de cada derivación.

Por último, cabe destacar que, para el correcto funcionamiento de la instalación de fontanería, al equipo electro-bomba se le deberá incorporar un electroestato con tanque de expansión de manera que se active el funcionamiento de la bomba cuando la presión en la red disminuya (apertura de grifos), y que así mismo, la detenga cuando la presión aumente (cierre de grifos).

Dado que sólo tenemos planta baja y el tipo de red es de grifos, la presión máxima admisible en la acometida es de 39 m.c.a y las conducciones de aguase van llevar a cabo mediante tubos multicapa de polietileno reticulado y aluminio (PE/AL/PEX).

4.2. Red de saneamiento

Se dispondrá de una red de desagües que recogerá las aguas fecales del lavabo y fregadero (tubería de PVC de 50 mm de diámetro) y del inodoro (tubería de PVC de 110 mm) y un sumidero (PVC 50 mm) que llevará las aguas residuales hacia una fosa séptica de 500 L.

ANEXO IX:

**PLAN DE EJECUCIÓN
Y PUESTA EN MARCHA**

Índice

1. Identificación de actividades	3
2. Cronograma de actividades	4

1. Identificación de actividades

En la siguiente tabla IX.1 se resumen las actividades del proceso productivo, recogidas en el Anexo VII. Ingeniería del proceso, y las mejoras de la nave-almacen e instalación del riego, recogidas en el Anexo VIII. Ingeniería de las obras.

Tabla IX.1. Listado de actividades.

Nº	Actividad	Nº	Actividad
1	Tratamiento vegetación preexistente	16	Riego
2	Labor profunda de preparación del terreno	17.1	Revisión equipos y sistemas
3	Aplicación de enmienda orgánica	17.2	Aplicación Peróxido de hidrógeno
4	Laboreo primario	17.3	Limpieza tuberías laterales
5	Laboreo secundario	17.4	Limpieza tuberías terciarias y principal
6	Replanteo	18	Instalación de apiario
7	Recepción de plantas	19	Aplicación estiércol
8	Reparto de plantas	20	Fertilización
9	Plantación	21.1	Aplicaciones fitosanitarias
10	Riego de plantación	21.2	Aplicaciones de fertilización bioestimulación foliar
11	Escarda vegetación pie	21.3	Control biológico (suestras)
12	Reposición de marras	21.4	Trampeo de lepidópteros
13.1	Marqueo cerramiento	21.5	Captura de <i>Drosophila suzukii</i>
13.2	Apertura zanja	21.6	Monitorización de plagas y enfermedades y conteos de capturas de <i>drosophila</i> y lepidópteros
13.3	Reparto de postes cerramiento	22	Recolección, transporte fruta y comercialización
13.4	Clavado de postes	A.1	Tabiquería interior
13.5	Instalación malla y puerta	A.2	Carpintería metálica y cerrajería.
13.6	Tapado de la zanja	A.3	Instalación electricidad
14.1	Poda Formación (1º-5º año)	A.4	Colocación mobiliario y fontanería básica
14.2	Poda limpieza	B.1	Excavación de zanjas para las tuberías principales de la red de riego
14.3	Poda fructificación (desde 2º año)	B.2	Instalación de las tuberías principales e hidrantes
14.4	Poda renovación	B.3	Instalación de los laterales de riego y goteadores
15.1	Trituración de los restos de poda	B.4	Instalación del grupo de impulsión
15.2	Siega cubierta vegetal natural de las calles	B.5	Instalación de los componentes del cabezal de riego
15.3	Siega del pie de los árboles con desbrozadora		

2. Cronograma de actividades

El siguiente cuadro ayuda a tener una visión general de las labores a realizar y el momento en que se han de llevar a cabo, así como el tiempo disponible para cada una de ellas.

Para el siguiente diagrama de actividades se usa el número y color asignado a cada actividad en la Tabla IX.1

	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
	7	15	23	31	7	15	23	28	7	15	23	31	7	15	23	30	7	15	23	31	7	15	23	30	7	15	23	31	7	15	23	31	7	15	23	30	7	15	23	31	7	15	23	30	7	15	23	31
Año 3º-6º							14.3	14.4	14.4																																							
									15.1	19																																						
Año 6º y sucesivos							14.3	14.4	14.4																																							
									15.1	19																																						

ANEXO X:

**JUSTIFICACIÓN
PRECIOS**

Índice

1. MANO DE OBRA	3
MANO DE OBRA FIJA	3
MANO DE OBRA POR CATEGORÍAS PROFESIONALES.....	3
MANO DE OBRA POR GREMIOS	3
2. MAQUINARIA	4
MAQUINARIA ALQUILADA CON TRACTORISTA.....	4
APEROS ALQUILADOS.....	4
MAQUINARIA COMPRADA	4
3. MATERIALES Y HERRAMIENTAS PARA LA IMPLANTACIÓN DEL CULTIVO (AÑO 0)	5
4. MATERIALES Y HERRAMIENTAS PARA EL PROCESO PRODUCTIVO	6
CERRAMIENTO PERIMETRAL.....	6
LABORES DE PODA.....	6
APLICACIONES FITOSANITARIAS	6
FITOPROTECTORES, BIOESTIMULANTES Y BIOINSECTICIDAS. ENEMIGOS NATURALES, TRAMPAS Y ATRAYENTES.....	6
LUCHA BIOLÓGICA	6
MONITORIZACIÓN PLAGAS.....	7
FERTILIZANTES	7
MANTENIMIENTO SISTEMA RIEGO.....	7
RECOLECCIÓN	7
5. LICENCIAS, PERMISOS Y OTROS	8
6. ENERGÍA, COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES	9
7. MATERIALES PARA EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	10
INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO	10
INSTALACIÓN DEL CABEZAL DE RIEGO	10
INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE FERTIRRIGACIÓN.....	10
CARPINTERIA Y CERRAMIENTOS INTERIORES	11
MATERIAL DE FONTANERÍA	11
MATERIAL ELÉCTRICO Y COMPLEMENTOS	11

1. MANO DE OBRA		
MANO DE OBRA FIJA		
UD	Resumen	Precio (€)
h	Encargado agrícola	11,3
MANO DE OBRA EVENTUAL AGRÍCOLA		
UD	Resumen	Precio (€)
h	Tractorista agrícola	10,2
h	Peón agrícola	9,66
MANO DE OBRA POR CATEGORÍAS PROFESIONALES		
UD	Resumen	Precio (€)
h	Oficial primera	12,5
h	Ayudante	14,42
h	Peón especializado	12,19
h	Peón ordinario	12,03
MANO DE OBRA POR GREMIOS		
UD	Resumen	Precio (€)
h	Maquinista o conductor	12,3
m ²	Mano de obra colocación panel sandwich	6,2
h	Oficial 1ª fontanero	14,27
h	Ayudante fontanero	13,2
h	Oficial esp. inst. eléctrica	16,5
h	Oficial primera electricista	14,34
h	Ayudante electricista	13,25
h	Oficial cerrajería	14,07
ml	Mano de obra instalación vallas de cerramientos perimetrales	14
h	Ayudante cerrajería	13,46
h	Oficial 1ª Carpintero	12,31
h	Ayudante carpintero	11,53
h	Oficial 1ª pintor	12,92
h	Ayudante pintor	12,48
h	Especialista instalador riegos	13,65
h	Ayudante instalador riegos	12,25
h	Oficial 1ª montador de cerramientos industriales.	17,82
h	Ayudante montador de cerramientos industriales.	16,13

2. MAQUINARIA		
MAQUINARIA ALQUILADA CON TRACTORISTA		
UD	Resumen	Precio (€)
h	Tractor de 80 CV y grada de discos	40
h	Tractor de 180 CV y subsolador de 3 puas	50
h	Tractor 80 CV y abonadora remolcada	40
h	Tractor de 120 CV con vertedera de 4 cuerpos	45
h	Tractor de 80 CV y cultivador de 10 brazos	40
h	Tractor de 80 CV y subsolador de una púa	40
h	Tractor de 80 CV y batepostes	40
h	Tractor de 80 CV y remalque esparcidor estiércol	45
APEROS ALQUILADOS		
UD	Resumen	Precio (€)
h	Cuchilla niveladora	15
MAQUINARIA COMPRADA		
UD	Resumen	Precio (€)
Ud	Tractor frutero 49 CV	18.000,00
Ud	Motodesbrozadora 0,8 kW	329,00
Ud	Desbrozadora-trituradora de martillos 1,80 m	1.200,00
Ud	Pulverizador hidroneumático 500 L	3.600,00
Ud	Remolque de un eje con frenos MMT 1.800 kg	1.560,00

3. MATERIALES Y HERRAMIENTAS PARA LA IMPLANTACIÓN DEL CULTIVO (AÑO 0)		
UD	Resumen	Precio (€)
Ud	<i>Arbutus unedo AL1 en alveolo de 120 cc</i>	2,3
Ud	<i>Arbutus unedo AL2 en alveolo de 120 cc</i>	2,3
Ud	<i>Arbutus unedo PE en alveolo de 120 cc</i>	1,9
kg	Enmienda orgánica - GUANITO	0,68
Ud	Pala	18
Ud	Azada	16
Ud	Cinta métrica 50 m	13,36
Ud	Cuerda	

4. MATERIALES Y HERRAMIENTAS PARA EL PROCESO PRODUCTIVO		
CERRAMIENTO PERIMETRAL		
UD	Resumen	Precio (€)
Ud	Postes de madera de pino tanalizados y tratados de 2 m de altura y 10 cm de diámetro	6,08
Ud	Postes de madera de pino tanalizados y tratados de 2 m de altura y 8 cm de diámetro	5,82
Ud	Postes de madera de pino tanalizados y tratados de 1,80 m de altura y 8 cm de diámetro	5,67
ml	Malla ganadera 145/14/30 galvanizada reforzada	0,9816
ml	Alambre de espino galvanizado	0,23
Ud	Grampillones 18/35	1,36
Ud	Tensores de carraca	1,12
Ud	Tornillos bicromados M5 de 10 mm	0,145
Ud	Puerta carruaje de 1,5 m. de alto por 5 m. de ancho (2 hojas), fabricada de mallazo liso y cuadrícula de 200x50x5 mm. de espesor enmarcadas en perfil PDS, con sus dos pilares, el acabado es galvanizada y lacada al horno.	345,23
LABORES DE PODA		
UD	Resumen	Precio (€)
Ud	Material replanteo	60
Ud	Tijera poda mano	15
Ud	Tijera poda doble mano	25
Ud	Mastic cicatrizantes	3,5
APLICACIONES FITOSANITARIAS		
UD	Resumen	Precio (€)
Ud	Pistola pulverizadora para tratamientos puntuales	35
ml	Manguera flexible alfaomma 12 mm 240 bar	5,24
FITOPROTECTORES, BIOESTIMULANTES Y BIOINSECTICIDAS. ENEMIGOS NATURALES, TRAMPAS Y ATRAYENTES		
UD	Resumen	Precio (€)
kg	Trichodermas - CONTRIBUTE AID	59,00
L	Materia orgánica líquida - PEDRIN	3,00
kg	Oxicloruro de Cobre 50%- CURENOX 500 WG	8,94
L	Extracto de rutáceas y lauráceas - IRIDIUM	4,14
L	Extracto de <i>Equisetum arvense</i> - SEPTUM	3,38
kg	Bacillus thuringiensis - TUREX	28,00
L	Piretrinas naturales - PIRECRIS	8,50
L	Jabón potásico - LIMBIO	6,40
L	Extracto algas - PROFERTIL	6,24
L	Aminoácidos - HEROVITAL	2,30
LUCHA BIOLÓGICA		
UD	Resumen	Precio (€)
Ud	<i>Aphidius colemanii</i> (1000 momias/bote)	18
Ud	Sírfido (botes 200 pupas/bote)	35
Ud	<i>Amblyseus andersonii</i> (10.000 individuos/bote)	12
Ud	<i>Phytoseiulus persimilis</i> (botes 1.000 individuos/bote)	7,5

Ud	Trampa Lepisan	3,5
Ud	Ferómonas sexuales de cada especie de lepidoptero	3
L	Atrayente casero elaborado con agua, azúcar y levadura de pan.	0,07
MONITORIZACIÓN PLAGAS		
UD	Resumen	Precio (€)
Ud	Lupa Microscopio Lupa 60x	7,45
FERTILIZANTES		
UD	Resumen	Precio (€)
L	Abono NPK - TERRASEI EQUILIBRIO 7-7-7	1,6
L	Abono de Calcio 10 % - CALCISEI 10	2,31
kg	Sulfato de magnesio - EPSOTOP	0,65
kg	Mix de microelementos - MICROSOL MIX	3,11
MANTENIMIENTO SISTEMA RIEGO		
UD	Resumen	Precio (€)
L	Peróxido de Hidrogeno	6
RECOLECCIÓN		
UD	Resumen	Precio (€)
Ud	Carretillas de recolección	67,15
Ud	Tarrina envase 125g capacidad	0,034
Ud	Caja cartón 1 kg capacidad	0,55
Ud	Cajas 5 kg de industria	1,35

5. LICENCIAS, PERMISOS Y OTROS		
UD	Resumen	Precio (€)
año	Seguro tractor	124
año	Certificación ecológico CAECYL	170
Ud	Curso aplicador productos fitosanitarios Cualificado	95

6. ENERGÍA, COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES		
UD	Resumen	Precio (€)
L	Gasoil agrícola	0,72
L	Gasolina 95	1,17
L	Aceite	4,50
L	Aceite motor dos tiempos	0,33
kWh	Electricidad	0,1147

7. MATERIALES PARA EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS		
INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO		
UD	Resumen	Precio (€)
Ud	Gotero autocompensante y antidrenante 4 l/h pinchado PC-CNL de Regaber	0,18
ml	Tubería polietileno PE-40 de 16 mm y 2,5 bares	0
Ud	Unión simple 16 mm	0,06
Ud	Conector inicial de inserción de 16 mm para tuberías de PE	0,11
Ud	Llave de paso 16 mm	0,32
ml	Tubería polietileno PE-40 de 40 mm y 4 bares	0,95
Ud	Enlace de unión de PE de 40 mm	2,43
Ud	Codo 90º de unión PE de 40 mm	2,75
Ud	Te de unión PE de 40 mm	4,8
Ud	Ventosa AV-010 R.M. 3/4" cinética plástico PN10	13,54
Ud	Collarín de toma PE 40 mm - 3/4"	0,98
Ud	Electroválvula HELITENE de plástico 1 1/2" con solenoide 24V	40,35
Ud	Collarin de toma PE 40 mm - 1 1/2"	1,68
ml	Cable eléctrico antihumedad 5 x 0,8 mm ²	2,09
INSTALACIÓN DEL CABEZAL DE RIEGO		
UD	Resumen	Precio (€)
Ud	Programador HUNTER 8 estaciones 220/24 V	121,94
Ud	Electrobomba sumergible de la Serie Constructiva S 4"	1173,37
ml	Tubería de impulsión PE-80 63 mm y 8 bares	4,69
ml	Tubería PVC 50 mm y 10 atm	2,20
Ud	Codo 90º PVC 50 mm	1,44
Ud	Té PVC 50 mm	2,03
Ud	Enlaces de PVC	1,10
Ud	Ventosa trifuncional MICROBARAK DG-10 1" 10 atm	29,41
Ud	Contador WOLTMAN WI-50 2"	127,86
Ud	Presostato 1,7-7,5 bar y acumulador hidroneumático 24 L 16 bar	127,05
Ud	Válvula hidráulica HIDROCONTA 1 1/2" 16 atm con solenoide	66,70
Ud	Válvula de bola para PVC 50 mm y 16 atm	10,98
Ud	Manómetro	6,65
Ud	Filtro de arena de 400 mm de diámetro	524,40
Ud	Filtro de discos AZUD 120 mesh 1"	7,44
Ud	Regulador de presión 1 1/2" con regulación de salida 1,5-6 bar	147,38
INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE FERTIRRIGACIÓN		
UD	Resumen	Precio (€)
Ud	Depósito cilíndrico para fertilizante de 500 L de capacidad	146,54
Ud	Depósito de agua 50 L	59,68
Ud	Bomba dosificadora electromagnética de membrana seca LMI ROYTRONIC 2,4-12 L/h	489,01
Ud	Electroválvula productos químicos BACCARA 1/2" 24 V	98,22
Ud	Mini electroválvula 1/2" 24 V NC para agua	8,07
ml	Tubería de polietileno PE-40 20 mm y 6 atm i./piezas de unión	4,68

Ud	Válvula antirretorno tipo YORK de ARAD 1/2" y 16 atm	1,89
CARPINTERIA Y CERRAMIENTOS INTERIORES		
UD	Resumen	Precio (€)
m ²	Panel sándwich aislante para fachadas, de 35 mm de espesor y 1100 mm de ancho, formado por dos paramentos de chapa lisa de acero galvanizado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de densidad media 40 kg/m ³ , con junta diseñada para fijación con tornillos ocultos, remates y accesorios.	25,28
Ud	Tornillo autorroscante de 6,5x130 mm de acero inoxidable, con arandela.	0,8
m	Junta de estanqueidad para chapas de acero.	0,9
m ²	Puerta paso prelacada blanca 1 x 2,15 m	135,34
Ud	Puerta paso CLH sapelly barnizada 72X203 cm	68,45
Ud	Pernio latón 80/95 mm codillo	0,58
Ud	Pomo latón normal con resbalón	14,33
MATERIAL DE FONTANERÍA		
UD	Resumen	Precio (€)
ml	Tubo multicapa de polietileno reticulado y aluminio	
Ud	Accesorios tubo mlCP 16 mm	1,47
Ud	Té 18 mm	6,63
Ud	Codo salida hembra 18 x 1/2"	3,87
Ud	Llave paso recta IBERGRIF 1/2" empotr.	9,34
Ud	Llave de esfera 1/2"	3,01
Ud	Grifo de exterior 1/2" - 1/2"	13,95
ml	Tub. PVC evac. 50 mm. UNE EN 1329	2,63
Ud	Sifón tubular s/horizontal	3,94
Ud	Sifón tubular s/vertical	4,07
Ud	Lavabo GALA 60x47 cm. blanco	72,4
Ud	Inodoro 66x35 cm blanco	165,3
Ud	Fregadero GALA 1 cubeta gres	105
Ud	Mezclador ducha Victoria Plus	49,9
Ud	Monomando lavabo New Ceraplan	68,2
Ud	Monobloque fregadero 1 agua 1/2"	34,5
Ud	Excéntrica 1/2" M-M	1,51
Ud	Llave de escuadra 1/2" cromada	2,79
Ud	Latiguillo flexible de 20 cm.	2,8
Ud	Florón cadenilla tapón	1,93
Ud	Valv.recta freg.acero 1 seno	4,63
Ud	Fosa séptica 500 L EDASUR	496,1
MATERIAL ELÉCTRICO Y COMPLEMENTOS		
UD	Resumen	Precio (€)
Ud	Caja protec. 100 A (III+N)+ fusib.	55,62
Ud	Módul.conta.trifás.	130,74
Ud	Cuadro metal.ó dobl.aisl.estan.	35,3
Ud	Diferencial 40A/2p/30mA	45,16
Ud	PIA 10-16-25 A (I+N)	16,91
Ud	PIA III+N 40A,S253NC40 ABB	109,62
Ud	Contactador 40A/2 polos/220V	52,92
Ud	Cuadro protección grupo electrobomba trifásico	115,3
ml	Conductor Rz1-K 0,6/1Kv. 4x10 mm Cu	10,4

ml	Conductor rígido 750 V 1,5 mm ² Cu	0,15
ml	Conductor rígido 750 V 2,5 mm ² Cu	0,22
ml	Conductor rígido 750V;1,5(Cu)	0,3
Ud	Pequeño material eléctrico	0,79
ml	Tubo PVC p. estruc. 13 mm	0,11
ml	Tubo PVC p. Estruct. 16 mm	0,15
ml	Tubo PVC corrug. 75 mm	3,94
ml	Tubo PVC corrugado M 20/gp5	0,56
Ud	Base enchufe 16 A (II+TT)	3,86
Ud	Base enchufe IP447 400 V 16 A (III+TT)	4,36
Ud	Interruptor SIMON 27	4,34
Ud	Foco E.i/Halóg. 150-450 W F.	52,53
Ud	Conjunto regleta 1x36 W SYLVANIA	10,56
Ud	Conunto regleta 2x28 W SYLVANIA	15,31
Ud	Plafón cristal 29 cm i/l.60W.	23,25
Ud	Lámpara fluorescente TRIF.28 W	3,3
Ud	Lámpara fluorescente TRIF.36 W	3,4

ANEXO XI:

**EVALUACIÓN
ECONÓMICA**

ÍNDICE

1. Vida del proyecto	3
2. Descomposición del pago de la inversión	¡Error! Marcador no definido.
2.1. Costes implementación cultivo	¡Error! Marcador no definido.
2.2. Costes inversión en maquinaria	¡Error! Marcador no definido.
2.3. Costes insumos instalación y mantenimiento del proyecto	
¡Error! Marcador no definido.	
3. BALANCE ECONÓMICO	¡Error! Marcador no definido.

1. Vida del proyecto

La vida del proyecto se refiere al número de años durante los cuales la inversión está generando el rendimiento esperado por el inversor.

A pesar de que la vida útil de una plantación de madroño puede ser centenaria, para la evaluación económica del presente proyecto se va a considerar una vida útil de 25 años, que es cuando se considera que el árbol necesita una poda de renovación al supuestamente producirse un descenso de la producción.

2. Descomposición del pago de la inversión

Se designa inversión del proyecto a todos aquellos costes de los que el inversor debe soportar hasta conseguir que el proyecto empiece a funcionar como tal. En dicha inversión no se incluye el IVA, puesto que éste será devuelto por la Administración durante la fase de explotación del proyecto.

La inversión del presente proyecto, con un valor total de 75.513,95 €, se va a llevar a cabo durante el año de implantación del cultivo (año 0) y la primavera del año 1, una vez repuestas las marras y dándose por concluida la implantación. La inversión está constituida por los pagos que se recogen en la siguiente tabla:

Tabla X.1: Inversión a realizar por el promotor durante el año 0.

AÑO 0	
Honorarios del proyectista	7.000,00 €
Pago de la implantación del cultivo	29.054,84 €
Pago de la ejecución por contrata de las mejoras de la nave-almacén	4.181,07 €
Pago de la ejecución por contrata de la instalación de riego y fertirrigación	10.589,04 €
Adquisición de maquinaria	24.689,00 €
Total año 0	75.513,95 €

3. Renovación de inmovilizados

El presente proyecto requiere la adquisición de maquinaria y de otros equipos que deberán sustituirse al cabo de un número determinado de años, número que es menor a la vida útil del proyecto. La reposición de dicho equipamiento va a originar una serie de cobros y pagos extraordinarios en ciertos años del periodo de explotación de la

plantación, es decir, en el momento de renovación, se produce el cobro del valor que posee la maquinaria a renovar en dicho año, pero también un pago igual al valor inicial de la nueva maquinaria o equipo a adquirir.

A continuación, se detalla la maquinaria y los equipos que son necesarios renovar con anterioridad a la finalización de la vida útil del presente proyecto, el número de años estimado de vida útil en cada caso, y el valor residual considerado para cada uno de ellos:

Cuando la maquinaria o equipos se renuevan tras finalizar su vida útil, el cobro que se obtiene por ellos es el de su valor residual, pero si se sustituyen con anterioridad al fin de la vida útil, el cobro deberá ser mayor. Para calcular el valor de la maquinaria o equipos en los distintos años de su vida útil se utiliza la siguiente expresión:

$$V_{f(n)} = V_0 - \frac{n \cdot (V_0 - V_R)}{N}$$

Donde:

- **V_{f(n)}**: valor de la maquinaria o equipo en el año n.
- **V₀**: valor inicial de la maquinaria o equipo.
- **V_r**: valor residual de la maquinaria o equipo al final de su vida útil.
- **n**: año de vida de la maquinaria o equipo en el cual se quiere calcular su valor.
- **N**: número de años de vida útil de la maquinaria o equipo.

A continuación, se detalla la maquinaria y los equipos que son necesarios renovar con anterioridad a la finalización de la vida útil del presente proyecto, el número de años estimado de vida útil en cada caso, y el valor residual considerado para cada uno de ellos. A los equipos como el cabezal de riego y fertirrigación y la red de riego enterrada, se les supone una vida útil igual a la del proyecto.

Tabla X.4: Renovación de inmovilizados, valores residuales y periodos de vida útil.

Año (n)	Valor	Tractor 49 CV	Remolque	Atomizador	Desbrozadora-trituradora	Red de riego superficial	Instalaciones nave-almacén	Cabezal de riego y sistema de riego enterrado
0	Valor inicial (V0)	18.000,00 €	1.560,00 €	3.600,00 €	1.200,00 €	3.071,95 €	4.181,07 €	6.305,00 €
	Vida Útil (N)	15	20	15	20	10	25	25
	%VR	10	15	15	15	5	20	20
	Valor residual (Vr)	1.800,00 €	234,00 €	540,00 €	180,00 €	153,60 €	836,21 €	1.261,00 €
9	Valor en el año de renovación (Vf(9))					445,43 €		
	Flujo de caja extraordinario					-2.626,52 €		
14	Valor en el año de renovación (Vf(14))	2.880,00 €		744,00 €				
	Flujo de caja extraordinario	-15.120,00 €		-2.856,00 €				
19	Valor en el año de renovación (Vf(19))		300,30 €		231,00 €	-2.472,92 €		
	Flujo de caja extraordinario		-1.259,70 €		-969,00 €	-5.544,87 €		
25	Valor final (Vf(25))	6.120,00 €	1.162,20 €	1.356,00 €	894,00 €	1.320,94 €	836,21 €	1.261,00 €

4. Descomposición de los cobros

La explotación del proyecto va a originar una serie de cobros ordinarios que serán los procedentes de la venta de la fruta cosechada en cada año. Se aprovecharán dos categorías para conseguir sacar rendimiento de toda la producción de los árboles sin asumir destríos:

- La fruta de 1ª categoría se destinará al consumo en fresco, siendo recolectada en envases pequeños, normalmente de 125 g.
- La fruta que no cumpla los requisitos de calidad para la venta en fresco se comercializará para la industria y será recogida en cajas de 5 kg.

En función de la producción media estimada en cada año de cultivo y para cada mes de recolección (recogido en el Anexo VII.: Ingeniería del proceso) y teniendo en cuenta los precios que se prevén obtener (recogido en el Anexo V. Estudio de mercado), los cobros que se producirán en cada año por la fruta vendida se recogen en la siguiente tabla:

Tabla X.5: Cobros estimados en el periodo de vida útil.

	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11-25	TOTAL
Producción 1ª CATEGORÍA en fresco (kg)	677,25	2.709,00	3.521,70	8.681,40	12.369,42	14.937,30	19.315,17	20.595,96	21.944,79	433.923,84
Precio medio de venta anual 1ª categoría (€/kg)	6,75	6,83	6,90	6,98	7,06	7,14	7,22	7,30	7,38	
INGRESO MADROÑO EN FRESCO (€)	4.571,44	18.490,55	24.306,94	60.590,53	87.297,41	106.600,98	139.387,77	150.295,24	161.931,63	3.182.446,94
Producción madroño de industria (kg)	75,25	301,00	391,30	964,60	1.374,38	1.659,70	2.146,13	2.288,44	2.438,31	48.213,76
Precio medio de venta anual 1ª categoría(€/kg)	1,50	1,52	1,53	1,55	1,57	1,59	1,60	1,62	1,64	
INGRESO MADROÑO INDUSTRIA (€)	112,88	456,56	600,17	1.496,06	2.155,49	2.632,12	3.441,67	3.710,99	3.998,31	279.063,88
INGRESO TOTAL (€)	4.684,31	18.947,11	24.907,11	62.086,59	89.452,90	109.233,10	142.829,44	154.006,24	165.929,94	3.461.510,83

5. Descomposición de los pagos

Para satisfacer las necesidades productivas del proyecto es necesario llevar a cabo una serie de pagos o gastos. Éstos se pueden agrupar en función de su naturaleza:

- **Gastos generales fijos.** Son aquellos gastos que no dependen directamente del cultivo y que se mantienen más o menos constantes en los diferentes años del proceso productivo. Se consideran gastos generales fijos:
 - Impuesto sobre Bienes Inmuebles.
 - Seguro de responsabilidad civil del tractor y la maquinaria.
 - Conservación y mantenimiento de la nave-almacén y las instalaciones.
 - Contratación de energía eléctrica.
 - Renovación anual certificación agricultura ecológica.
- **Gastos variables del cultivo.** Son aquellos que varían en función de las necesidades del cultivo a lo largo de los años y que por lo tanto dependen directamente de él. Se van a contemplar los siguientes gastos variables:
 - Mano de obra recolección.
 - Fertilizantes y fitosanitarios.
 - Combustibles y lubricantes.
 - Conservación y mantenimiento de la maquinaria.
 - Energía eléctrica consumida.
 - Envases de recolección de recolección.

El gasto en productos destinados a la defensa fitosanitaria anual se resume en la siguiente tabla. En los primeros años podemos minorizar el gasto en un 70 %, considerando que puedan existir menores problemas al tener los árboles menos masa vegetativa.

Tabla X.6: Gastos anuales estimados para la defensa fitosanitaria.

FITOPROTECTORES, BIOESTIMULANTES Y BIOINSECTICIDAS. ENEMIGOS NATURALES, TRAMPAS Y ATRAYENTES				
Resumen	UD	Precio (€)	Gasto anual (L/kg)	Importe (€)
Trichodermas - CONTRIBUTE AID	kg	59,00	1,8	106,20
Materia orgánica líquida - PEDRIN	L	3,00	18	54,00
Oxicloruro de Cobre 50%- CURENOX 500 WG	kg	8,94	4,32	38,61
Extracto de rutáceas y lauráceas - IRIDIUM	L	4,14	2,16	8,94
Extracto de <i>Equisetum arvense</i> - SEPTUM	L	3,38	3,24	10,94
Bacillus thuringiensis - TUREX	kg	28,00	0,81	22,68
Piretrinas naturales - PIRECRIS	L	8,50	1,62	13,77
Jabón potásico - LIMBIO	L	6,40	3,24	20,74
Extracto algas - PROFERTIL	L	6,24	4,32	26,96
Aminoácidos - HEROVITAL	L	2,30	4,32	9,94
<i>Aphidius colemanii</i> (1000 momias/bote)	Ud	18	4	72,00
Sírfido (botes 200 pupas/bote)	Ud	35	8	280,00
<i>Amblyseus andersonii</i> (10.000 individuos/bote)	Ud	12	70	840,00
<i>Phytoseiulus persimilis</i> (botes 1.000 individuos/bote)	Ud	7,5	10	75,00
Trampa Lepisan	Ud	3,5	36	126,00
Ferómonas sexuales de cada especie de lepidoptero	Ud	3	216	648,00
Atrayente casero elaborado con agua, azúcar y levadura de pan.	L	0,07	45	3,15
			Total	2.356,92

Las estimaciones de los gastos estimados para cada año se recogen en los siguientes cuadros:

AÑO 1							
TIPO DE GASTO	CONCEPTO		PRECIO UNITARIO		CANTIDAD NECESARIA		IMPORTE
			Valor (€)	Ud	CANTIDAD NECESARIA A	Ud	
GASTOS GENERALES	IBI		88	€/año	1	año	88,00 €
	Seguro tractor y maquinaria		170	€/año	1	año	170,00 €
	Conservación y mantenimiento nave e instalaciones		0,5	% de V0	4181,07	€	20,91 €
	Contrato energía eléctrica		325	€/año	1	año	325,00 €
	Renovación certificación agricultura ecológica		170	€/año	1	año	170,00 €
GASTOS VARIABLES	Mano de obra	Encargado	1.748,00	€/mes	12	meses	20.976,00 €
		Recolectores	9,66	€/h		h	0,00 €
	Fertilizantes	Terrasei Equilibrio 7-7-7	1,6	€/L		L	0,00 €
		Calcisei 10	2,31	€/L		L	0,00 €
		Epsotop	0,65	€/kg		kg	0,00 €
		Microsol MIX	3,11	€/kg		kg	0,00 €
	Aplicación estiércol (labor contratada)		45	€/h	1,5	h	67,50 €
	Mantenimiento o sistema riego	HUWASAN	6	€/L	18	6	108,00 €
	Defensa fitosanitaria	Tabla XI.6	2356,92	€	70	%	1.649,84 €
	Conservación y mantenimiento de la maquinaria (tractor)		1,85	€/h	101,86	h	188,44 €
	Energía eléctrica		0,11	€/kW·h	109.781	kW·h	12.075,88 €
	Combustibles y lubricantes	Gasoil agrícola	0,72	€/L	350,25	L	252,18 €
		Aceite tractor	4,5	€/L	1,48	L	6,68 €
	Envases recolección	Tarrina envase 125g capacidad	0,034	€/ud		envases	0,00 €
		Caja cartón 1 kg capacidad	0,55	€/ud		cajas	0,00 €
		Cajas 5 kg de industria	1,35	€/ud		cajas	0,00 €
Total						36.098,43 €	

AÑO 2							
TIPO DE GASTO	CONCEPTO		PRECIO UNITARIO		CANTIDAD NECESARIA		IMPORTE
			Valor (€)	Ud	CANTIDAD NECESARIA A	Ud	
GASTOS GENERALES	IBI		88	€/año	1	año	88,00 €
	Seguro tractor y maquinaria		170	€/año	1	año	170,00 €
	Conservación y mantenimiento nave e instalaciones		0,5	% de V0	4181,07	€	20,91 €
	Contrato energía eléctrica		325	€/año	1	año	325,00 €
	Renovación certificación agricultura ecológica		170	€/año	1	año	170,00 €
GASTOS VARIABLES	Mano de obra	Encargado	1.748,00	€/mes	12	meses	20.976,00 €
		Recolectores	9,66	€/h		h	0,00 €
	Fertilizantes	Terrasei Equilibrio 7-7-7	1,6	€/L		L	0,00 €
		Calcisei 10	2,31	€/L		L	0,00 €
		Epsotop	0,65	€/kg		kg	0,00 €
		Microsol MIX	3,11	€/kg		kg	0,00 €
	Aplicación estiércol (labor contratada)		45	€/h	1,5	h	67,50 €
	Mantenimiento o sistema riego	HUWASAN	6	€/L	18	6	108,00 €
	Defensa fitosanitaria	Tabla XI.6	2356,92	€	70	%	1.649,84 €
	Conservación y mantenimiento de la maquinaria (tractor)		1,85	€/h	101,86	h	188,44 €
	Energía eléctrica		0,11	€/kW·h	109.781	kW·h	12.075,88 €
	Combustibles y lubricantes	Gasoil agrícola	0,72	€/L	350,25	L	252,18 €
		Aceite tractor	4,5	€/L	1,48	L	6,68 €
	Envases recolección	Tarrina envase 125g capacidad	0,034	€/ud		envases	0,00 €
		Caja cartón 1 kg capacidad	0,55	€/ud		cajas	0,00 €
		Cajas 5 kg de industria	1,35	€/ud		cajas	0,00 €
	Total						36.098,43 €

AÑO 3							
TIPO DE GASTO	CONCEPTO		PRECIO UNITARIO		CANTIDAD NECESARIA		IMPORTE
			Valor (€)	Ud	CANTIDAD NECESARIA	Ud	
GASTOS GENERALES	IBI		88	€/año	1	año	88,00 €
	Seguro tractor y maquinaria		170	€/año	1	año	170,00 €
	Conservación y mantenimiento nave e instalaciones		0,5	% de V0	4181,07	€	20,91 €
	Contrato energía eléctrica		325	€/año	1	año	325,00 €
	Renovación certificación agricultura ecológica		170	€/año	1	año	170,00 €
GASTOS VARIABLES	Mano de obra	Encargado	1.748,00	€/mes	12	meses	20.976,00 €
		Recolectores	9,66	€/h	89	h	859,74 €
	Fertilizantes	Terrasei Equilibrio 7-7-7	1,6	€/L		L	0,00 €
		Calcisei 10	2,31	€/L		L	0,00 €
		Epsotop	0,65	€/kg		kg	0,00 €
		Microsol MIX	3,11	€/kg		kg	0,00 €
	Aplicación estiércol (labor contratada)		45	€/h	1,5	h	67,50 €
	Mantenimiento o sistema riego	HUWASAN	6	€/L	18	6	108,00 €
	Defensa fitosanitaria	Tabla XI.6	2356,92	€	70	%	1.649,84 €
	Conservación y mantenimiento de la maquinaria (tractor)		1,85	€/h	101,86	h	188,44 €
	Energía eléctrica		0,11	€/kW·h	115.270	kW·h	12.679,68 €
	Combustibles y lubricantes	Gasoil agrícola	0,72	€/L	368	L	264,79 €
		Aceite tractor	4,5	€/L	2	L	7,01 €
	Envases recolección	Tarrina envase 125g capacidad	0,034	€/ud	5.418	envases	184,21 €
		Caja cartón 1 kg capacidad	0,55	€/ud	677	cajas	372,49 €
Cajas 5 kg de industria		1,35	€/ud	15	cajas	20,32 €	
Total						38.151,93 €	

AÑO 4							
TIPO DE GASTO	CONCEPTO		PRECIO UNITARIO		CANTIDAD NECESARIA		IMPORTE
			Valor (€)	Ud	CANTIDAD NECESARIA	Ud	
GASTOS GENERALES	IBI		88	€/año	1	año	88,00 €
	Seguro tractor y maquinaria		170	€/año	1	año	170,00 €
	Conservación y mantenimiento nave e instalaciones		0,5	% de V0	4181,07	€	20,91 €
	Contrato energía eléctrica		325	€/año	1	año	325,00 €
	Renovación certificación agricultura ecológica		170	€/año	1	año	170,00 €
GASTOS VARIABLES	Mano de obra	Encargado	1.748,00	€/mes	12	meses	20.976,00 €
		Recolectores	9,66	€/h	354	h	3.420,78 €
	Fertilizantes	Terrasei Equilibrio 7-7-7	1,6	€/L		L	0,00 €
		Calcisei 10	2,31	€/L		L	0,00 €
		Epsotop	0,65	€/kg		kg	0,00 €
		Microsol MIX	3,11	€/kg		kg	0,00 €
	Aplicación estiércol (labor contratada)		45	€/h	1,5	h	67,50 €
	Mantenimiento o sistema riego	HUWASAN	6	€/L	18	6	108,00 €
	Defensa fitosanitaria	Tabla XI.6	2356,92	€	70	%	1.649,84 €
	Conservación y mantenimiento de la maquinaria (tractor)		1,85	€/h	101,86	h	188,44 €
	Energía eléctrica		0,11	€/kW·h	121.033	kW·h	13.313,66 €
	Combustibles y lubricantes	Gasoil agrícola	0,72	€/L	386	L	278,03 €
		Aceite tractor	4,5	€/L	2	L	7,36 €
	Envases recolección	Tarrina envase 125g capacidad	0,034	€/ud	21.672	envases	736,85 €
		Caja cartón 1 kg capacidad	0,55	€/ud	2.709	cajas	1.489,95 €
Cajas 5 kg de industria		1,35	€/ud	60	cajas	81,27 €	
Total						43.091,59 €	

AÑO 5							
TIPO DE GASTO	CONCEPTO		PRECIO UNITARIO		CANTIDAD NECESARIA		IMPORTE
			Valor (€)	Ud	CANTIDAD NECESARIA A	Ud	
GASTOS GENERALES	IBI		88	€/año	1	año	88,00 €
	Seguro tractor y maquinaria		170	€/año	1	año	170,00 €
	Conservación y mantenimiento nave e instalaciones		0,5	% de V0	4181,07	€	20,91 €
	Contrato energía eléctrica		325	€/año	1	año	325,00 €
	Renovación certificación agricultura ecológica		170	€/año	1	año	170,00 €
GASTOS VARIABLES	Mano de obra	Encargado	1.748,00	€/mes	12	meses	20.976,00 €
		Recolectores	9,66	€/h	460	h	4.443,60 €
	Fertilizantes	Terrasei Equilibrio 7-7-7	1,6	€/L		L	0,00 €
		Calcisei 10	2,31	€/L		L	0,00 €
		Epsotop	0,65	€/kg		kg	0,00 €
		Microsol MIX	3,11	€/kg		kg	0,00 €
	Aplicación estiércol (labor contratada)		45	€/h	1,5	h	67,50 €
	Mantenimiento o sistema riego	HUWASAN	6	€/L	18	6	108,00 €
	Defensa fitosanitaria	Tabla XI.6	2356,92	€	70	%	1.649,84 €
	Conservación y mantenimiento de la maquinaria (tractor)		1,85	€/h	101,86	h	188,44 €
	Energía eléctrica		0,11	€/kW·h	127.085	kW·h	13.979,35 €
	Combustibles y lubricantes	Gasoil agrícola	0,72	€/L	405	L	291,93 €
		Aceite tractor	4,5	€/L	2	L	7,73 €
	Envases recolección	Tarrina envase 125g capacidad	0,034	€/ud	28.174	envases	957,90 €
		Caja cartón 1 kg capacidad	0,55	€/ud	3.522	cajas	1.936,94 €
		Cajas 5 kg de industria	1,35	€/ud	78	cajas	105,65 €
Total						45.486,78 €	

AÑO 6							
TIPO DE GASTO	CONCEPTO		PRECIO UNITARIO		CANTIDAD NECESARIA		IMPORTE
			Valor (€)	Ud	CANTIDAD NECESARIA A	Ud	
GASTOS GENERALES	IBI		88	€/año	1	año	88,00 €
	Seguro tractor y maquinaria		170	€/año	1	año	170,00 €
	Conservación y mantenimiento nave e instalaciones		0,5	% de V0	4181,07	€	20,91 €
	Contrato energía eléctrica		325	€/año	1	año	325,00 €
	Renovación certificación agricultura ecológica		170	€/año	1	año	170,00 €
GASTOS VARIABLES	Mano de obra	Encargado	1.748,00	€/mes	12	meses	20.976,00 €
		Recolectores	9,66	€/h	1135	h	10.964,10 €
	Fertilizantes	Terrasei Equilibrio 7-7-7	1,6	€/L	620	L	991,51 €
		Calcisei 10	2,31	€/L	255	L	589,05 €
		Epsotop	0,65	€/kg	125	kg	81,25 €
		Microsol MIX	3,11	€/kg	13	kg	40,43 €
	Aplicación estiércol (labor contratada)		45	€/h	1,5	h	67,50 €
	Mantenimiento o sistema riego	HUWASAN	6	€/L	18	6	108,00 €
	Defensa fitosanitaria	Tabla XI.6	2356,92	€	70	%	1.649,84 €
	Conservación y mantenimiento de la maquinaria (tractor)		1,85	€/h	101,86	h	188,44 €
	Energía eléctrica		0,11	€/kW·h	133.439	kW·h	14.678,31 €
	Combustibles y lubricantes	Gasoil agrícola	0,72	€/L	426	L	306,52 €
		Aceite tractor	4,5	€/L	2	L	8,12 €
	Envases recolección	Tarrina envase 125g capacidad	0,034	€/ud	69.451	envases	2.361,34 €
		Caja cartón 1 kg capacidad	0,55	€/ud	8.681	cajas	4.774,77 €
		Cajas 5 kg de industria	1,35	€/ud	193	cajas	260,44 €
	Total						58.819,54 €

AÑO 7							
TIPO DE GASTO	CONCEPTO		PRECIO UNITARIO		CANTIDAD NECESARIA		IMPORTE
			Valor (€)	Ud	CANTIDAD NECESARIA A	Ud	
GASTOS GENERALES	IBI		88	€/año	1	año	88,00 €
	Seguro tractor y maquinaria		170	€/año	1	año	170,00 €
	Conservación y mantenimiento nave e instalaciones		0,5	% de V0	4181,07	€	20,91 €
	Contrato energía eléctrica		325	€/año	1	año	325,00 €
	Renovación certificación agricultura ecológica		170	€/año	1	año	170,00 €
GASTOS VARIABLES	Mano de obra	Encargado	1.748,00	€/mes	12	meses	20.976,00 €
		Recolectores	9,66	€/h	1.617	h	15.619,42 €
	Fertilizantes	Terrasei Equilibrio 7-7-7	1,6	€/L	764	L	1.222,40 €
		Calcisei 10	2,31	€/L	421	L	972,51 €
		Epsotop	0,65	€/kg	211	kg	137,15 €
		Microsol MIX	3,11	€/kg	21	kg	65,31 €
	Aplicación estiércol (labor contratada)		45	€/h	1,5	h	67,50 €
	Mantenimiento o sistema riego	HUWASAN	6	€/L	18	6	108,00 €
	Defensa fitosanitaria	Tabla XI.6	2356,92	€	70	%	1.649,84 €
	Conservación y mantenimiento de la maquinaria (tractor)		1,85	€/h	101,86	h	188,44 €
	Energía eléctrica		0,11	€/kW·h	140.111	kW·h	15.412,23 €
	Combustibles y lubricantes	Gasoil agrícola	0,72	€/L	447	L	321,85 €
		Aceite tractor	4,5	€/L	2	L	8,52 €
	Envases recolección	Tarrina envase 125g capacidad	0,034	€/ud	98.955	envases	3.364,48 €
		Caja cartón 1 kg capacidad	0,55	€/ud	12.369	cajas	6.803,18 €
		Cajas 5 kg de industria	1,35	€/ud	275	cajas	371,08 €
	Total						68.061,83 €

AÑO 8							
TIPO DE GASTO	CONCEPTO		PRECIO UNITARIO		CANTIDAD NECESARIA		IMPORTE
			Valor (€)	Ud	CANTIDAD NECESARIA A	Ud	
GASTOS GENERALES	IBI		88	€/año	1	año	88,00 €
	Seguro tractor y maquinaria		170	€/año	1	año	170,00 €
	Conservación y mantenimiento nave e instalaciones		0,5	% de V0	4181,07	€	20,91 €
	Contrato energía eléctrica		325	€/año	1	año	325,00 €
	Renovación certificación agricultura ecológica		170	€/año	1	año	170,00 €
GASTOS VARIABLES	Mano de obra	Encargado	1.748,00	€/mes	12	meses	20.976,00 €
		Recolectores	9,66	€/h	1.953	h	18.862,00 €
	Fertilizantes	Terrasei Equilibrio 7-7-7	1,6	€/L	889	L	1.422,40 €
		Calcisei 10	2,31	€/L	421	L	972,51 €
		Epsotop	0,65	€/kg	211	kg	137,15 €
		Microsol MIX	3,11	€/kg	21	kg	65,31 €
	Aplicación estiércol (labor contratada)		45	€/h	1,5	h	67,50 €
	Mantenimiento o sistema riego	HUWASAN	6	€/L	18	6	108,00 €
	Defensa fitosanitaria	Tabla XI.6	2356,92	€	70	%	1.649,84 €
	Conservación y mantenimiento de la maquinaria (tractor)		1,85	€/h	101,86	h	188,44 €
	Energía eléctrica		0,11	€/kW·h	147.117	kW·h	16.182,84 €
	Combustibles y lubricantes	Gasoil agrícola	0,72	€/L	469	L	337,94 €
		Aceite tractor	4,5	€/L	2	L	8,95 €
	Envases recolección	Tarrina envase 125g capacidad	0,034	€/ud	14.937	envases	507,87 €
		Caja cartón 1 kg capacidad	0,55	€/ud	332	cajas	182,57 €
Cajas 5 kg de industria		1,35	€/ud	1.813	cajas	2.447,55 €	
Total						64.890,78 €	

AÑO 9							
TIPO DE GASTO	CONCEPTO		PRECIO UNITARIO		CANTIDAD NECESARIA		IMPORTE
			Valor (€)	Ud	CANTIDAD NECESARIA A	Ud	
GASTOS GENERALES	IBI		88	€/año	1	año	88,00 €
	Seguro tractor y maquinaria		170	€/año	1	año	170,00 €
	Conservación y mantenimiento nave e instalaciones		0,5	% de V0	4181,07	€	20,91 €
	Contrato energía eléctrica		325	€/año	1	año	325,00 €
	Renovación certificación agricultura ecológica		170	€/año	1	año	170,00 €
GASTOS VARIABLES	Mano de obra	Encargado	1.748,00	€/mes	12	meses	20.976,00 €
		Recolectores	9,66	€/h	2.525	h	24.390,14 €
	Fertilizantes	Terrasei Equilibrio 7-7-7	1,6	€/L	1197	L	1.915,20 €
		Calcisei 10	2,31	€/L	538	L	1.242,78 €
		Epsotop	0,65	€/kg	273	kg	177,45 €
		Microsol MIX	3,11	€/kg	27	kg	177,45 €
	Aplicación estiércol (labor contratada)		45	€/h	1,5	h	67,50 €
	Mantenimiento o sistema riego	HUWASAN	6	€/L	18	6	108,00 €
	Defensa fitosanitaria	Tabla XI.6	2356,92	€	80	%	1.885,54 €
	Conservación y mantenimiento de la maquinaria (tractor)		1,85	€/h	101,86	h	188,44 €
	Energía eléctrica		0,11	€/kW·h	154.473	kW·h	16.991,98 €
	Combustibles y lubricantes	Gasoil agrícola	0,72	€/L	493	L	354,84 €
		Aceite tractor	4,5	€/L	2	L	9,40 €
	Envases recolección	Tarrina envase 125g capacidad	0,034	€/ud	19.315	envases	656,72 €
		Caja cartón 1 kg capacidad	0,55	€/ud	429	cajas	236,07 €
		Cajas 5 kg de industria	1,35	€/ud	1.813	cajas	2.447,55 €
Total						72.598,96 €	

AÑO 10							
TIPO DE GASTO	CONCEPTO		PRECIO UNITARIO		CANTIDAD NECESARIA		IMPORTE
			Valor (€)	Ud	CANTIDAD NECESARIA A	Ud	
GASTOS GENERALES	IBI		88	€/año	1	año	88,00 €
	Seguro tractor y maquinaria		170	€/año	1	año	170,00 €
	Conservación y mantenimiento nave e instalaciones		0,5	% de V0	4181,07	€	20,91 €
	Contrato energía eléctrica		325	€/año	1	año	325,00 €
	Renovación certificación agricultura ecológica		170	€/año	1	año	170,00 €
GASTOS VARIABLES	Mano de obra	Encargado	1.748,00	€/mes	12	meses	20.976,00 €
		Recolectores	9,66	€/h	2.692	h	26.007,45 €
	Fertilizantes	Terrasei Equilibrio 7-7-7	1,6	€/L	1277	L	2.043,20 €
		Calcisei 10	2,31	€/L	569	L	1.314,39 €
		Epsotop	0,65	€/kg	289	kg	187,85 €
		Microsol MIX	3,11	€/kg	28	kg	87,08 €
	Aplicación estiércol (labor contratada)		45	€/h	1,5	h	67,50 €
	Mantenimiento sistema riego	HUWASAN	6	€/L	18	6	108,00 €
	Defensa fitosanitaria	Tabla XI.6	2356,92	€	90	%	2.121,23 €
	Conservación y mantenimiento de la maquinaria (tractor)		1,85	€/h	101,86	h	188,44 €
	Energía eléctrica		0,11	€/kW·h	162.196,20	kW·h	17.841,58 €
	Combustibles y lubricantes	Gasoil agrícola	0,72	€/L	517,48	L	372,58 €
		Aceite tractor	4,5	€/L	2,19	L	9,87 €
	Envases recolección	Tarrina envase 125g capacidad	0,034	€/ud	20.596	envases	700,26 €
		Caja cartón 1 kg capacidad	0,55	€/ud	458	cajas	251,73 €
		Cajas 5 kg de industria	1,35	€/ud	1.813	cajas	2.447,55 €
Total						75.498,61 €	

AÑO 11 y sucesivos							
TIPO DE GASTO	CONCEPTO		PRECIO UNITARIO		CANTIDAD NECESARIA		IMPORTE
			Valor (€)	Ud	CANTIDAD NECESARIA	Ud	
GASTOS GENERALES	IBI		88	€/año	1	año	88,00 €
	Seguro tractor y maquinaria		170	€/año	1	año	170,00 €
	Conservación y mantenimiento nave e instalaciones		0,5	% de V0	4181,07	€	20,91 €
	Contrato energía eléctrica		325	€/año	1	año	325,00 €
	Renovación certificación agricultura ecológica		170	€/año	1	año	170,00 €
GASTOS VARIABLES	Mano de obra	Encargado	1.748,00	€/mes	12	meses	20.976,00 €
		Recolectores	9,66	€/h	2.869	h	27.710,68 €
	Fertilizantes	Terrasei Equilibrio 7-7-7	1,6	€/L	1311	L	2.097,60 €
		Calcisei 10	2,31	€/L	582	L	1.344,42 €
		Epsotop	0,65	€/kg	295	kg	191,75 €
		Microsol MIX	3,11	€/kg	29	kg	90,19 €
	Aplicación estiércol (labor contratada)		45	€/h	1,5	h	67,50 €
	Mantenimiento sistema riego	HUWASAN	6	€/L	18	6	108,00 €
	Defensa fitosanitaria	Tabla XI.6	2356,92	€	90	%	2.121,23 €
	Conservación y mantenimiento de la maquinaria (tractor)		1,85	€/h	101,86	h	188,44 €
	Energía eléctrica		0,11	€/kW·h	170.306,01	kW·h	18.733,66 €
	Combustibles y lubricantes	Gasoil agrícola	0,72	€/L	543,35	L	391,21 €
		Aceite tractor	4,5	€/L	2,30	L	10,36 €
	Envases recolección	Tarrina envase 125g capacidad	0,034	€/ud	175.558	envases	5.968,98 €
		Caja cartón 1 kg capacidad	0,55	€/ud	21.945	cajas	12.069,63 €
Cajas 5 kg de industria		1,35	€/ud	488	cajas	658,34 €	
Total						93.501,90 €	

4. Evaluación económica

La evaluación económica del presente proyecto se va a realizar mediante la determinación de los índices económicos VAN (Valor Actual Neto) y TIR (Tasa Interna de Rendimiento), que reflejan respectivamente el beneficio real de la inversión teniendo en cuenta la inflación, y su rentabilidad real en valores referidos al momento de inversión.

La inversión inicial partira del promotor resultando los siguientes valores:

- Tasa Interna de Rendimiento o TIR: 17,75%.
- Valor Actual Neto o VAN: 1.341.624, 09 €

De los que podemos concluir que el proyecto es rentable.

Para calcular todo ello se ha utilizado el programa de cálculo Valproin, dejando a continuación una serie de resultados más detallados.

Inflación (%)	3,10
Increment. cobros (%)	2,70
Increment. pagos (%)	2,90

Tasa mínima de actualización (%)	1,00
Tasa máxima de actualización (%)	30,00
Incremento (%) (Para 30 tasas)	1,00

Vida del proyecto	25
-------------------	----

PAGO DE LA INVERSIÓN		Año	Cobros		Pagos		Flujo inicial
Nº pagos (Máximo 11)	2		Ordinarios	Extraordin.	Ordinarios	Extraordin.	
Desembolsos		1			36.098,43		
Inicial	70.000,00	2			36.098,43		
1		3	36.717,05		37.535,19		
		4	38.799,50		41.827,28		
		5	43.771,54		43.542,52		
		6	46.200,73		56.161,33		
		7	59.569,19		64.653,97		
		8	65.717,27				
		9	73.466,77			2.626,52	
		10	76.409,81				
		11	94.458,67				
		12	94.458,67				
		13	94.458,67				
		14	94.458,67			17.976,00	
		15	94.458,67				
		16	94.458,67				
		17	94.458,67				
		18	94.458,67				
		19	94.458,67			5.254,17	
		20	94.458,67				
		21	94.458,67				
		22	94.458,67				
		23	94.458,67				
		24	94.458,67				
		25	94.458,67				

FINANCIACIÓN AJENA	
Subvenciones	
Préstamo (Anual. cte.)	
Plazo (Máx. 20 años)	
Coste	
Años de carencia	
Anualidades préstamo	

Datos del proyecto

Vida del proyecto (años)	25
Pago de la inversión	70.000,00
Desembolsos:	
Inicial	70.000,00
Año 1	

Condiciones de financiación

Subvenciones

Préstamos

-
-

Anualidades

Estructura de los flujos de caja

Año	Cobros		Pagos		Flujo final	Flujo inicial	Incremento de flujo
	Ord.	Extraord.	Ord.	Extraord.			
1			36.098,43		-36.098,43		-36.098,43
2			36.098,43		-36.098,43		-36.098,43
3	36.717,05		37.535,19		-818,14		-818,14
4	38.799,50		41.827,28		-3.027,78		-3.027,78
5	43.771,54		43.542,52		229,02		229,02
6	46.200,73		56.161,33		-9.960,60		-9.960,60
7	59.589,19		64.653,97		-5.084,78		-5.084,78
8	65.717,27				65.717,27		65.717,27
9	73.466,77			2.626,52	70.840,25		70.840,25
10	76.409,81				76.409,81		76.409,81
11	94.458,67				94.458,67		94.458,67
12	94.458,67				94.458,67		94.458,67
13	94.458,67				94.458,67		94.458,67
14	94.458,67			17.976,00	76.482,67		76.482,67
15	94.458,67				94.458,67		94.458,67
16	94.458,67				94.458,67		94.458,67
17	94.458,67				94.458,67		94.458,67
18	94.458,67				94.458,67		94.458,67
19	94.458,67			5.254,17	89.204,50		89.204,50
20	94.458,67				94.458,67		94.458,67
21	94.458,67				94.458,67		94.458,67
22	94.458,67				94.458,67		94.458,67
23	94.458,67				94.458,67		94.458,67
24	94.458,67				94.458,67		94.458,67
25	94.458,67				94.458,67		94.458,67

-

-

Flujos anuales (incluyendo inversión y financiación)

Año	Valor nominal	Valor real según inflación
Inicial	-70.000,00	-70.000,00
1	-37.145,28	-36.028,40
2	-38.222,50	-35.958,51
3	-1.124,21	-1.025,82
4	-3.731,78	-3.302,80
5	-224,63	-192,83
6	-12.460,86	-10.375,19
7	-7.195,52	-5.811,01
8	81.328,56	63.705,03
9	89.976,60	68.359,92
10	99.736,37	73.496,54
11	126.624,20	90.504,75
12	130.043,05	90.153,62
13	133.554,21	89.803,85
14	110.337,12	71.961,52
15	140.863,50	89.108,37
16	144.666,82	88.762,65
17	148.572,82	88.418,28
18	152.584,29	88.075,24
19	147.659,32	82.669,67
20	160.935,07	87.393,15
21	165.280,32	87.054,09
22	169.742,89	86.716,34
23	174.325,95	86.379,91
24	179.032,75	86.044,78
25	183.866,63	85.710,95

-
-

Condiciones actuales de cálculo

Tasa de inflación (%)	3,10
Tasa de incremento de cobros (%)	2,70
Tasa de incremento de pagos (%)	2,90

Financiación ajena

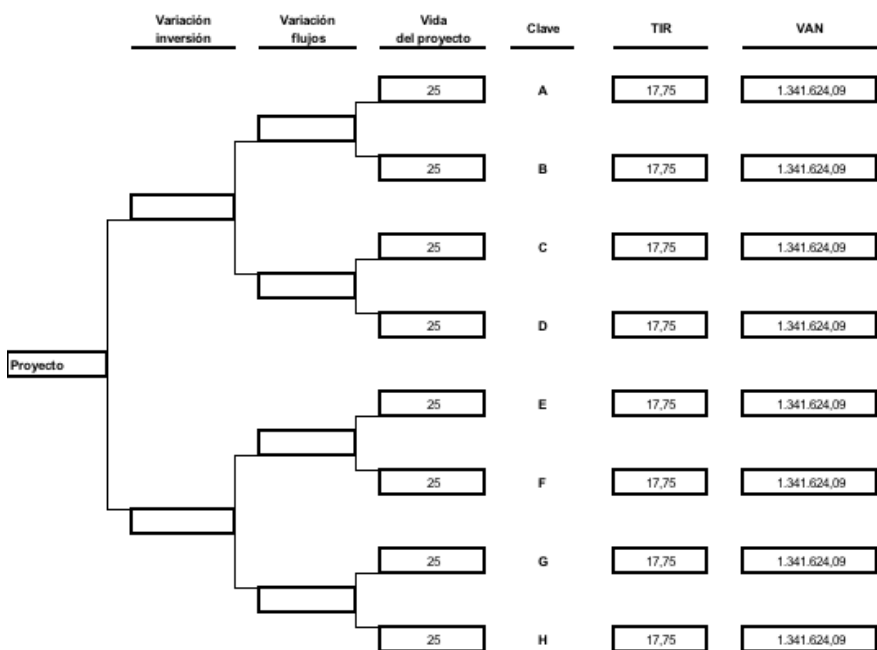
Subvenciones
Préstamos

Resultados

Tasa de actualización	Valor actual neto	Tiempo recuperación	Relación benef./inv.
1,00	1.114.452,23	10	15,92
2,00	926.635,56	10	13,24
3,00	770.740,81	10	11,01
4,00	640.841,40	11	9,15
5,00	532.193,83	11	7,60
6,00	440.987,16	11	6,30
7,00	364.148,12	11	5,20
8,00	299.189,13	12	4,27
9,00	244.089,33	12	3,49
10,00	197.201,00	12	2,82
11,00	157.175,95	13	2,25
12,00	122.907,12	13	1,76
13,00	93.482,29	14	1,34
14,00	68.147,29	15	0,97
15,00	46.276,43	16	0,68
16,00	27.348,97	18	0,39
17,00	10.930,06	21	0,16
18,00	-3.344,55	-	-0,05
19,00	-15.780,97	-	-0,23
20,00	-26.637,18	-	-0,38
21,00	-36.131,30	-	-0,52
22,00	-44.448,25	-	-0,63
23,00	-51.745,30	-	-0,74
24,00	-58.156,52	-	-0,83
25,00	-63.796,56	-	-0,91
26,00	-68.763,72	-	-0,98
27,00	-73.142,46	-	-1,04
28,00	-77.005,58	-	-1,10
29,00	-80.415,95	-	-1,15
30,00	-83.428,04	-	-1,19

Análisis de sensibilidad

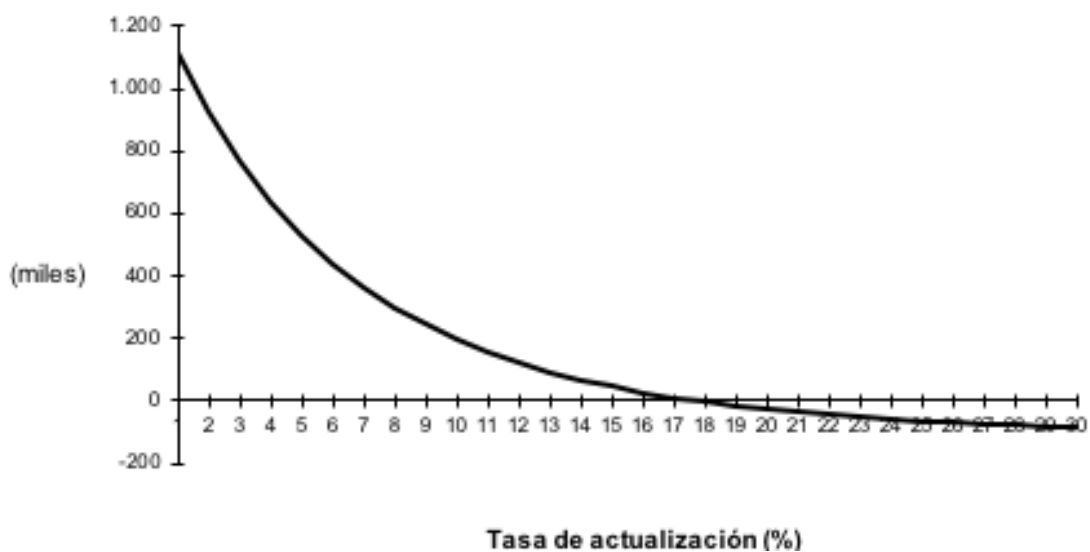
Tasa de actualización para el análisis



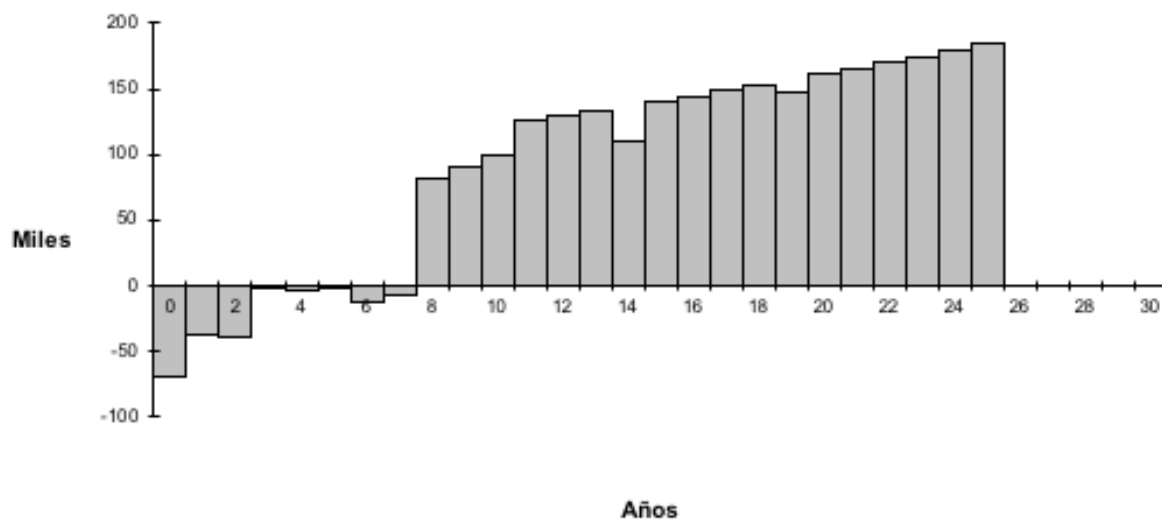
Clave	TIR
A	17,75
A	17,75
A	17,75
A	17,75
A	17,75
A	17,75
A	17,75
A	17,75

Clave	VAN
A	1.341.624,09
A	1.341.624,09
A	1.341.624,09
A	1.341.624,09
A	1.341.624,09
A	1.341.624,09
A	1.341.624,09
A	1.341.624,09

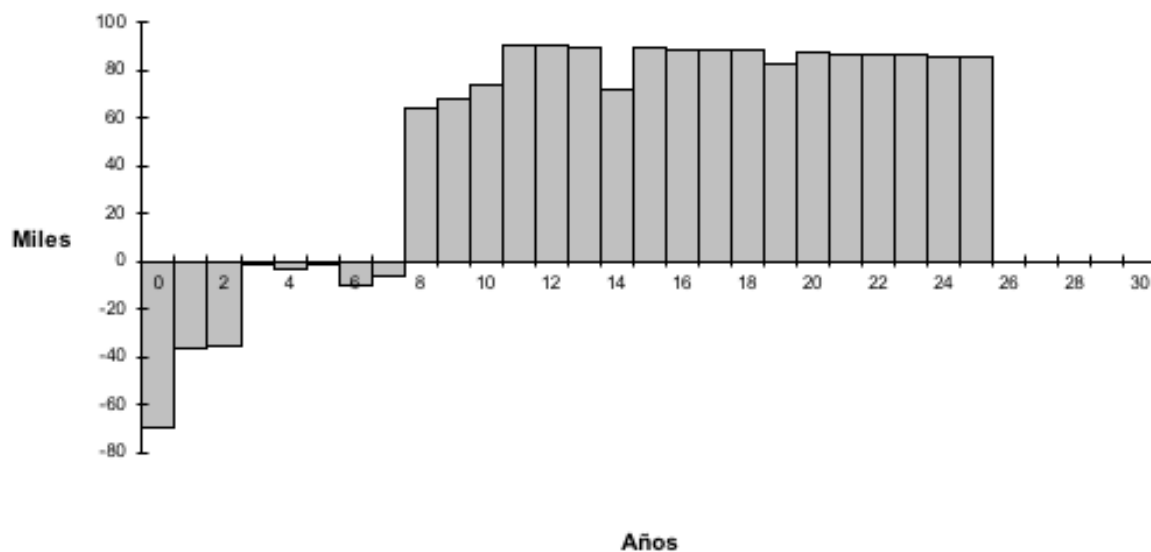
Relación entre VAN y Tasa de actualización



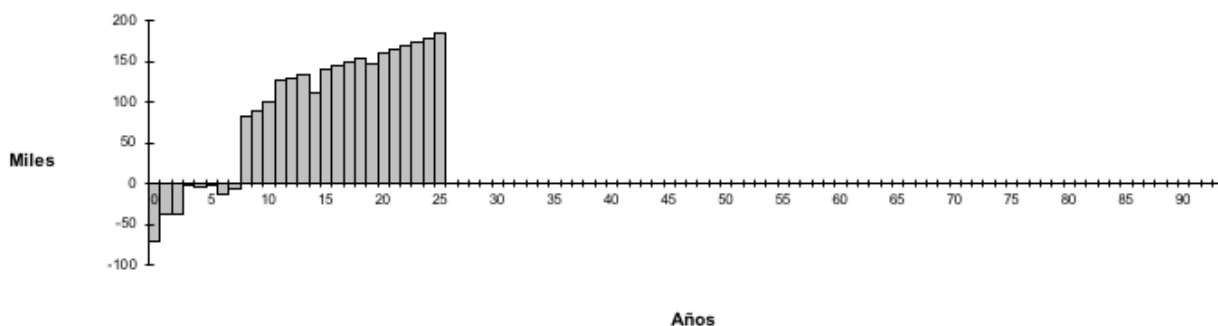
Valor nominal de los flujos anuales



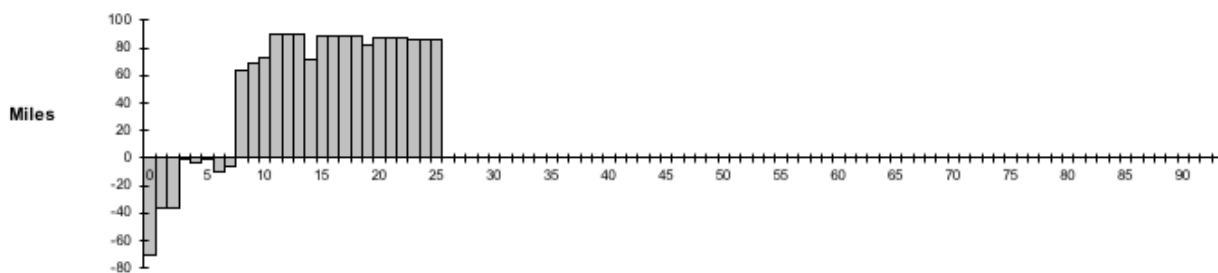
Valor real de los flujos anuales según inflación



Valor nominal de los flujos anuales



Valor real de los flujos anuales según inflación



ANEXO XII

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

- Alía, R., Alba, N., Agúndez, D., & Iglesias, S. (2005). *Manual para la comercialización y producción de semillas y plantas forestales. Materiales de base y de reproducción*. Madrid: Serie Forestal. DGB.
- Almedia, D. (2016). Pequenos frutos con grandes problemas: recomendações para a qualidade na cadeia de abastecimento. Lisboa: V Colóquio Nacional de Pequenos Frutos.
- Alves, A., Pereira, J., & Correia, A. (2012). *A Gestão dos Ecossistemas Florestais*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa.
- Aragües, R. (2011). Calidad del agua para el riego: efectos sobre plantas y suelos. Monográfico Riegos del Alto Aragón. Zaragoza: Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA-DGA).
- Ayers, R., & Westcot, D. (1985). Water quality for agriculture. Paper No. 29. Roma, Italia: FAO Irrigation and Drainage.
- Bianchi, F., Careri, M., & Musci, M. (2005). Volatile norisoprenoids as markers of botanical origin of Sardinian strawberry-tree (*Arbutus unedo*L.) honey: Characterization of aroma compounds by dynamic headspace extraction and gas chromatography–mass. *Food chemistry* 89(4), 527-532.
- Carbo, A., & Vidal, O. (1978). Marqueo de plantaciones. *Hojas divulgadoras 21/78 HD*. Ministerio de Agricultura.
- Celikel, G. D. (2008). The strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) selection in Turkey. *. Scientia Horticulturae* 118, 115–119.
- Celikel, G., Demirsoy, L., & Demirsoy, H. (2008). The strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) selection in Turkey. *. Scientia Horticulturae* 118, 115–119.
- Cervelli, C. (2005). *Le specie arbustive della macchia mediterranea. Um património da valorizzare*.
- Correia, C., & Varela, J. (1996). Os sistemas da alfarrobeira e do medronheiro no Algarve. *. Revista Florestal* 4: , 30-35.
- Dias, J., & Cabrita, S. (2009). *Produtos Transformados do Medronho*. Beja: Escola Superior Agrária de Beja.
- Ecological. (2018). *El sector ecológico en España*. Valencia: Ecological.

-
- (2012). *Estudo Económico do Desenvolvimento da Fileira do Medronho*. Sabrugal: Forum florestal.
 - Fernández-Barragán, J., & Reina, I. (2017). *Seguimiento de la fenología de especies forestales en la Red de*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
 - Fernández-Barragán, J., & Reina, I. (2017). *Seguimiento de la fenología de especies forestales en la Red de Parques Nacionales Informe de resultados para el periodo 2008-2015 Documento elaborado en base al informe realizado por Árbol Técnicos SL. (para el “Se. Madrid: Servicio de Seguimiento fitosanitario de la Red de Parques Nacionales.*
 - Filella, I., & Peñuelas, J. (2003). Partitioning of water and nitrogen in co-occurring Mediterranean woody shrub species of different evolutionary history. *Oecologia* 137, 51–61.
 - Franco, J et al. (2015). Ensaio de fertilização: apresentação dos resultados. // *Jornadas do Medronho*. Coimbra: CERNAS.
 - Franco, A., & Pérez, L. (2007). Curso de Hidráulica y riego. Sevilla: Universidad de Sevilla.
 - García Salmerón, J. (1991). *Manual de repoblaciones forestales*. Madrid: Fundación Conde del Valle de Salaza.
 - García-Serrano, P., Ruano, S., Lucena, J.J., & Nogales, M. (2010). *Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente Y Medio Rural y Marino.
 - García Rubio, J.C. (2013). Recomendaciones de fertirrigación de arándanos en Asturias. *Tecnología Agroalimentaria* 11. Boletín informativo del SERIDA. 11, 4-12
 - Gomes F. et al. (2017). *Manual de Boas Práticas para a Cultura do Medronheiro*. Coimbra: IPC - Instituto Politécnico de Coimbra, ESAC - Escola Superior Agrária de Coimbra, CERNAS - Centro de Estudos e Recursos Naturais Ambiente e Sociedade,.
 - Gomes F. et al. (2018). *Medronheiro – Manual de boas praticas para a cultura. 2a Edicao. - Centro de Estudos e Recursos Naturais Amb. REN – Redes Energeticas Nacionais. IPC - Instituto Politecnico de Coimbra, ESAC - Escola Superior Agraria de Coimbra, CERNAS.*
 - Gomes Pereira, R. (2014). *Efeito do pH e da fonte de azoto na cultura in vitro de medronheiro (Arbutus unedo L.)*. Lisboa.

- Gomes, A., Guerra, J., & Oudot, C. (2016). Efeitos benéficos de uma mistura de pequenos frutos num modelo animal de hipertensão. INIAV.
- Gomes, F., & Canhoto, J. (2009). Micropropagation of Strawberry Tree (*Arbutus unedo* L.) from Adult Plants. *In Vitro Cellular & Developmental Biology Plant* 45, 72-82.
- Gomes, F., Botelho, G., Santos, S., Godinho, D., & Melo, F. (2016). V Colóquio Nacional da Produção de Pequenos Frutos. *O medronheiro: o material vegetal e a fertilização à instalação, o efeito na produção e qualidade de fruto*. Oeiras: V Colóquio Nacional da Produção de Pequenos Frutos.
- Gomes, F., Gama, J., Figueiredo, P., Santos, A., & João, C. (2014). Clonagem de plantas selecionadas de medronheiro e a sua avaliação em campo. *I Jornadas do Medronho do Algarve*. Monchique.
- Gomes, F., Guilherme, R., Pato, R., & Cordeiro, R. (2017). *Manual de Boas Práticas para a Cultura do Medronheiro*. Coimbra: Instituto Politécnico de Coimbra.
- Gomes, F., J. Gama, J., Figueiredo, P., Clemente, C., Plácito, F., & Pato, R. L. (2015). Os clones: apresentação de resultados. *II JORNADAS DO MADRONHO*. Monchique.
- Gomes, F., Suárez, D., Santos, R., Silva, M., Gaspar, D., & Machado, H. (2016). Mycorrhizal synthesis between *Lactarius deliciosus* and *Arbutus unedo* L. *Mycorrhiza* 26, 177-188.
- González, G. (2017). *Guia de los árboles y arbustos de la Península Ibérica y Baleares*. . Mundi-prensa.
- González, V., Pomares, F. (2008). *La fertilización y el balance de nutrientes en sistemas agroecológicos*. Valencia: SEAE.
- Guerreiro, A., Gago, C., Miguel, G., & Antunes, D. (2013). The effect of temperature and film covers on the storage ability of *Arbutus unedo* L. fresh fruit. *. Scientia Horticulturae*, 159, 96-102.
- Guerrero, A., Gago, C., Miguel, G., & Antunes, D. (2012). Conservação do medronho (*Arbutus unedo*L.) para consumo em fresco. *Acta Portuguesa de Horticultura* 20 , 130-137.
- Lagarto, V., Gomes, F., Franco, J., & Oliveira, F. (2013). Estudo de mercado sobre as potencialidades do medronho na região centro. *Agrotec – revista técnica científica agrícola* 6, 78-81.

- Lagarto, V., Gomes, F., Franco, J., & Oliveira, F. (2013). Estudio de mercado sobre as potencialidades do medronho na região centro. *Agrotec – revista técnica científica agrícola* 6, 78-81.
- Lopez, E., & Miñano, F. (1988). *Metodos rápidos de análisis de suelos*. Madrid: Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación.
- Machado, H., Barrento, M., Plácito, F., Suárez, D., Cle-mente, M., Figueiredo, P., & Gomes, F. (2017). Mycorrhizal synthesis between *Lactarius deliciosus* and *Arbutus unedo* under nursery conditions. *Acta Horticulturae* 1187, 265-272.
- Monge Redondo, M. (2018). *Diseño agronómico e Hidráulico de Riegos Agrícolas a Presión*. Madrid: Editorial Agrícola Española.
- Molina, M., Pardo-De-Santayana, M., Aceituno, L., Morales, R., & Tardío, J. (2011). Fruit production of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) in two Spanish forests, , Volume 84, Issue 4, October 2011,. *Forestry: An International Journal of Forest Research, Volum 84*, 419–429.
- Moreno, A. (2015). *Operaciones auxiliares de preparación del terreno, plantación y siembra de cultivos*. Madrid: Ediciones Nobel.
- Navarro Cerrillo, R., & Pernán García, J. (1998). *Replantaciones forestales*. Lleida: Universitat de Lleida.
- Navarro, R., & Martínez, A. (1996). *Forestación en explotaciones agrarias*. Córdoba: Junta de Andalucía.
- Neto Martins, A., & Rodrigues Galego, L. (2014). *O Medronho e suas utilizações alimentares*. Faro: Universidad del Algarve.
- Neto, C. (2007). *Os medronhais In: Do castanheiro ao teixo: as outras espécies florestais*. Lisboa: Joaquim Sande (ed.) Lisboa: Público, Fundação Luso-Americana para o Desenvolvimento.
- Oliveira, I., Guedes de Pinho, P., Malheiro, R., Baptista, P., & Pereira, J. A. (2011). Volatile profile of *Arbutus unedo* L. fruits through ripening stage. *Food Chemistry*, 667-673.
- Oliveira, J., & Afif, E. (2006). *Análisis de suelos y plantas y recomendaciones de abonado*. Oviedo: Universidad de Oviedo.
- Özcan, M., & Haciseferoğulları, H. (2007). The Strawberry (*Arbutus unedo* L.) fruits: Chemical composition, physical properties and mineral contents. *Journal of Food Engineering*. 78., 1022-1028.

- Pardo de Santayana, M., Morales, R., Tardío, J., & Molina, M. (2018). *INVENTARIO ESPAÑOL DE LOS CONOCIMIENTOS TRADICIONALES RELATIVOS A LA BIODIVERSIDAD*. Madrid: Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.
- Pato, R., Pereira, S., Frias, A., Curado, F., Gama J. (2015). Exigências nutricionais do medronheiro - abordagem preliminar. *Actas Portuguesas de Horticultura - II Jornadas do Medronho 24: 42--50*.
- Pemán, J., & Navarro, J. (1998). *Re poblaciones forestales*. Lleida: Edicions de la Universitat de Lleida.
- Piñeiro, E. (21 de Noviembre de 2008). Obtenido de Consumer: http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/aprender_a_comer_bien/curiosidades/2008/11/21/181540.php
- Portugal, A. d. (2017). *Manual Boas Práticas para Culturas Emergentes A Cultura do Medronho*. Lisboa.
- Quevedo, L., Arnan, X., & Rodrigo, A. (2017). *La gestión forestal post incendio mejora la calidad de los frutos en el monte bajo dominado por Arbutus unedo L.* Cáceres: Sociedad Española de Ciencias Forestales.
- Rau, P. (2008). Método biológico – Cultura do Medronheiro. *Jardins 68*, 61-62.
- Rivas Martínez, S. (1987). *Memoria del mapa de series de vegetación de España 1: 400.000*. ICONA. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- Sánchez, M. (2017). Polinización con abejas y abejorros. *XXII Jornadas Técnicas de Apicultura Lanjarón*. Lanjarón.
- Santo, C., Franco, J., & Botelho, G. (2013). Contribution for the assessment of ripening evolution of strawberry tree fruits during post-harvest. *AGROTEC*, 40 - 43.
- Santo, D. E., Galego, L., Gonçalves, T., & Quintas, C. (2012). Yeast diversity in the Mediterranean strawberry tree (*Arbutus unedo*L.) fruits' fermentations. *Food Research International*, 47, 45-50.
- Santos, A. (2015). *Práticas Culturais para a Instalação de Pomares de Medronho (Arbutus Unedo)*. Workshop Produção Comercial de Medronho.
- Santos, C., Franco, J., & Botelho, G. (2013). Contributo para a avaliação da evolução da maturação do medronho na sua pós-colheita. *AGROTEC*, 40-43.
- Seita, I. et al. (2017). *Medronheiro*. Almodovar: INIAV.

- Sequeira, M. (2015). *A Cultura do Medronheiro. Arbutus unedo L.* Castelo Branco: Direção Regional de Agricultura e Pescas do Centro.
- Serrada, R. (2004). La preparación del suelo en la repoblación forestal. *IBADER: Instituto de Biodiversidade Agraria e Desenvolvimento Rural*, 21-33.
- Serrada, R. (2004). La preparación del suelo en la repoblación forestal. *IBADER*, 21-33.
- Silva, J., & Rego, F. (2004). Root to shoot relationships in Mediterranean woody plants from Central Portugal. *Biologia, Bratislava*, 59/Suppl.13.
- Urbina, V. (2018). *Mantenimiento del suelo en plantaciones frutales*. Lleida: Ofipapers.
- Willer, H., & Lernoud, J. (2017). *The World of Organic Agriculture 2017* . Rheinbreitbach (Alemania): Research Institute of Organic Agriculture FIBL.

DOCUMENTO N° 3:

PLANOS

ÍNDICE DEL DOCUMENTO Nº 3: PLANOS

PLANO Nº 1: SITUACIÓN

PLANO Nº 2: LOCALIZACIÓN

**PLANO Nº 3: SITUACIÓN PARCELA SOBRE ORTOFOTOGRAFÍA.
DETALLE NAVE Y POZO**

PLANO Nº 4: REPLANTEO DE LAS CALLES DE PLANTACIÓN

PLANO Nº5: DISTRIBUCIÓN DE LOS CULTIVARES

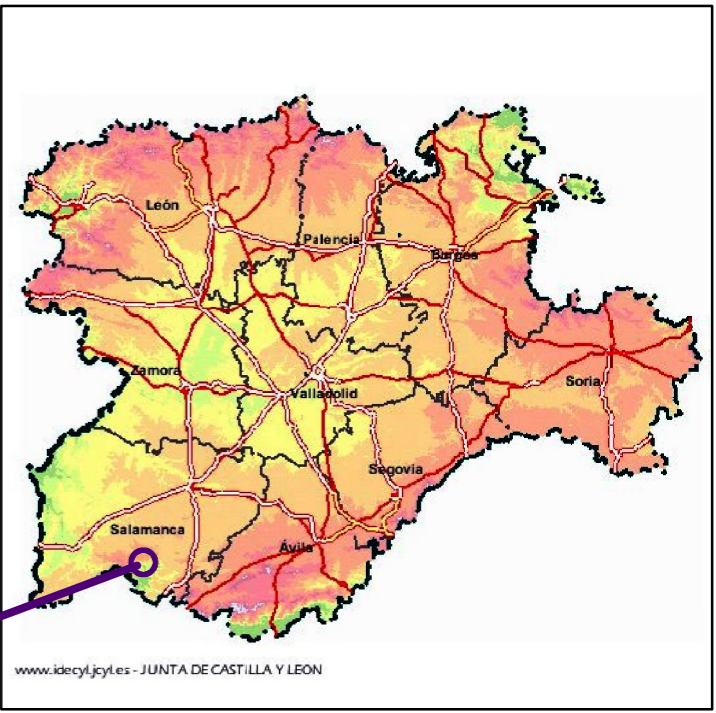
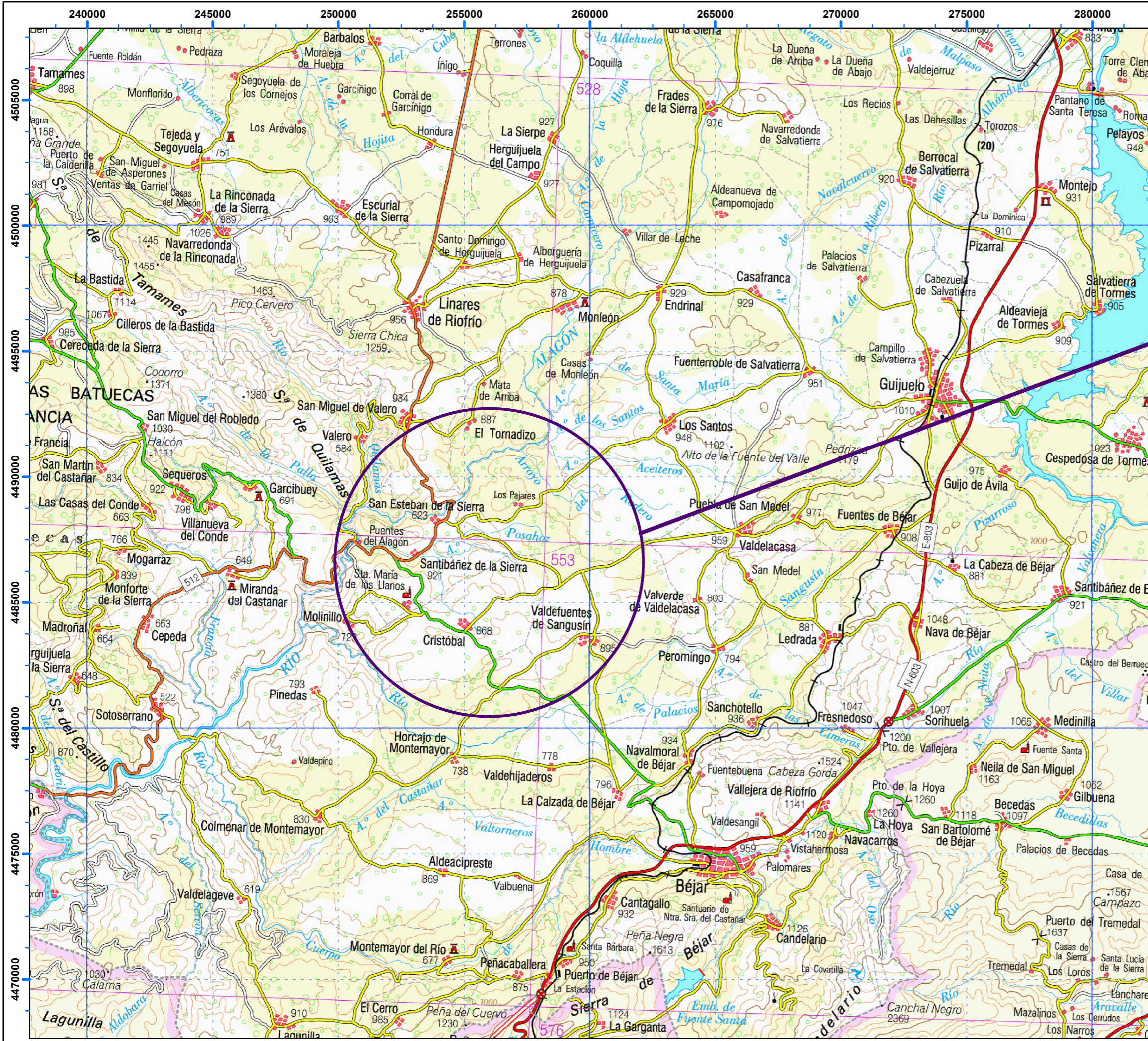
PLANO Nº6: DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

PLANO Nº7: REPLANTEO DEL CERRAMIENTO PERIMETRAL

PLANO Nº8: DETALLE CERRAMIENTO PERIMETRAL

PLANO Nº9: CABEZAL DE RIEGO

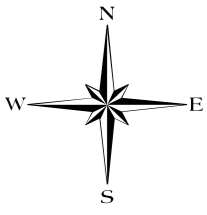
**PLANO Nº10: DETALLE INSTALACIÓN Y MEJORAS NAVE ALMACEN.
INSTALACIÓN ELECTRICIDAD Y FONTANERÍA**



Proyección ETRS89 UTM Huso 30N
 Escala: 1/3.000.000
 Fuente: IDECyL (Infraestructura de Datos Espaciales de Castilla y León, 2.012)

LEYENDA:

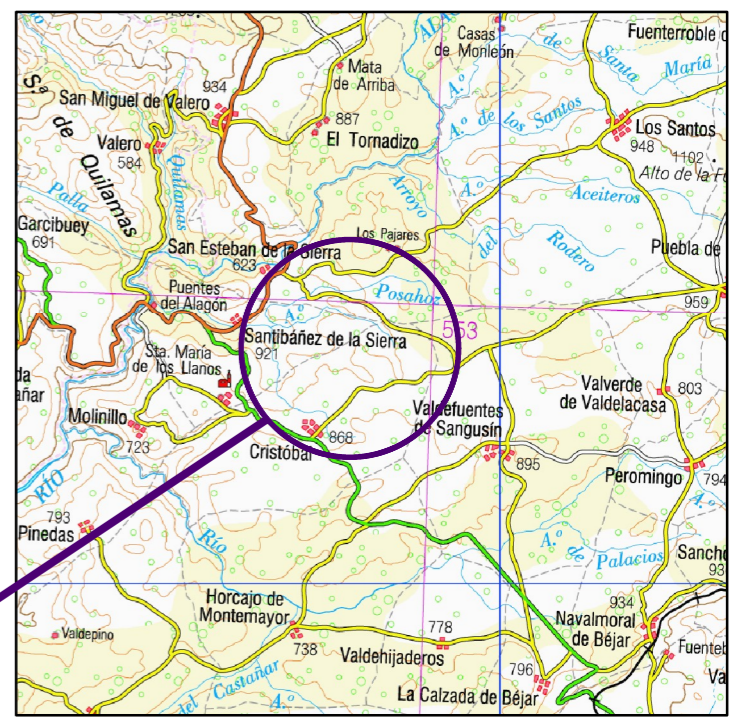
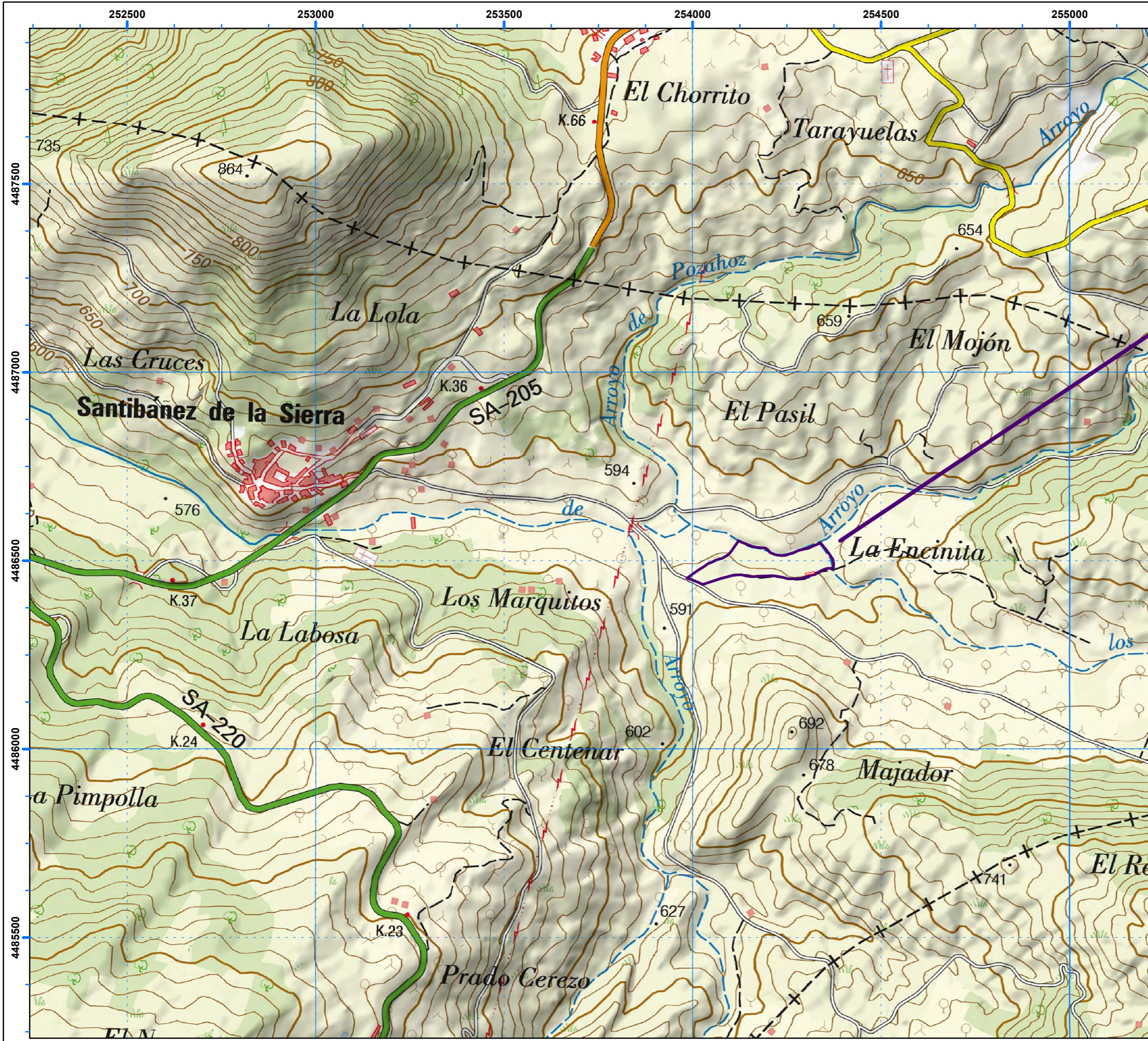
Localización parcela



PROYECTO DE PLANTACIÓN DE UN CULTIVO DE MADROÑO EN SANTIBÁÑEZ DE LA SIERRA (SALAMANCA)

PLANO Nº 1 Plano de Localización	ESCALA DEL PLANO 1:150.000
AUTOR: José Antonio Morato García	
PROMOTOR: Pedro Vivas Sánchez	
MUNICIPIO (PROVINCIA): Santibáñez de la Sierra (Salamanca)	
FECHA: Mayo, 2019	

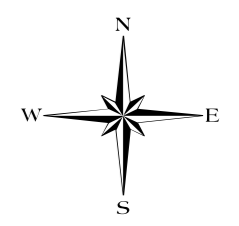
Proyección ETRS89 UTM Huso 30N - Mapa Provincial Salamanca (1:200.000)
 Fuente: CNIG (Centro Nacional de Información Geográfica)



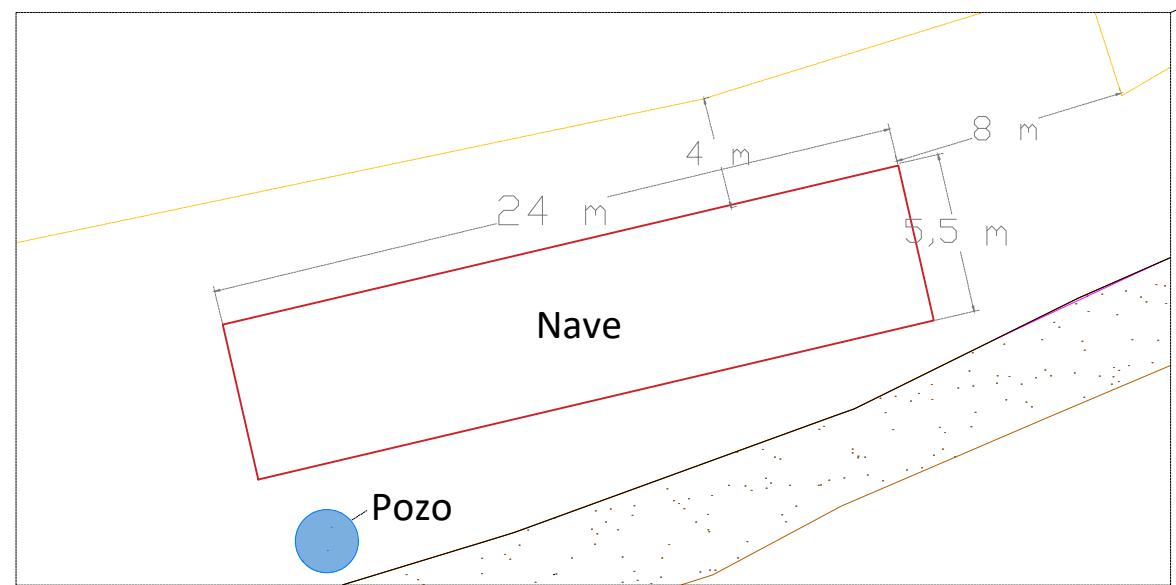
Proyección ETRS89 UTM Huso 30N
 Escala: 1/200.000
 Fuente: CNIG (Centro Nacional de Información Geográfica, 2019)

LEYENDA:

- Nave
- Pozo
- Parcela plantación



PROYECTO DE PLANTACIÓN DE UN CULTIVO DE MADROÑO EN SANTIBÁÑEZ DE LA SIERRA (SALAMANCA)	
PLANO Nº 2 Plano de Situación	ESCALA DEL PLANO 1:10.000
AUTOR: José Antonio Morato García	
PROMOTOR: Pedro Vivas Sánchez	
MUNICIPIO (PROVINCIA): Santibáñez de la Sierra (Salamanca)	
FECHA: Mayo, 2019	FIRMA:



ESCALA 1:250



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



PROYECTO DE PLANTACIÓN DE UN CULTIVO DE MADROÑO
EN SANTIBÁÑEZ DE LA SIERRA (SALAMANCA)

TÍTULO DEL PROYECTO

Pedro Vivas Sánchez

PROMOTOR

1:1000

ESCALA

nº 3

Nº PLANO

Situación parcela sobre ortofoto

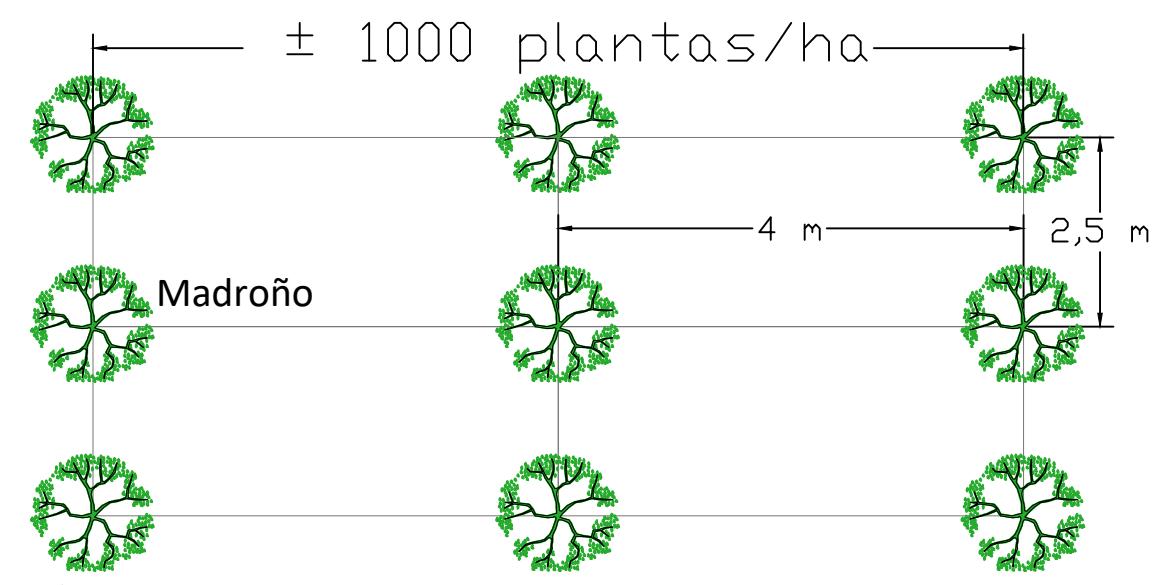
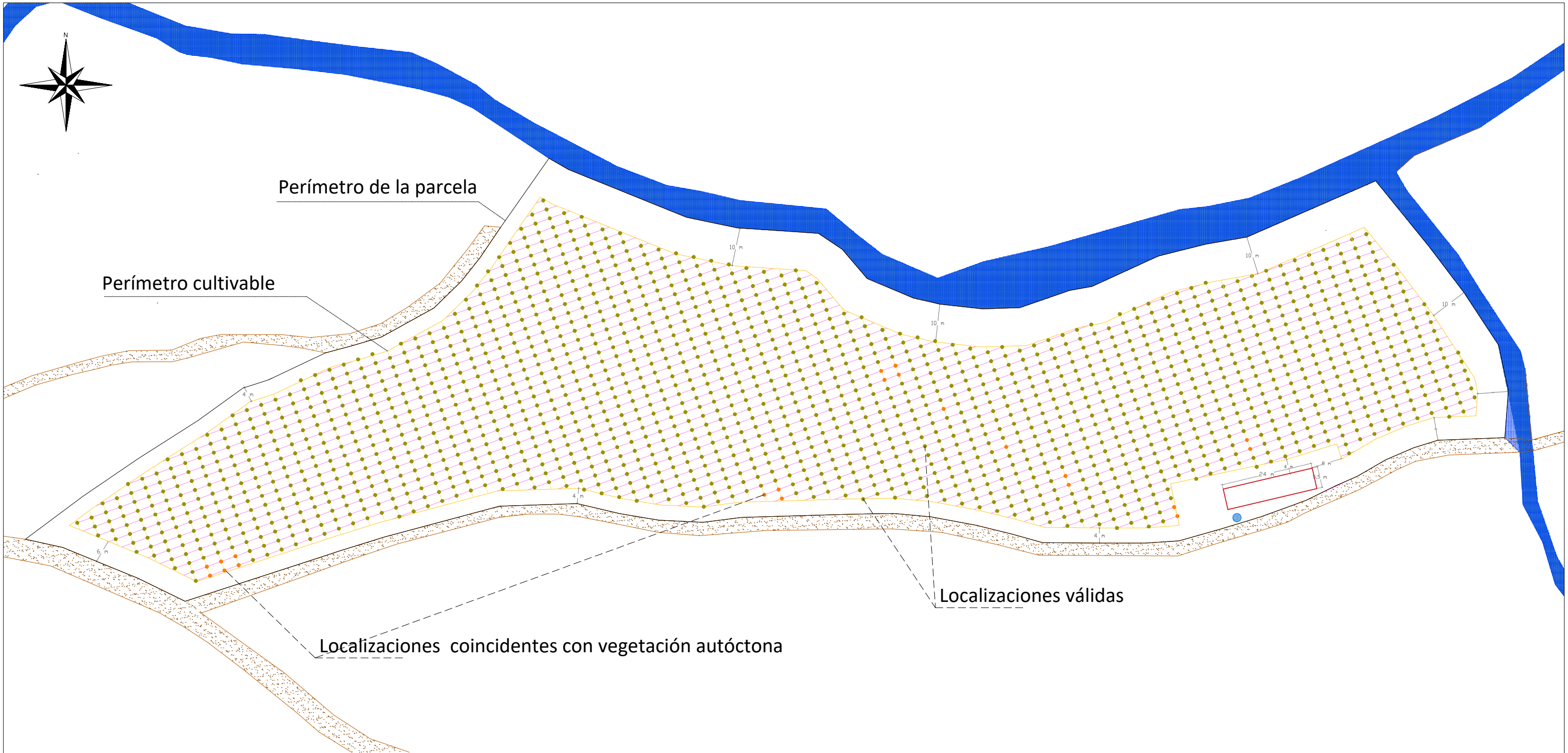
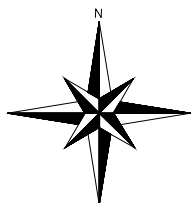
TÍTULO DEL PLANO

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

ALUMNO/A: José Antonio Morato García

FECHA: Julio 2020

FIRMA



Detalle del marco de plantación (Escala 1:100)



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



PROYECTO DE PLANTACIÓN DE UN CULTIVO DE MADROÑO
EN SANTIBÁÑEZ DE LA SIERRA (SALAMANCA)

TÍTULO DEL PROYECTO

Pedro Vivas Sánchez

PROMOTOR

1:1000

ESCALA

nº 4

Nº PLANO

Replantaio de las calles de plantación

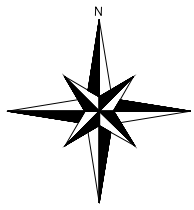
TÍTULO DEL PLANO

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

ALUMNO/A: José Antonio Morato García

FECHA: Julio 2020




FIRMA



Perímetro de la parcela

Perímetro cultivable

Calles de plantación

-  Madroño AL1
-  Madroño AL2
-  Madroño procedente de semilla



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



PROYECTO DE PLANTACIÓN DE UN CULTIVO DE MADROÑO
EN SANTIBÁÑEZ DE LA SIERRA (SALAMANCA)

TÍTULO DEL PROYECTO

Pedro Vivas Sánchez

PROMOTOR

1:1000

ESCALA

nº 5

Nº PLANO

Distribución de los cultivares

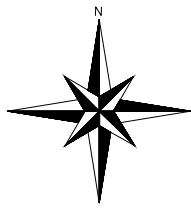
TÍTULO DEL PLANO

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

ALUMNO/A: José Antonio Morato García

FECHA: Julio 2020








FIRMA



Subunidad de riego C (34 laterales)

Subunidad de riego B (21 laterales)

Subunidad de riego A (33 laterales)

-  Laterales de riego de la Subunidad A (Tubería PE 16 mm 2,5 bares)
-  Laterales de riego de la Subunidad B (Tubería PE 16 mm 2,5 bares)
-  Laterales de riego de la Subunidad C (Tubería PE 16 mm 2,5 bares)
-  Tuberías terciarias PE 40 mm 4 bares
-  Tubería principal PE 40 mm 4 bares
-  Hidrante de riego (electroválvula, purgador aire y regulador presión)
-  Madroños



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



PROYECTO DE PLANTACIÓN DE UN CULTIVO DE MADROÑO
EN SANTIBÁÑEZ DE LA SIERRA (SALAMANCA)

TÍTULO DEL PROYECTO

Pedro Vivas Sánchez

PROMOTOR

1:1000

ESCALA

nº 6

Nº PLANO

Distribución del sistema de riego

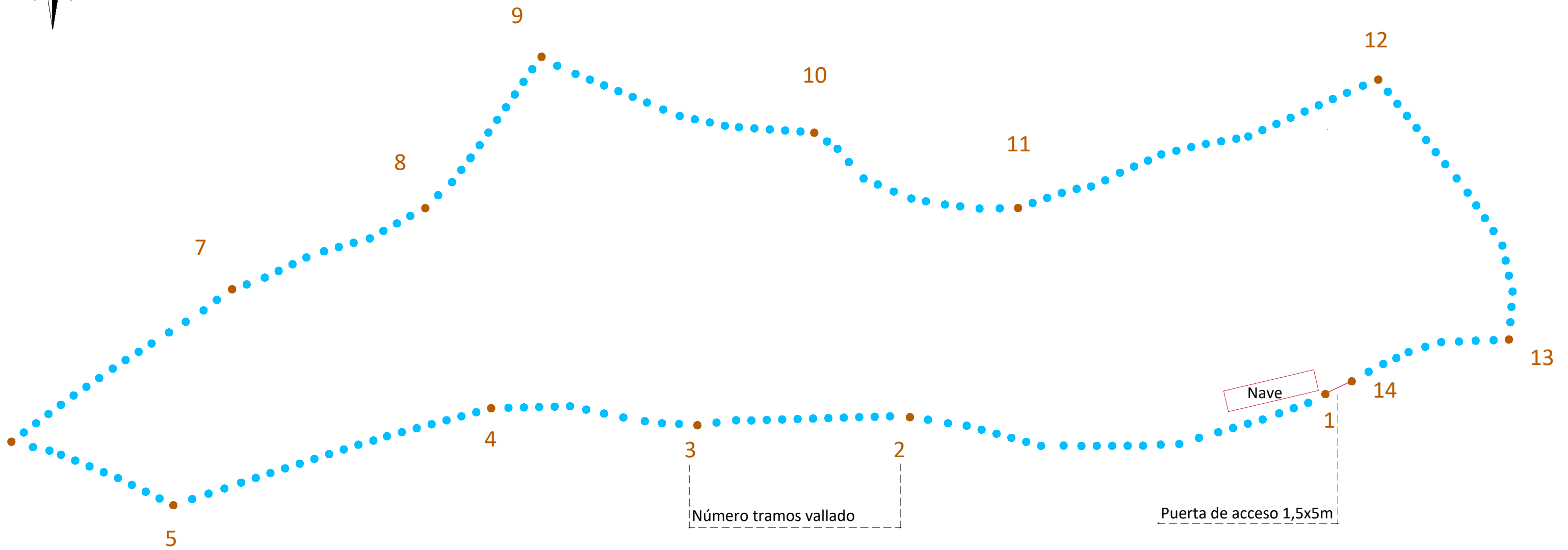
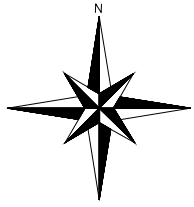
TÍTULO DEL PLANO



TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Forestal y
del Medio Natural

ALUMNO/A: José Antonio Morato García

FECHA: Julio 2020

FIRMA



-  Postes tensión de madera de pino 2 m altura y 10 mm diámetro
-  Postes intermedios de madera de pino 2 m altura y 8 mm diámetro



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



PROYECTO DE PLANTACIÓN DE UN CULTIVO DE MADROÑO
EN SANTIBÁÑEZ DE LA SIERRA (SALAMANCA)

TÍTULO DEL PROYECTO

Pedro Vivas Sánchez

PROMOTOR

1:1000

ESCALA

nº 7

Nº PLANO

Replanteo del cerramiento perimetral

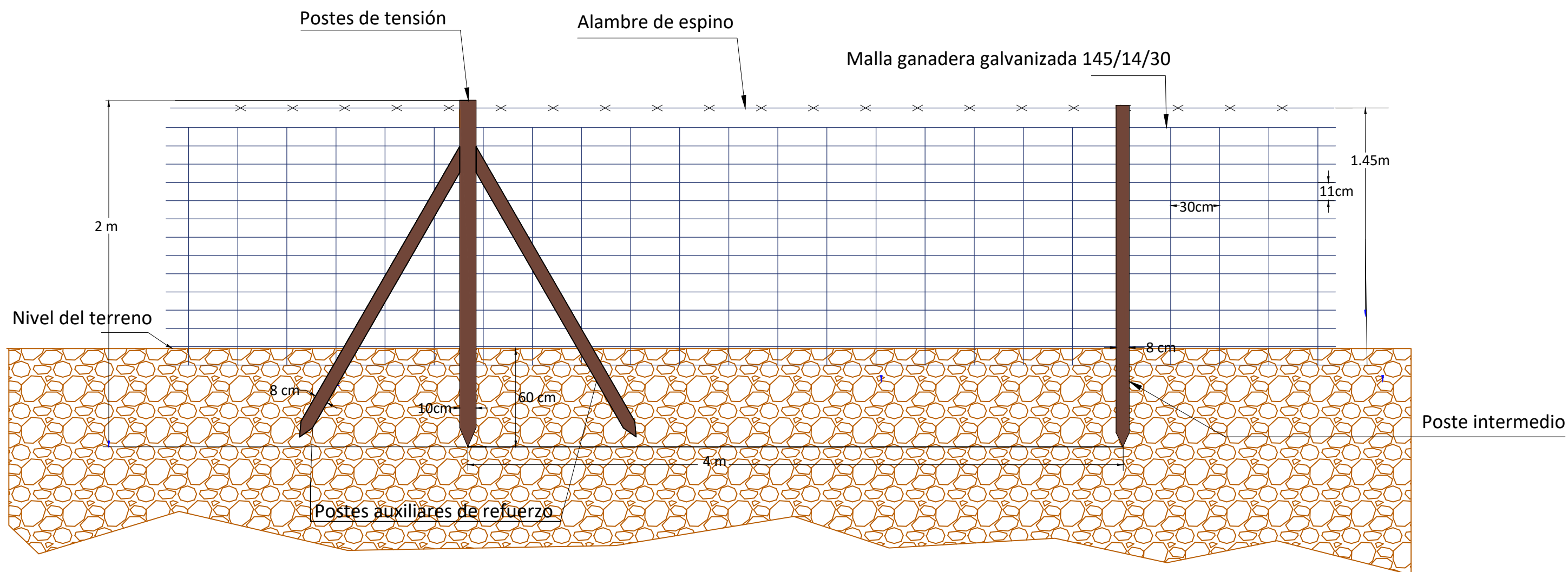
TÍTULO DEL PLANO

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Forestal y
del Medio Natural

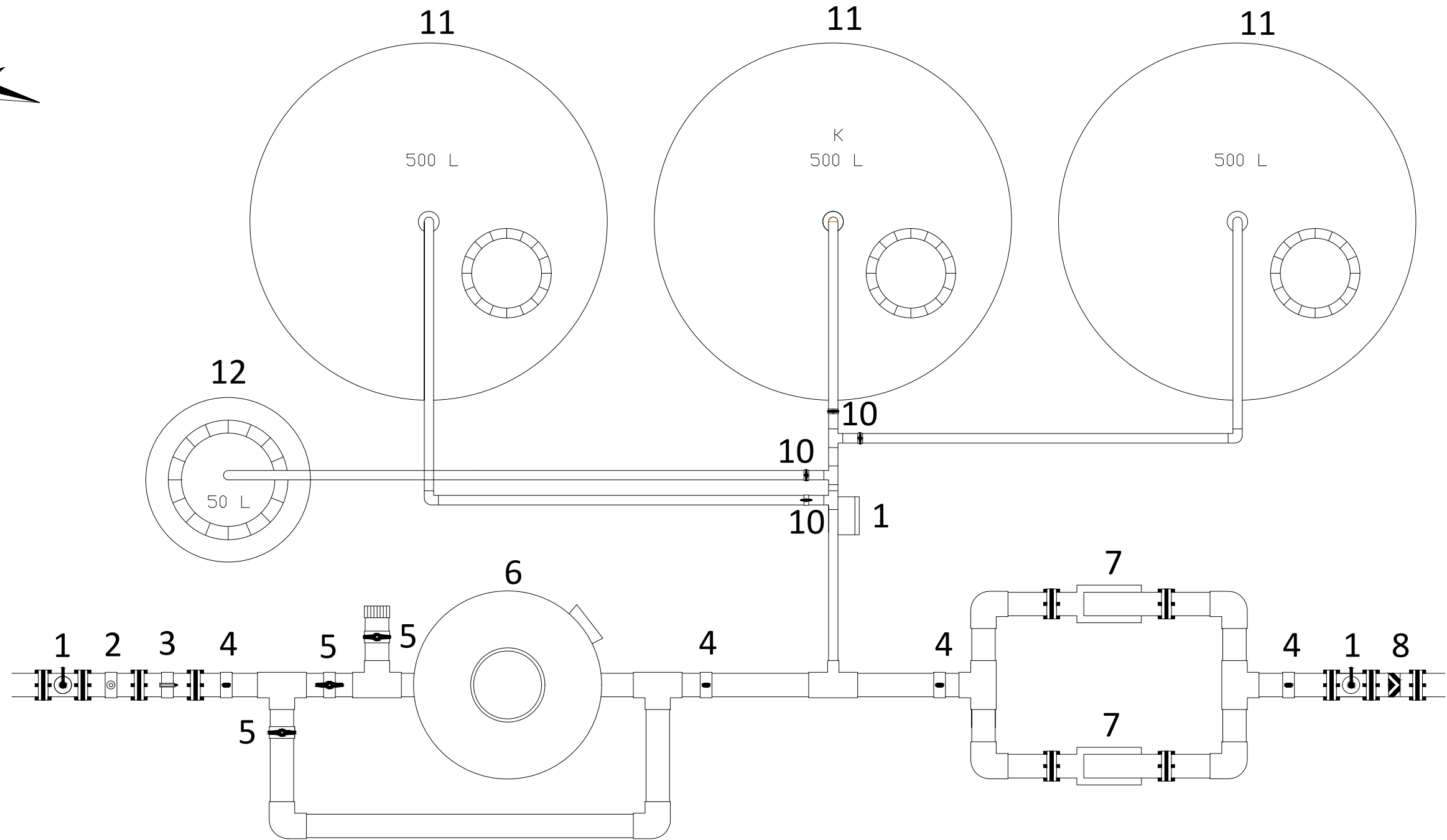
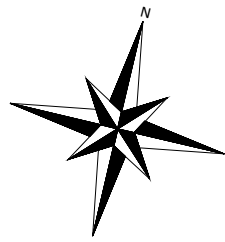
ALUMNO/A: José Antonio Morato García

FECHA: Julio 2020

FIRMA



	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)		
	PROYECTO DE PLANTACIÓN DE UN CULTIVO DE MADROÑO EN SANTIBÁÑEZ DE LA SIERRA (SALAMANCA)		
TÍTULO DEL PROYECTO _____			
Pedro Vivas Sánchez PROMOTOR _____	1:25 ESCALA _____	nº 8 Nº PLANO _____	
DETALLE CERRAMIENTO PERIMETRAL TÍTULO DEL PLANO _____		TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural ALUMNO/A: José Antonio Morato García FECHA: Julio 2020 FIRMA _____	



COMPONENTES CABEZAL DE RIEGO

- 1 - Llave de paso general
- 2 - Válvula de ventosa
- 3 - Caudalímetro
- 4 - Manómetro
- 5 - Llave de paso
- 6 - Filtro de arena 400 mm diámetro
- 7 - Filtro de discos
- 8 - Regulador de presión
- 9 - Bomba inyectora fertilizantes
- 10 - Electroválvulas
- 11 - Depósitos fertilizantes
- 12 - Déposito auxiliar para aplicaciones puntuales



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



PROYECTO DE PLANTACIÓN DE UN CULTIVO DE MADROÑO
EN SANTIBÁÑEZ DE LA SIERRA (SALAMANCA)

TÍTULO DEL PROYECTO

Pedro Vivas Sánchez

PROMOTOR

1:50

ESCALA

nº 9

Nº PLANO

Cabezal de riego

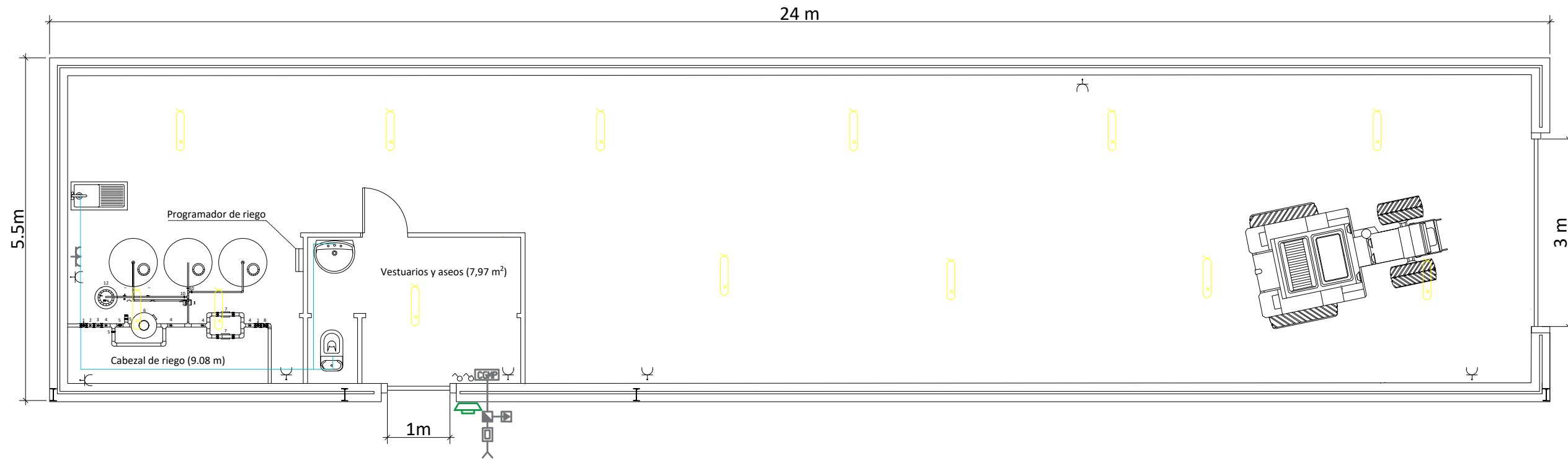
TÍTULO DEL PLANO

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural










ALUMNO/A: José Antonio Morato García

FECHA: Julio 2020


FIRMA



COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD

-  Caja general de protección
-  Cuadro de contador
-  Arqueta de puesta a tierra
-  Caja general de mando y protección
-  Interruptor inupolar
-  Enchufe de 16A
-  Toma de corriente trifásica
-  Luminaria fluorescente
-  Luminaria de vapor de mercurio

COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN DE FONTANERÍA

-  Tubería multicapa (PEX/AL/PEX) de 16 mm



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



PROYECTO DE PLANTACIÓN DE UN CULTIVO DE MADROÑO
EN SANTIBÁÑEZ DE LA SIERRA (SALAMANCA)

TÍTULO DEL PROYECTO

Pedro Vivas Sánchez

PROMOTOR

1:75

ESCALA

nº 10

Nº PLANO

Detalle Instalación y mejoras Nave- almacén.
 Instalación de electricidad y fontanería

TÍTULO DEL PLANO

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

ALUMNO/A: José Antonio Morato García

FECHA: Julio 2020

FIRMA

**DOCUMENTO N° 4:
PLIEGO DE
PRESCRIPCIONES
TÉCNICAS**

Índice Pliego de condiciones

Capítulo 1: Disposiciones generales	6
Artículo 1: Obras objeto del presente proyecto	6
Artículo 2: Obras accesorias no especificadas en el Pliego	6
Artículo 3: Documentos que definen las obras	6
Artículo 4: Compatibilidad y relación entre los documentos	7
Artículo 5: Director de la obra	7
Artículo 6: Disposiciones a tener en cuenta	7
Capítulo 2: Condiciones de índole técnica	7
Epígrafe 1: Nave almacén	7
Artículo 7: Calidad de los materiales.....	7
Artículo 8: Materiales no consignados en proyecto	8
Artículo 9: División interior panel sandwich	8
Artículo 10: Carpintería metálica.....	9
Artículo 11: Fontanería	10
Artículo 12: Aparatos sanitarios	12
Artículo 13: Instalación eléctrica de baja tensión.....	14
Artículo 14: Instalación de puesta a tierra	17
Artículo 15: Obras o instalaciones no especificadas	19
Epígrafe 2: Condiciones técnicas de la plantación	19
Artículo 16: Técnicas de cultivo	20
Artículo 17: Labores preparatorias del terreno	20
Artículo 18: Características de la maquinaria	20
Artículo 19: Mantenimiento y conservación de la maquinaria.....	20
Artículo 20: Combustible	21
Artículo 21: Tiempo de utilización maquinaria	21
Artículo 22: Medidas de seguridad.....	21
Artículo 23: Maquinaria no expresada.....	21
Artículo 24: Material vegetal.....	22
Artículo 25: Replanteo y marcado.....	22

Artículo 26: Plantación	22
Artículo 27: Reposición de marras	22
Artículo 28: Técnicas de cultivo	23
Artículo 28.1: Poda	23
Artículo 28.2: Riego	23
Artículo 28.3: Abonado de mantenimiento	23
Artículo 28.4: Mantenimiento del suelo	24
Artículo 28.5: Defensa fitosanitaria	24
Epígrafe 3: Instalación de riego	25
Artículo 29: Tuberías de PVC	25
Artículo 30: Tuberías de PE	25
Artículo 31: Acoples y juntas	26
Artículo 32: Piezas de conexión	26
Artículo 33: Instalación de tuberías	26
Artículo 34: Válvulas de compuerta	26
Artículo 35: Grupo de bombeo	26
Artículo 37: Emisores	27
Artículo 38: Cabezal de riego	27
Artículo 39: Puesta a punto y de la instalación	28
Artículo 40: Uniformidad del riego	28
Artículo 41: Comprobación de la instalación	28
Artículo 42: Manejo de la instalación	28
Artículo 43: Mano de obra	29
Capítulo 3: Condiciones de índole facultativa	29
Epígrafe 1: Obligaciones y derechos del contratista	29
Artículo 44: Remisión de solicitud de ofertas	29
Artículo 45: Residencia del contratista	29
Artículo 46: Reclamaciones contra las órdenes del Director	29
Artículo 47: Despido por insubordinación, incapacidad y mala fe	30
Artículo 48: Copia de los documentos	30
Epígrafe 2: Trabajos, materiales y medios auxiliares	30
Artículo 49: Libro de órdenes	30

Artículo 50: Comienzo de los trabajos y plazo de ejecución.....	30
Artículo 51: Condiciones generales de ejecución de los trabajos.....	30
Artículo 52: Trabajos defectuosos.....	31
Artículo 53: Obras y vicios ocultos	31
Artículo 54: Materiales no utilizables o defectuosos.....	31
Artículo 55: Medios auxiliares	32
Epígrafe 3: Recepción y liquidación	32
Artículo 56: Recepciones provisionales	32
Artículo 57: Plazo de garantía.....	32
Artículo 58: Conservación de los trabajos recibidos provisionalmente	33
Artículo 59: Recepción definitiva.....	33
Artículo 60: Liquidación final	33
Artículo 61: Liquidación en caso de rescisión	34
Epígrafe 4: Facultades de la dirección de obras	34
Artículo 62: Facultades de la dirección de obra.....	34
Capítulo 4: Condiciones de índole económica	34
Epígrafe 1: Base fundamental.....	34
Artículo 63: Base fundamental	34
Epígrafe 2: Garantías de cumplimiento y fianzas	34
Artículo 64: Garantías	34
Artículo 65: Finanzas	35
Artículo 66: Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza.....	35
Artículo 67: Devolución de la fianza	35
Epígrafe 3: Precios y revisiones.....	35
Artículo 68: Precios contradictorios.....	35
Artículo 69: Reclamaciones de aumento de precios	36
Artículo 70: Revisión de precios.....	36
Artículo 71: Elementos comprendidos en el presupuesto.....	37
Epígrafe 4: Valoración y abono de los trabajos.....	37
Artículo 72: Valoración de la obra	37
Artículo 73: Medidas parciales y finales	37
Artículo 74: Equivocaciones en el presupuesto.....	38

Artículo 75: Valoración de obras incompletas	38
Artículo 76: Carácter provisional de las liquidaciones parciales	38
Artículo 77: Pagos	38
Artículo 78: Suspensión por retraso de pagos	38
Artículo 79: Indemnización por retraso de los trabajos.....	38
Artículo 80: Indemnización por daños de causa mayor al contratista	39
Epígrafe 5: Varios	39
Artículo 81: Mejoras de obras	39
Artículo 82: Seguro de los trabajos	39
Capítulo 5: Condiciones de índole legal	40
Artículo 83: Jurisdicción	40
Artículo 84: Accidentes de trabajo y daños a terceros.....	41
Artículo 85: Pago de arbitrios.....	41
Artículo 86: Causas de rescisión del contrato	41

Capítulo 1: Disposiciones generales

Artículo 1: Obras objeto del presente proyecto

Se considerarán sujetas a las condiciones de este pliego todas las obras cuyas características, planos y presupuestos se adjuntan en las partes correspondientes del presente proyecto, así como todas las obras necesarias para dejar completamente terminados las instalaciones con arreglo a los planos y documentos adjuntos.

Se entiende por obras accesorias aquellas que por su naturaleza no pueden ser previstas en todos sus detalles, sino a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Las obras accesorias se construirán según se vaya conociendo su necesidad. Cuando su importancia lo exija, se construirán sobre la base de los proyectos particulares que se redacten. En los casos de menor importancia se llevarán a cabo conforme a la propuesta que formule el ingeniero director de la obra.

Artículo 2: Obras accesorias no especificadas en el Pliego

Si en el transcurso de los trabajos se hiciese necesario ejecutar cualquier clase de obras o instalaciones que no se encuentren descritas en este pliego de condiciones, el adjudicatario estará obligado a realizarlas con estricta sujeción a las órdenes que, al efecto, reciba del ingeniero director de la obra, y, en cualquier caso, con arreglo a las reglas del buen arte constructivo.

El ingeniero director de la obra tendrá plenas atribuciones para sancionar la idoneidad de los sistemas empleados, los cuales serán expuestos para su aprobación de forma que, a su juicio, las obras o instalaciones que resulten defectuosas total o parcialmente, deberán ser demolidas, desmontadas o recibidas en su totalidad o en parte, sin que ello de derecho a ningún tipo de reclamación por parte del adjudicatario.

Artículo 3: Documentos que definen las obras

Los documentos que definen las obras y que la propiedad entrega al contratista, pueden tener carácter contractual o meramente informativo. Son documentos contractuales los planos, el pliego de condiciones, y presupuesto parcial y total, que se incluyen en el presente proyecto. Los datos incluidos en la Memoria y Anejos, así como la Justificación de Precios, tienen carácter meramente informativo.

Cualquier cambio en el planteamiento de la obra que implique un cambio sustancial respecto de lo proyectado, deberá ponerse en conocimiento de la dirección técnica para que lo apruebe, si procede, y redacte el oportuno proyecto reformado.

Artículo 4: Compatibilidad y relación entre los documentos

En caso de contradicción entre Planos y Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en este último documento. Lo mencionado en los Planos y omitido en el Pliego de Condiciones o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos.

Artículo 5: Director de la obra

La propiedad nombrará en su representación a un graduado en ingeniería forestal, en quien recaerán las labores de dirección, control y vigilancia de las obras de presente proyecto. El contratista proporcionará toda clase de facilidades para que el ingeniero director, o sus subalternos, puedan llevar a cabo su trabajo con el máximo de eficacia.

No será responsable ante la propiedad de la tardanza de los organismos competentes en la tramitación del proyecto. La tramitación es ajena al ingeniero director, quien, una vez conseguidos todos los permisos, dará la orden de comenzar la obra.

Artículo 6: Disposiciones a tener en cuenta

- Real Decreto Legislativo 3/2011 de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Pliegos de Prescripciones Técnicas Generales vigente del Ministerio de Fomento. Normas básicas (NBE) y Tecnológicas de la Edificación (NTE). Métodos y Normas de Ensayo de Laboratorio Central del M.O.P.U.
- Reglamento Electrónico de alta y baja tensión y normas MIBT complementarias.
- Reglamento sobre recipientes y aparatos de presión.

Capítulo 2: Condiciones de índole técnica

Epígrafe 1: Nave almacén

Artículo 7: Calidad de los materiales

Todos los materiales a emplear serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a cada uno de ellos.

Los productos de construcción que se incorporen con carácter permanente a los edificios, en función de su uso previsto, llevarán el marcado CE, de conformidad con la Directiva 89/106/CEE de productos de construcción, transpuesta por el Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, modificado por el Real Decreto 1329/1995, de 28 de julio, y disposiciones de desarrollo, u otras Directivas Europeas que les sean de aplicación

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

Artículo 8: 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 9: División interior panel sandwich

La división del interior de la nave se hará con panel sándwich de 30 mm de espesor y compuesto de dos chapas de acero galvanizado, prelacado y perfilado que encierran un núcleo aislante de espuma rígida de poliuretano inyectado de 40 kg/m³.

Control y aceptación del material

Para cada partida, deberá comprobarse, mediante la documentación facilitada y el etiquetado, que el material recibido cumple la normativa vigente (UNE-EN 14509:2007/AC:2009) en cuanto a tolerancias dimensionales, durabilidad, aislamiento y reacción frente al fuego.

Se comprobará además, que corresponde a la clase y características especificadas en el Proyecto en lo referente a:

- Denominación comercial y aplicación final de uso.
- Espesores
- Unidades y dimensiones, durabilidad, transmitancia térmica, etc.
- Acabados.

Apilado y manipulación en obra

Los paneles, una vez recibidos en obra, deben mantenerse sin desembalar hasta su puesta en obra, sin quitar ni plásticos ni flejes, pues podrían arquearse los paneles.

A la hora de desembalar los paneles, deberá hacerse de tal manera que las caras

exteriores lacadas no se deterioren. Para ello se evitará que un panel deslice sobre otro.

Todos los elementos auxiliares y de fijación deben almacenarse en lugares protegidos y no desembalarlos hasta su uso.

Fijación de los paneles

La fijación de los paneles a la estructura se realizará mediante las sujeciones aconsejadas por el fabricante y específicas para estructuras metálicas.

Las fijaciones estarán en la zona superior de los nervios, y llevarán arandelas de estanqueidad.

Artículo 10: Carpintería metálica

Puertas realizadas con perfiles de aluminio, con protección de 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.

Control y aceptación

- El nombre del fabricante o marca comercial del producto.
- Ensayos (según normas UNE):
 - Medidas y tolerancias. (Inercia del perfil).
 - Espesor del recubrimiento anódico.
 - Calidad del sellado del recubrimiento anódico.
- El suministrador acreditará la vigencia de la Certificación de Conformidad de los perfiles con los requisitos reglamentarios.
- Inercia de los perfiles (podrá atenerse a lo especificado en la norma NTE- FCL).
- Marca de Calidad EWAA/EURAS de película anódica.
- Distintivo de calidad (Sello INCE).
- 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.

Fases 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.

Artículo 11: Fontanería

Instalación de agua fría en red de suministro y distribución interior de edificios, desde la toma de la red en el cabezal de riego hasta las griferías, ambos inclusive.

Productos constituyentes

Genéricamente la instalación contará con:

- Acometida.
- Contador general y/o contadores divisionarios.
- Tubos y accesorios de la instalación interior general y particular. El material utilizado podrá ser cobre, acero galvanizado y polietileno.
- Llaves: llaves de toma, de registro y de paso.
- Grifería.

En algunos casos la instalación incluirá:

- Válvulas: válvulas de retención, válvulas flotador
- Otros componentes: antiarriete, deposito acumulador, grupo de presión, descalcificadores, y desionizadores.

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.

- Identificación, marcado y diámetros.
- Distintivos.
- Ensayos (según normas UNE): aspecto, medidas y tolerancias

Preparación

- Se comprobará que todos los elementos de la instalación de agua fría y caliente, 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.
- Al marcar los tendidos de la instalación, se tendrá en cuenta la separación mínima de 30 cm entre la instalación de fontanería y cualquier otro tendido (eléctrico, telefónico). Al igual que evitar que los conductos de agua fría no se vean afectados por focos de calor, y si discurren paralelos a los de agua caliente, situarlos por debajo de estos y a una distancia mínima de 4 cm.

Fases de ejecución

- El ramal de acometida, con su llave de toma colocada sobre la tubería de red de distribución, será único, derivándose a partir del tubo de alimentación los distribuidores necesarios, según el esquema de montaje. Dicha acometida deberá estar en una cámara impermeabilizada de fácil acceso, y disponer además de la llave de toma, de una llave de registro, situada en la acometida, y una llave de paso en la unión de la acometida con el tubo de alimentación.
- El contador general se situará lo más próximo a la llave de paso, en un armario conjuntamente con la llave de paso, la llave de contador y válvula de retención. En casos excepcionales se situará en una cámara bajo el nivel del suelo.
- La holgura entre tuberías y de éstas con los paramentos no será inferior a 3 cm. En la instalación de agua caliente, las tuberías estarán diseñadas de forma que la pérdida de carga en tramos rectos sea inferior a 40 milicalorías por minuto sin sobrepasar 2 m/s en tuberías enterradas o galerías. Se aislará la tubería con coquillas de espumas elastoméricas en los casos que proceda, y se instalarán de forma que se permita su libre dilatación con fijaciones elásticas.
- Las tuberías de la instalación procurarán seguir un trazado de aspecto limpio y ordenado por zonas accesibles para facilitar su reparación y mantenimiento, dispuestas de forma paralela o a escuadra con los elementos estructurales del edificio o con tres ejes perpendiculares entre si, que permita así evitar puntos de acumulación de aire.
- La colocación de la red de distribución de A.C.S. se hará siempre con pendientes que eviten la formación de bolsas de aire.
- Para todos los conductos se realizarán las rozas cuando sean empotrados para

posteriormente fijar los tubos con pastas de cemento o yeso, o se sujetarán y fijarán los conductos vistos, todo ello de forma que se garantice un nivel de aislamiento al ruido de 35 dB.

- Una vez realizada toda la instalación se interconectarán hidráulica y eléctricamente todos los elementos que la forman, y se montarán los elementos de control, regulación y accesorios.
- En el caso de existencia de grupo de elevación, el equipo de presión se situará en planta sótano o baja, y su recipiente auxiliar tendrá un volumen tal que no produzca paradas y puestas en marcha demasiado frecuentes.

Acabados

- Una vez terminada la ejecución, las redes de distribución deben ser limpiadas internamente antes de realizar las pruebas de servicio, para eliminar polvo, cascarillas, aceites y cualquier otro elemento extraño. Posteriormente se hará pasar una solución acuosa con producto detergente y dispersantes orgánicos compatibles con los materiales empleados en el circuito. Posteriormente se enjuagará con agua procedente del dispositivo de alimentación.
- En el caso de A.C.S. se medirá el pH del agua, repitiendo la operación de limpieza y enjuague hasta que este sea mayor de 7.5.

Artículo 12: Aparatos sanitarios

Elementos de servicio de distintas formas, materiales y acabados para la higiene y limpieza. Cuentan con suministro de agua fría mediante grifería y están conectados a la red de saneamiento.

Productos constituyentes

- Lavabos e inodoros colocados de diferentes maneras, e incluidos los sistemas de fijación utilizados para garantizar su estabilidad contra el vuelco, y su resistencia necesaria a cargas estáticas.
- Estos a su vez podrán ser de diferentes materiales: porcelana, porcelana vitrificada, acrílicos, fundición, chapa de acero esmaltada...

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.

- Identificación, tipos y características.
- Verificar las especificaciones de proyecto, la no-existencia de manchas, bordes desportillados, falta de esmalte, ni otros defectos en las superficies lisas, y que presentan un color uniforme y una textura lisa en toda su superficie.
- Comprobar que llevan incorporada la marca del fabricante, y que esta será visible aún después de la colocación del aparato.
- Distintivos: marca AENOR y/o homologación MICT.

Preparación

- Se preparará el soporte, y se ejecutarán las instalaciones de agua fría- caliente y saneamiento, como previos a la colocación de los aparatos sanitarios y posterior colocación de griferías.
- Se mantendrá la protección o se protegerán los aparatos sanitarios para no dañarlos durante el montaje.
- Se comprobará que la colocación y el espacio de todos los aparatos sanitarios coinciden con el proyecto, y se procederá al marcado por Instalador autorizado de dicha ubicación y sus sistemas de sujeción.

Fases de ejecución

- Los aparatos sanitarios se fijarán al soporte horizontal o vertical con las fijaciones suministradas por el fabricante, y dichas uniones se sellarán con silicona neutra o pasta selladora, al igual que las juntas de unión con la grifería.
- Los aparatos metálicos, tendrán instalada la toma de tierra con cable de cobre desnudo, para la conexión equipotencial eléctrica.
- Las válvulas de desagüe se solaparán a los aparatos sanitarios interponiendo doble anillo de caucho o neopreno para asegurar la estanquidad.
- Los aparatos sanitarios que se alimentan de la distribución de agua, esta deberá verter libremente a una distancia mínima de 20 mm por encima del borde superior de la cubeta, o del nivel máximo del rebosadero
- Los mecanismos de alimentación de cisternas, que conlleven un tubo de vertido hasta la parte inferior del depósito, deberán incorporar un orificio antisifón u otro dispositivo eficaz antiretorno.
- Una vez montados los aparatos sanitarios, se montarán sus griferías y se conectarán con la instalación de fontanería y con la red de saneamiento.

Acabados

- Todos los aparatos sanitarios quedarán nivelados en ambas direcciones en la

posición prevista y fijados solidariamente a sus elementos soporte.

- Quedará garantizada la estanquidad de las conexiones, con el conducto de evacuación.
- Los grifos quedarán ajustados mediante roscas (junta de aprieto).
- El nivel definitivo de la bañera será en correcto para el alicatado, y la holgura entre revestimiento- bañera no será superior a 1,5 mm, que se sellará con silicona neutra.

Artículo 13: Instalación eléctrica de 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.

Productos constituyentes

Genéricamente la instalación contará con:

- Acometida: caja general de protección (CGP).
- Contador.
- Derivación individual: conductores unipolares en el interior de tubos (montaje superficial o empotrados), canalizaciones prefabricadas, y conductores aislados de cobre con cubierta metálica en montaje superficial.
- Cuadro general de distribución: interruptores diferenciales, interruptor magnetotérmico general automático de corte omnipolar e interruptores magnetotérmicos de protección bipolar.
- Interruptor de control de potencia.
- Instalación interior: circuitos, puntos de luz y tomas de corriente.
- Otros: regletas de la instalación como cajas de derivación, interruptores, conmutadores, bases de enchufe, pulsadores y zumbadores.

En algunos casos la instalación incluirá:

- Grupo electrógeno.
- SAI (Sistema de alimentación ininterrumpida).

Control y aceptación

- 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: tipo homologado por el MIET.
- Cuadros generales de distribución
 - Tipos homologados por el MIET.
 - El instalador posee 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.
- Resto de componentes
 - Documentación del fabricante.
 - Normativa si la hubiere.
 - Especificaciones del proyecto e indicaciones de la Dirección Facultativa durante la ejecución de las obras.

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 marcarán, por Instalador autorizado y en presencia de la Dirección Facultativa, los diversos componentes de la instalación como tomas de corriente, puntos de luz, canalizaciones, y 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 Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) y normas particulares de la compañía suministradora.

Fases 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.

- Se colocará un conducto de 100 mm desde la parte superior del nicho, hasta la parte inferior de la primera planta para poder realizar alimentaciones provisionales en caso de averías.
- 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 contador, será de material no inflamable, no estará atravesado por conducciones de otras instalaciones que no sean eléctricas. 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 realizará a través de canaladuras empotradas o adosadas o bien directamente empotradas, disponiéndose los tubos como máximo en dos filas superpuestas, manteniendo distancia entre ejes de tubos de 5 cm como mínimo. 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, que si es empotrada se realizarán, rozas siguiendo un recorrido horizontal y vertical y en el interior de las mismas se alojarán los tubos de aislante flexible. Se colocarán registros con una distancia máxima de 15 m. Las rozas verticales se separarán de los cercos y premarcos al menos 20 cm y cuando se dispongan rozas por dos caras de paramento la distancia entre dos paralelas será como mínimo de 50 cm, y su profundidad de 4 cm para ladrillo macizo y 1 canuto para hueco, y el ancho no será superior a dos veces su profundidad. Las cajas de derivación quedarán a una distancia de

20 cm del techo. El tubo aislante penetrará 0,5 cm en las cajas donde se realizará la conexión de los cables (introducidos estos con ayuda de pasahilos) mediante bornes o dedales aislantes. Las tapas de las cajas de derivación quedarán adosadas al paramento.

- Si el montaje fuera superficial, el recorrido de los tubos será 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

- Las rozas quedarán cubiertas de mortero o yeso, y enrasadas con el resto de la pared.
- 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.

Artículo 14: Instalación de puesta a tierra

Instalación que comprende toda la ligazón metálica directa sin fusible ni protección alguna, de sección suficiente, entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo, o grupo de electrodos, enterrados en el suelo, con objeto de conseguir que entre el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no existan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de fuga o la de descarga de origen atmosférico.

Productos constituyentes

- Tomas de tierra
 - Electrodo de metales inalterables a la humedad y a la acción química del terreno, tal como el cobre, el acero galvanizado o sin galvanizar con protección catódica, o fundición de hierro. Los conductores serán de cobre rígido desnudo, de acero galvanizado, u otro metal con alto punto de fusión.
 - Electrodo simples, constituidos por barras, tubos, placas, cables, o pletinas
 - Anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos indicados anteriormente o por combinación de ellos.
 - Líneas de enlace con tierra, con conductor desnudo enterrado en el suelo.

- Punto de puesta a tierra.
- Arquetas de conexión
 - Línea principal de tierra, aislado el conductor con tubos de PVC rígido o flexible.
 - Derivaciones de la línea principal de tierra, aislado el conductor con tubos de PVC rígido o flexible.
 - Conductor de protección.

Control y aceptación

- Identificación, según especificaciones de proyecto.
 - Distintivo de calidad: marca de calidad AENOR homologada por el Ministerio de Fomento para materiales y equipos eléctricos.
 - El resto de componentes de la instalación deberán recibirse en obra conforme a: la documentación del fabricante, la normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la dirección facultativa durante la ejecución de las obras.
- El soporte
 - El soporte de la instalación de puesta a tierra de un edificio será por una parte el terreno, ya sea el lecho del fondo de las zanjas de cimentación a una profundidad no menor de 80 cm, o bien el terreno propiamente dicho donde se hincarán picas, placas, etc.
 - El soporte para el resto de la instalación sobre nivel de rasante, líneas principales de tierra y conductores de protección, serán los paramentos verticales u horizontales totalmente acabados o a falta de revestimiento, sobre los que se colocarán los conductores en montaje superficial o empotrados, aislados con tubos de PVC rígido o flexible respectivamente.

Fases de ejecución

- Al iniciarse las obras de cimentación del edificio se pondrá en el fondo de la zanja, a una profundidad no inferior a 80 cm, el cable conductor, formando un anillo cerrado exterior al perímetro del edificio, al que se conectarán los electrodo, hasta conseguir un valor mínimo de resistencia a tierra.
- Una serie de conducciones enterradas, unirá todas las conexiones de puesta tierra situadas en el interior del edificio. Estos conductores irán conectados por ambos extremos al anillo y la separación entre dos de estos conductores no será inferior a 4 m.
- Para la ejecución de los electrodos, en el caso de que se trate de elementos longitudinales hincados (picas) verticalmente, se realizará excavaciones para

alojar las arquetas de conexión, se preparará la pica montando la punta de penetración y la cabeza protectora, se introducirá el primer tramo manteniendo verticalmente la pica con una llave, mientras se compruebe la verticalidad de la plomada, paralelamente se golpeará con una maza, enterrado el primer tramo de pica, se quitará la cabeza protectora y se enrosca el segundo tramo, enroscando de nuevo la cabeza protectora se vuelve a golpear; cada vez que se introduzca un nuevo tramo se medirá la resistencia a tierra. A continuación se debe soldar o fijar el collar de protección y una vez acabado el pozo de inspección se realizará la conexión del conductor de tierra con la pica.

- Si los electrodos fueran elementos superficiales colocados verticalmente en el terreno, se realizará un hoyo y se colocará la placa verticalmente, con su arista superior a 50 cm como mínimo de la superficie del terreno, se recubrirá totalmente de tierra arcillosa y se regará, se realizará el pozo de inspección y la conexión entre la placa y el conductor de tierra con soldadura aluminotérmica.
- Se ejecutarán las arquetas registrables en cuyo interior alojarán los puntos de puesta a tierra al que se suelda en un extremo la línea de enlace con tierra y en el otro la línea principal de tierra, mediante soldadura. La puesta a tierra se ejecutará sobre apoyos de material aislante.
- La línea principal se ejecutará empotrada o en montaje superficial, aisladas con tubos de PVC, y las derivaciones de puesta a tierra con conducto empotrado aislado con PVC flexible, sus recorridos serán lo más cortos posibles y sin cambios bruscos de dirección y las conexiones de los conductores de tierra serán realizadas mediante dispositivos, con tornillos de aprieto u otros elementos de presión o con soldadura de alto punto de fusión.

Acabados

- Para garantizar una continua y correcta conexión, los contactos deben quedar dispuestos limpios y sin humedad, y se protegerán con envolventes o pastas.
- Las rozas quedarán cubiertas de mortero o yeso, y enrasadas con el resto de la pared.

Artículo 15: Obras o instalaciones no especificadas

Si durante los trabajos fuera necesario ejecutar alguna clase de obra no regulada en el presente Pliego de Condiciones, el Contratista queda obligado a ejecutarla con arreglo a las instrucciones que reciba del Ingeniero Director quien, a su vez, cumplirá la normativa vigente sobre el particular. El Contratista no tendrá derecho a reclamación alguna.

Epígrafe 2: Condiciones técnicas de la plantación

Artículo 16: Técnicas de cultivo

El pliego que se adjunta incluye las condiciones que se han de seguir en la explotación agrícola de la finca objeto del presente proyecto, sita en el término municipal de Santibáñez de la Sierra (Salamanca).

Todas las labores se realizarán en la época que queda especificada en los cuadros de cultivo, Memoria y Anejos correspondientes, con la maquinaria y aperos que se señalan y con las condiciones allí descritas.

El encargado jefe de la explotación queda facultado para introducir aquellas variaciones que estime convenientes, aunque sin modificar los principios fundamentales y los objetivos que deben regir la explotación.

Artículo 17: Labores preparatorias del terreno

Como labores preparatorias a la plantación, se realizarán, según lo dispuesto en el Anejo VII: Ingeniería del proceso, un gradeo, un subsolado, una enmienda orgánica, una labor de vertedera y una labor con cultivador.

Artículo 18: Características de la maquinaria

Las características que debe cumplir la maquinaria a utilizar en la explotación serán indicadas en el Anexo VII. Ingeniería del proceso.

Si estas máquinas no se encontrasen en el momento en el mercado, podrán ser sustituidas por otras de características similares. La tracción y la maquinaria utilizada en la implantación del cultivo serán alquiladas en su gran mayoría y sólo las propias aquellas destinadas al mantenimiento del cultivo.

Artículo 19: Mantenimiento y conservación de la maquinaria

Las piezas y mecanismos que así lo pudieran requerir deberán engrasarse para mantener la maquinaria en óptimas condiciones para el trabajo, evitando de esta forma los desgastes extras que ésta pudiera sufrir.

Cada maquinaria y equipo deberá emplearse en los trabajos que exigen sus características y no utilizarse en trabajos que no les sean especificados

Se mantendrá la maquinaria en perfecto uso, empleándose los días de lluvia o reposo para efectuar revisiones cuidadosas. Las piezas delicadas de la maquinaria se protegerán, cuando no se utilicen, de la humedad, del polvo y de otros agentes nocivos.

Después de la utilización de las distintas máquinas al final de la temporada, se les hará una revisión completa, dejándolas en perfecto estado para su posterior utilización. Se llevará también un fichero de las distintas averías y de los repuestos para poder seguir así su vida útil.

Las averías de la maquinaria alquilada correrán a cargo del propietario de la misma y se deberá disponer en la explotación de las piezas de reposición más frecuentes para poder ser utilizadas con rapidez y subsanar la avería correspondiente en la máquina; igualmente habrá que disponer herramientas auxiliares propicias y necesarias para la colocación de la pieza averiada.

Toda la maquinaria estará guarecida dentro de la nave almacén y permanecerá el tiempo mínimo a la intemperie, impidiéndose de esta manera que pueda sufrir la influencia negativa de los agentes atmosféricos que pudieran perjudicar el buen estado de la misma.

Artículo 20: Combustible

El combustible utilizado será, de conformidad con las normas, gasóleo de uso agrícola.

El almacenamiento de combustibles, productos lubricantes y otros carburantes, se llevará a cabo de forma que se garantice la máxima seguridad para edificios y personas. Los recipientes serán estancos, sin posibilidad de entrada de agua u otras impurezas.

Artículo 21: Tiempo de utilización maquinaria

El número de horas de empleo de cada una de las distintas máquinas serán las que aparezcan desglosadas en el Anexo VII correspondiente a los elementos de trabajo, no debiéndose utilizar en número superior a las mismas, ni ser utilizadas en operaciones externas que no hayan sido convenientemente estimadas en el Proyecto sin que tengan el previo consentimiento del Ingeniero director.

Artículo 22: Medidas de seguridad

Todos y cada uno de los operarios que trabajen con la maquinaria lo harán con las máximas garantías de cumplimiento de la Normativa vigente sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo, durante el manejo de la misma. Del mismo modo la maquinaria dispondrá de todos los dispositivos de seguridad que fuesen o se estimasen necesarios para deducir al máximo el riesgo de posibles incidentes y concretados de acuerdo con la Inspección de Trabajo.

Artículo 23: Maquinaria no expresada

Si por cualquier circunstancia fuese necesaria la modificación de la maquinaria que se expresa en el Anejo correspondiente, el Director de la explotación estará facultado para la introducción de las variantes necesarias, siempre que las innovaciones estén de acuerdo con el trabajo que deberán llevar a cabo y dentro de los límites económicos propuestos y presupuestados en el Proyecto.

Artículo 24: Material vegetal

Las plantas a utilizar deberán tener dos años de edad y suministrarse en macetas de al menos 120 cc. La especie, variedades y la cantidad de cada una de ellas serán las recogidas en el Anexo VII: Ingeniería del proceso, ya que son las más adecuadas para las condiciones climáticas y edáficas existentes.

En el momento de su recepción, las plantas deberán estar identificadas con el nombre de la especie y el cultivar. Además, deberán llevar incluida información sobre la edad u otros datos que sean necesarios. La casa suministradora debe garantizar que el producto se corresponde con las características que se señalan en la etiqueta identificativa.

En toda factura, además de las características anteriormente señaladas, se deberá incluir el número de registro sanitario que certifique que las plantas no han tenido tratamientos fitosanitarios y son aptas para agricultura ecológica.

A la llegada del material vegetal, se comprobará el buen estado de las plantas, tanto en la parte aérea como en el sistema radicular. Se rechazarán aquellas plantas que presenten heridas en su base, signos de plagas o enfermedades que puedan resultar muy perjudiciales, o un sistema radicular deficiente.

Para la reposición de marras, la planta repuesta deberá ser de características idénticas a la planta suprimida.

Artículo 25: Replanteo y marqueo

El replanteo se realizará de la manera y con los utensilios especificados en el Anexo VII y según el Plano nº5.

Artículo 26: Plantación

La operación de plantación se llevará a cabo manualmente una vez terminadas todas las labores preparatorias. Las plantas de las distintas variedades se ubicarán de acuerdo al Plano nº5.

Tras la plantación se deberá aportar a cada planta un mínimo de 2 L de agua como riego de plantación.

Artículo 27: Reposición de marras

Las marras existentes deben ser repuestas con plantas idénticas a las que se utilizan en la plantación. Las plantas que han fallado deben reponerse el primer año y si alguna volviese a fallar, en el segundo año también se puede reponer. Cuando la plantación tenga tres o más años, estas reposiciones ya no prosperarán ya que los individuos próximos y ya establecidos llegarían a anular la nueva planta.

Artículo 28: Técnicas de cultivo

Las técnicas de cultivo se realizarán siguiendo las normas expresadas en el Anejo VII: Ingeniería del proceso. El encargado de la explotación queda facultado para introducir las variaciones que crea oportunas en las técnicas de cultivo, siempre y cuando no afecten a los principios fundamentales de la explotación, expresados en dicho Anexo.

Artículo 28.1: Poda

La poda se llevará a cabo manualmente siguiendo las premisas recogidas en el Anexo VII.

Artículo 28.2: Riego

El riego localizado se aplicará automáticamente mediante un programador y siguiendo el calendario de riegos propuesto en el Anexo VII. Ingeniería del proceso.

No obstante, el encargado de la explotación podrá modificar dicho calendario siempre que las condiciones de humedad del suelo y la climatología así lo aconsejen.

El mantenimiento del sistema de riego se hará con anterioridad a cada campaña de riego y durante de la misma según lo indicado en el Anexo VII.

Artículo 28.3: Abonado de mantenimiento

El abonado de mantenimiento se llevará a cabo mediante fertirrigación.

Productos constituyentes

- Equipo de fertirrigación
- Fertilizantes
 - Los distintos fertilizantes químicos a utilizar en la explotación se deberán ajustar a lo dictado por la legislación de agricultura ecológica.
 - Los abonos deberán ir acompañados de las fichas técnicas y la información correspondiente a su riqueza en elementos nutritivos, tipo o clase de abono, y dirección del fabricante.
 - Todos los fertilizantes deberán estar certificados para agricultura ecológica.

Ejecución

La fertilización de mantenimiento se llevará a cabo de manera automática mediante fertirrigación y siguiendo el plano establecido en el Anexo VII.

Artículo 28.4: Mantenimiento del suelo

El mantenimiento del suelo se realizará siguiendo las premisas recogidas en el Anejo VII. Ingeniería del proceso.

Artículo 28.5: Defensa fitosanitaria

Productos fitoprotectores, bioinsecticidas y bioestimulantes

- Los productos deberán estar autorizadas por la legislación de agricultura ecológica y tener su debida certificación.
- Los productos deberán estar correctamente envasados, precintados y etiquetados, constando sobre la etiqueta el número de registro del producto, la composición y concentración del mismo y las dosis recomendadas. En las facturas deberán ir consignados todos los datos de los productos.

Ejecución

- Se seguirá el programa de control integrado de plagas establecido en el Anexo VII.
- Independientemente del grado de toxicidad de los productos a emplear, el manejo de productos fitosanitarios se ejecutará de acuerdo a las siguientes premisas:
 - Los productos deben guardarse en un lugar fresco, bien ventilado y con acceso restringido, alejado de comidas, piensos y vegetales.
 - Los productos no deben sacarse de su envase original.
 - No se debe fumar, comer o beber durante su manipulación.
 - Deben leerse las recomendaciones del fabricante y seguirse de forma precisa: precauciones a tomar durante la manipulación, dosis, forma de aplicación, etc.
 - Durante la aplicación del producto es obligatorio usar un equipo de protección que esté compuesto por:
 - Traje impermeable con mangas y pantalones largos.
 - Respirador con filtro, gafas o protector facial.
 - Guantes y botas de goma.
 - Una vez finalizado el tratamiento, el operario que lo ha llevado a cabo debe quitarse el equipo protector y limpiarlo adecuadamente. También deberá lavarse o tomar una ducha.
 - En caso de derrames accidentales, se ha esparcir sobre el vertido y en el menor tiempo posible, arena o serrín para evitar dispersiones y contaminaciones y proceder posteriormente a su limpieza.

Artículo 28.6: Recolección y comercialización

La recolección deberá ser consecuente con la forma de maduración de las distintos cultivares y su época. Se tendrá en cuenta lo especificado en el Anexo VII.

Epígrafe 3: Instalación de riego

Se llevará a cabo la instalación de un sistema de riego localizado por goteo.

Artículo 29: Tuberías de PVC

Los diámetros de tuberías que emplearemos en el proyecto son los que se indican en el Anejo correspondiente.

Las tuberías de PVC estarán fabricadas por el procedimiento de extrusión con prensas de velocidad, presión y temperaturas controladas, previstas para funcionamiento continuo. Se asegurará que la empresa constructora realiza el control de calidad de forma seria y satisfactoria.

Las superficies de los tubos para su machihembrado deberán estar limpias, lisas y pulidas; estas superficies se deberán limpiar de polvo e impurezas con un disolvente de tolueno, para asegurar un buen acoplamiento. Después de cinco minutos de secado del disolvente, se extenderá pegamento de PVC uniformemente por la boca interior del tubo hembra y el exterior del tubo macho y se procederá a insertar éste en aquel. En ningún caso se debe realizar esta operación girando un tubo sobre otro, simplemente se deslizará un tubo hacia el otro y se dejará descansar la unión sobre la arena de relleno de la zanja.

Habrá que dejar un tiempo de tres horas para asegurar el total fraguado del pegamento, antes de proceder a nuevas manipulaciones con los tubos conectados.

Se rechazarán aquellas tuberías que presenten irregularidades en la superficie o se aparten de sus medidas anunciadas por el fabricante.

Artículo 30: Tuberías de PE

El diámetro de tubería que emplearemos en el proyecto son los que se indican en el Anejo correspondiente.

Su fabricación debe de estar de acuerdo con la norma UNE 53131. El Contratista presentará al Director de obra documentos del fabricante que acrediten las características del material. Se rechazarán aquellas tuberías que presenten irregularidades en la superficie o se aparten de las medidas anunciadas por el fabricante.

Artículo 31: Acoples y juntas

Se preferirán los sistemas en que el acoplamiento sea del mismo material que los tubos. Se comprobará la estanqueidad de los acoples y juntas.

Así mismo, se hará hincapié en la buena calidad de las colas empleadas en juntas de este tipo.

Artículo 32: Piezas de conexión

El Ingeniero Director, a su criterio, podrá utilizar piezas de conexión no detalladas en el presupuesto si así lo considera conveniente. Como conexión fija se consideran los hidrantes.

Artículo 33: Instalación de tuberías

Las tuberías de PE irán en zanjas. Para enterrar las tuberías, se abrirán con una retroexcavadora, y tendrán una profundidad mínima de 70 centímetros para que no sufran ningún daño por el paso de la maquinaria durante el período de cultivo. La anchura de las zanjas rondará los 40-50 cm, en la base se pondrá una cama de tierra fina (10-12 cm) para que no haya imperfecciones y las tuberías se asienten correctamente. Después se tapan los primeros 10-12 cm, con tierra fina y el resto con la extraída anteriormente.

Una vez instaladas y colocadas las tuberías, se procederá a rellenar las zanjas en dos etapas: en la primera se cubrirán con una ligera capa de arena y tierra hasta la prueba hidráulica de instalación; en la segunda, una vez probada la instalación si no se detectan fugas, se procederá al relleno definitivo de la zanja, para lo cual se empleará el resto de la tierra, junto con los elementos más gruesos, procediendo luego a la compactación definitiva por capas de 30 cm, evitando que se formen huecos en las proximidades de las piezas.

Las tuberías laterales de PE irán sobre el terreno y en la dirección de las líneas de plantación.

Artículo 34: Válvulas de compuerta

Las válvulas de compuerta, y todos sus elementos, serán de construcción simple y robusta, fáciles de montar y usar. El cierre deberá ser progresivo, para evitar que un cierre brusco provoque golpes de ariete. Deberán ser de larga duración.

Artículo 35: Grupo de bombeo

Será capaz de suministrar el caudal a la presión que se detalla en el Anexo VIII, será de las características específicas. La casa comercial suministradora de la bomba se responsabilizará del transporte e instalación definitiva y la comprobación del buen

funcionamiento, incluso de los automatismos que lleve incorporados, según las pruebas que el Ingeniero Director estime oportunas.

Al final de cada temporada de riego la bomba se desmontará y se protegerán sus piezas principales hasta la temporada siguiente. En caso de avería de la bomba en plena temporada de riego, se comprometerá la casa suministradora a su arreglo en el plazo de 48 horas.

Artículo 37: Emisores

Los goteros a utilizar en el sistema de riego serán del tipo y categoría indicados en el Anejo VII. Ingeniería del proceso.

Deberán cumplir la norma UNE 68075:1986.

Artículo 38: Cabezal de riego

Filtros

- Cada uno de los filtros deberá tener las características mencionadas en el anejo correspondiente, e instalarse de acuerdo a los planos correspondientes.
- El filtro de arena estará formado por una cuba de poliéster o de acero inoxidable con dos bocas: una superior para la introducción de la arena filtrante, y otra inferior para su fácil vaciado cuando proceda. Deberá disponer además de las canalizaciones necesarias para que el agua circule tanto en el sentido de filtrado de la misma, como en el sentido con el que se lleva a cabo la limpieza del filtro.
- En los filtros de discos, se tendrá especial cuidado con los elementos filtrantes para evitar cualquier desperfecto en las discos, debiendo, en todo caso, repasar visualmente la superficie filtrante para constatar su buen estado. En caso de detectar algún defecto, se procederá a su reparación o a la sustitución de todo el elemento filtrante, a juicio de la Dirección de Obra.

Piezas especiales y válvulas

- Las piezas especiales (reguladores de presión, llaves de paso, etc.) y juntas de tubos resistirán los esfuerzos de cobertura o empuje exterior, como consecuencia de la presión máxima interior y del esfuerzo dinámico debido a la velocidad del agua para garantizar el buen funcionamiento del riego.
- Las válvulas a instalar al comienzo de las tuberías terciarias serán del tipo normalmente cerradas y su accionamiento será automático (electroválvulas). La apertura y el cierre deberán ser progresivos para evitar los golpes de ariete.
- Otras válvulas, como las de retención o de ventosa, se dispondrán según lo especificado en el Anexo VIII: Ingeniería de las obras.

Equipo de fertirrigación

La bomba dosificadora y los depósitos de los fertilizantes deberán tener las características que se indican en el Anexo VIII. Ingeniería de las obras.

Programador de riego.

Deberá tener las suficientes salidas para controlar las válvulas de entrada a las tuberías terciarias, el equipo de impulsión, la bomba dosificadora de los fertilizantes, y las válvulas de la tubería de aspiración de dicha bomba dosificadora.

En caso de avería del equipo en plena temporada de riego, la casa suministradora debe comprometerse a su arreglo en el plazo de 48 horas

Artículo 39: Puesta a punto y de la instalación

Antes de proceder a la instalación de cierres terminales, se limpiarán las tuberías dejando correr el agua.

Se seguirá un plan de mantenimiento recogido en el Anexo VII.

Artículo 40: Uniformidad del riego

El Ingeniero Director determinará el coeficiente de uniformidad del riego recogiendo como mínimo 10 caudales de riego de 10 ramales representativos, siendo su valor mínimo admisible del 90% en el riego por goteo.

Artículo 41: Comprobación de la instalación

Una vez colocada la instalación y realizadas las pruebas y comprobaciones anteriores, se procederá a la observación global del funcionamiento de dicha instalación. Asimismo, se comprobará la inexistencia de cavitación en las tuberías. Y se comprobara el buen funcionamiento de los sistemas de programación del riego.

Artículo 42: Manejo de la instalación

En épocas de recolección, labores mecánicas, preparación del terreno, etc. se debe tener especial cuidado con la instalación de riego, sobre todo con las tuberías laterales.

El grupo de bombeo debe contar con los elementos correspondientes: manómetro, válvulas, llaves de paso....

Durante las operaciones de riego, el manejo de válvulas y llaves de paso debe efectuarse según las recomendaciones del fabricante, poniendo especial atención en los tiempos de apertura y cierre de las mismas. Durante la parada invernal las tuberías enterradas deberán vaciarse.

Artículo 43: Mano de obra

Se cumplirán todas las disposiciones legales vigentes emanadas del Ministerio de Empleo y Seguridad Social en materia laboral y aquellas referidas a Higiene y seguridad en el trabajo.

Capítulo 3: Condiciones de índole facultativa

Epígrafe 1: Obligaciones y derechos del contratista

Artículo 44: Remisión de solicitud de ofertas

Por la dirección técnica se solicitarán ofertas a las empresas especializadas del sector para la realización de las instalaciones especificadas en el presente proyecto, para lo cual se pondrá a disposición de los ofertantes un ejemplar del citado proyecto o un extracto con los datos suficientes. En el caso de que el ofertante lo estime de interés, deberá presentar además de la mencionada, la o las soluciones que recomiende para resolver la instalación. El plazo máximo fijado para la recepción de las ofertas será de un mes.

Artículo 45: Residencia del contratista

Desde que se dé principio a las obras hasta su recepción definitiva, el contratista o un representante suyo autorizado, deberá residir en un punto próximo al de ejecución de los trabajos y no podrá ausentarse de él sin previo conocimiento del ingeniero director y notificándole expresamente, la persona que, durante su ausencia, le ha de representar en todas sus funciones. Cuando se falte a lo anteriormente prescrito, se considerarán válidas las notificaciones que se efectúen al individuo más caracterizado o de mayor categoría técnica de entre los empleados y operarios de cualquier ramo que, como dependientes de la contrata, intervengan en las obras y, en ausencia de ellos, las depositadas en la residencia, designada como oficial, de la contrata en los documentos del proyecto, aún en ausencia o negativa de recibo por parte de los dependientes de la contrata.

Artículo 46: Reclamaciones contra las órdenes del Director

Las reclamaciones que el contratista quiera hacer contra las órdenes emanadas del ingeniero director, sólo podrá presentarlas a través del mismo ante la propiedad, si ellas son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes; contra disposiciones de orden técnico o facultativo

del ingeniero director, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante expresión razonada, dirigida al ingeniero director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

Artículo 47: Despido por insubordinación, incapacidad y mala fe

Por falta de cumplimiento de las instrucciones del ingeniero director o sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las obras, por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos, el contratista tendrá la obligación de sustituir a sus dependientes y operarios cuando el ingeniero director lo reclame.

Artículo 48: Copia de los documentos

El contratista tiene el derecho a sacar copias, a su costa, de los Pliegos de Condiciones, Presupuestos y demás documentos de la contrata. El ingeniero director de la obra, si el contratista solicita estos, autorizará las copias después de contratadas las obras.

Epígrafe 2: Trabajos, materiales y medios auxiliares

Artículo 49: Libro de órdenes

En la casilla y oficina de la obra, tendrá el contratista el Libro de Órdenes, en el que se anotarán las que el ingeniero director de la obra precise dar en el trascurso de la obra.

El cumplimiento de las órdenes expresadas en dicho Libro es tan obligatorio para el contratista como las que figuran el Pliego de Condiciones.

Artículo 50: Comienzo de los trabajos y plazo de ejecución

Obligatoriamente y por escrito, deberán el contratista dar cuenta al ingeniero director del comienzo de los trabajos, antes de transcurrir veinticuatro horas de su iniciación; previamente se habrá suscrito el acta de replanteo de cada obra.

El adjudicatario comenzará las obras dentro del plazo de 15 días desde la fecha de la adjudicación. Dará cuenta al ingeniero director, mediante oficio, del día en que se propone iniciar los trabajos, debiendo éste dar acuse de recibo. Las obras quedarán terminadas en el plazo de seis meses.

El contratista está obligado al cumplimiento de todo cuanto se dispone en la Reglamentación Oficial del Trabajo.

Artículo 51: Condiciones generales de ejecución de los trabajos

El contratista, como es natural, debe emplear los materiales y mano de obra que cumplan las condiciones exigidas en el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la obra, el contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y

defectos que, en estos puedan existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servirle de excusa ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que el ingeniero director o sus subalternos no le hayan llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que hayan sido valorados en las certificaciones parciales de la obra que siempre se supone que se extiende y abonan a buena cuenta.

Artículo 52: Trabajos defectuosos

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el ingeniero director o su representante en la obra, adviertan vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados, o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos o finalizados éstos y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrán disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata.

Si ésta no estimase justa la resolución y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se procederá de acuerdo con lo establecido, en el artículo 21.

Artículo 53: Obras y vicios ocultos

Si el ingeniero director tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Artículo 54: Materiales no utilizables o defectuosos

No se procederá al empleo y colocación de los materiales y de los aparatos sin que estos sean antes examinados y aceptados por el ingeniero director, en los términos que prescriben los Pliegos de Condiciones, depositando al efecto el contratista, las muestras y modelos necesarios, previamente contraseñados, para efectuar sobre ellos comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuadas en el Pliego de Condiciones, vigente en la obra.

Los gastos que ocasionen los ensayos, análisis, pruebas, etc, antes indicados, serán a cargo del contratista.

Cuando los materiales o aparatos no fueran de la calidad requerida o no estuviese perfectamente preparados, el ingeniero director dará orden al contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas en los Pliegos, o a falta de éstos, a las órdenes del ingeniero director.

Artículo 55: Medios auxiliares

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente estipulado en los Pliegos de Condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el ingeniero director y dentro de los límites de posibilidad que los presupuesto determinen para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Serán de cuenta y riesgo del contratista, los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no cabiendo, por tanto, al propietario responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

Serán, así mismo, de cuenta del contratista, los medios auxiliares de protección y señalización de la obra, tales como vallado, elementos de protección provisionales, señales de tráfico adecuadas, señales luminosas nocturnas, etc. y todas las necesarias para evitar accidentes previsibles en función del estado de la obra y de acuerdo con la legislación vigente.

Epígrafe 3: Recepción y liquidación

Artículo 56: Recepciones provisionales

Para proceder a la recepción provisional de las obras será necesaria la asistencia del propietario, del ingeniero director de la obra y del contratista o su representante debidamente autorizado.

Si las obras se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se darán por percibidas provisionalmente, comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía, que se considerará de tres meses.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se especificarán en la misma las precisas y detalladas instrucciones que el ingeniero director debe señalar al contratista para remediar los defectos observados, fijándose un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Después de realizar un escrupuloso reconocimiento y si la obra estuviese conforme con las condiciones de este Pliego, se levantará un acta por duplicado, a la que acompañarán los documentos justificantes de la liquidación final. Una de las actas quedará en poder de la propiedad y la otra se entregará al contratista.

Artículo 57: Plazo de garantía

Desde la fecha en que la recepción provisional quede hecha, comienza a contratarse el plazo de garantía que será de un año. Durante este periodo, el contratista se hará

cargo de todas aquellas reparaciones de desperfectos imputables a defectos y vicios ocultos.

Artículo 58: Conservación de los trabajos recibidos provisionalmente

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 propietario, procederá a disponer todo lo que se precise para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuere menester para su buena conservación, abonándose todo aquello por cuenta de la contrata.

Al abandonar el contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de rescisión de contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el ingeniero director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del mismo corra a 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 fuere preciso realizar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el contratista a revisar y repasar la obra el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente Pliego de Disposiciones Económicas

El contratista se obliga a destinar a su costa a un vigilante de las obras que presentará su servicio de acuerdo con las órdenes recibidas de la dirección facultativa.

Artículo 59: Recepción definitiva

Terminado el plazo de garantía, se verificará la recepción definitiva con las mismas condiciones que la provisional, y si las obras están bien conservadas y en perfectas condiciones, el contratista quedará relevado de toda responsabilidad económica; en caso contrario, se retrasará la recepción definitiva hasta que, a juicio del ingeniero director de la obra y dentro del plazo que se marque, queden las obras del modo y forma que se determinan en este Pliego.

Si el nuevo reconocimiento resultase que el contratista no hubiese cumplido, se declarará rescindida la contrata con pérdida de la fianza, a no ser que la propiedad crea conveniente conceder un nuevo plazo.

Artículo 60: Liquidación final

Terminadas las obras, se procederá a la liquidación fijada, que incluirá el importe de las unidades de obra realizadas y las que constituyen modificaciones del proyecto, siempre y cuando hayan sido previamente aprobadas por la dirección técnica con sus precios. De ninguna manera tendrá derecho el contratista a formular reclamaciones por

aumentos de obra que no estuviesen autorizados por escrito a la entidad propietaria con el visto bueno del ingeniero director.

Artículo 61: Liquidación en caso de rescisión

En este caso, la liquidación se hará mediante un contrato liquidatorio, que se redactará de acuerdo por ambas partes. Incluirá el importe de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la rescisión.

Epígrafe 4: Facultades de la dirección de obras

Artículo 62: Facultades de la dirección de obra

Además de todas las facultades particulares, que correspondan al Ingeniero director, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen, bien por sí o por medio de sus representantes técnicos y ello con autoridad técnica legal, completa e indiscutible, incluso en todo lo no previsto específicamente en las Disposiciones Generales de las Condiciones Varias de la Edificación, sobre las personas y cosas situadas en la obra y en relación con los trabajos que para la ejecución de los edificios y obras anejas se lleven a cabo, pudiendo incluso, pero con causa justificada, recusar al contratista, si considera que, el adoptar esta resolución es útil y necesaria para la debida marcha de la obra.

Capítulo 4: Condiciones de índole económica

Epígrafe 1: Base fundamental

Artículo 63: Base fundamental

Como base fundamental de estas Disposiciones económicas, se establece el principio de que el contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que éstos se hayan realizado con arreglo y sujeción el Proyecto y Condiciones Generales y Particulares que rijan la construcción del edificio y obra aneja contratada.

Epígrafe 2: Garantías de cumplimiento y fianzas

Artículo 64: Garantías

El Ingeniero director podrá exigir el contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas al objeto de cercenarse de si éste reúne todas las condiciones requeridas para el exacto cumplimiento del contrato; dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el contratista antes de la firma del contrato.

Artículo 65: Finanzas

Se podrá exigir al contratista para que responda del cumplimiento de lo contratado, una fianza del 10% del presupuesto de las obras adjudicadas.

Artículo 66: Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, el ingeniero director, en nombre y representación del propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el propietario en el caso de que el importe de la fianza no baste para abonar el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que fueran de recibo.

Artículo 67: Devolución de la fianza

La fianza depositada será devuelta al contratista en un plazo que no excederá de 8 días una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra, siempre que el contratista haya acreditado, por medio de certificado del alcalde del distrito municipal en cuyo término se halla emplazada la obra contratada, que no existe reclamación alguna contra él por los daños y perjuicios que sean de su cuenta o por deudas de los jornales o materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

Epígrafe 3: Precios y revisiones

Artículo 68: Precios contradictorios

Si ocurriese algún caso por virtud de la cual fuese necesario fijar un nuevo precio, se procederá a estudiarlo y convenirlo contradictoriamente de la siguiente forma: El adjudicatario formulará por escrito, bajo su firma, el precio que a su juicio debe aplicarse a la nueva unidad. La dirección técnica estudiará el que, según su criterio, deba utilizarse.

Si ambos son coincidentes se formulará por la dirección técnica el Acta de Avenencia, igual que si cualquier pequeña diferencia o error fuesen salvados por simple exposición y convicción de una de las partes, quedando así formalizado el precio contradictorio.

Si no fuera posible conciliar por simple discusión los resultados, el director propondrá a la propiedad que adopte la resolución que estime conveniente, que podrá ser aprobatoria del precio exigido por el adjudicatario, o, en otro caso, la segregación de la obra o instalación nueva, para ser ejecutada por administración o por otro adjudicatario distinto.

La fijación del precio contradictorio habrá de proceder necesariamente, al comienzo de la nueva unidad, puesto que, si por cualquier motivo ya se hubiese comenzado, el

adjudicatario estará obligado a aceptar el que buenamente quiera fijar el director y a concluirlo a satisfacción de éste.

Artículo 69: Reclamaciones de aumento de precios

Si el contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportunas, no podrá, bajo ningún pretexto de error y omisión, reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras.

Tampoco se le admitirá reclamación de ninguna especie fundada en las indicaciones que, sobre las obras se hagan en la Memoria, por no servir este documento de base a la contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las unidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de la rescisión de contrato, señalados en los documentos relativos a las Condiciones Generales o Particulares de Índole Facultativa, sino en el caso de que el ingeniero director o el contratista los hubieran hecho notar dentro del plazo de cuatro meses contados desde la fecha de adjudicación.

Artículo 70: Revisión de precios

Contratándose las obras a riesgo y ventura, es natural por ello, que no se debe admitir la revisión de los precios contratados. No obstante, y dada la variabilidad continua de los precios de los jornales y sus cargas sociales, así como la de los materiales y transportes, que es característica de determinadas épocas anormales, se admite, durante ellas, la revisión de los precios contratados, bien en alza o en baja y en anomalías con las oscilaciones de los precios en el mercado.

Por ello en los casos de revisión al alza, el contratista puede solicitarla del propietario, en cuanto se produzca cualquier alteración de precio, que repercuta, aumentando los contratos. Ambas partes convendrán el nuevo precio unitario antes de comenzar o de continuar la ejecución de la unidad de obra en que intervenga el elemento cuyo precio en el mercado, y por causa justificada, sufra un aumento al alza, especificándose y acordándose, también previamente, la fecha a partir de la cual se aplicará el precio revisado y elevado: para lo cual se tendrá en cuenta así proceda, el acopio de materiales de obra, en el caso de que estuviesen total o parcialmente abonados por el propietario.

Si el propietario o el ingeniero director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de los materiales, transportes, etc., que el contratista

desea percibir como normales en el mercado, aquel tiene la facultad de proponer al contratista, y éste la obligación de aceptarlos, los materiales, transportes, etc., a precios inferiores a los pedidos por el contratista, en cuyo caso lógico y natural, se tendrán en cuenta para la revisión, los precios de los materiales, transportes, etc., adquiridos por el contratista merced a la información del propietario.

Cuando el propietario o el ingeniero director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de los materiales, transportes, etc., concertarán entre las dos partes, la baja a realizar en los precios unitarios vigentes de obra y la fecha en que empezará a regir los precios revisados.

Cuando, entre los documentos aprobados por ambas partes, figurase el relativo a los precios unitarios contratados descompuestos, se seguirá en procedimiento similar al preceptuado en los casos de revisión por alza de precios.

Artículo 71: Elementos comprendidos en el presupuesto

Al fijar los precios de las diferentes unidades de obra en el presupuesto, se ha tenido en cuenta el importe de andamios, vallas, elevación, transporte del material, es decir, todos los correspondientes a medios auxiliares de la construcción, así como toda suerte de indemnizaciones, impuestos, multas o pagos que tengan que hacerse por cualquier concepto, con los que se hallen gravados o se graven los materiales o las obras por el Estado, Provincia o Municipio. Por esta razón no se abonará al contratista cantidad alguna por dichos conceptos.

En el precio de cada unidad también van comprendidos los materiales accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra completamente terminada y en disposición de recibirse.

Epígrafe 4: Valoración y abono de los trabajos

Artículo 72: Valoración de la obra

La medición de la obra concluida se hará por el tipo de unidad fijada en el correspondiente presupuesto. La valoración deberá obtenerse aplicando a las diversas unidades de obra, el precio que tuviesen asignado en el presupuesto, añadiendo a este importe el de los tantos por ciento que correspondan al beneficio industrial y descontando el tanto por ciento que corresponda a la baja en la subasta hecha por el contratista.

Artículo 73: Medidas parciales y finales

Las mediciones parciales se verificarán en presencia del contratista, de cuyo acto se levantará acta por duplicado, que será firmada por ambas partes. La medición final se hará después de terminadas las obras con precisa asistencia del contratista.

En el acto que se extienda, de haberse verificado la medición y en los documentos que le acompañan, deberá aparecer la conformidad del contratista o de su representación legal. En caso de no haber conformidad, lo expondrá sumariamente y a reserva de aplicar las razones que a ello obliga.

Artículo 74: Equivocaciones en el presupuesto

Se supone que el contratista ha hecho detenido estudio de los documentos que componen el proyecto, y por tanto al no haber hecho ninguna observación sobre posibles errores o equivocaciones en el mismo, se entiende que no hay lugar a disposición alguna en cuanto afecta a medidas o precios de tal suerte, que la obra ejecutada con arreglo al proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas, no tiene derecho a la reclamación alguna.

Artículo 75: Valoración de obras incompletas

Cuando, por consecuencia de rescisión u otras causas, fuera preciso valorar incompletas, se aplicarán los precios del presupuesto, sin que pueda pretenderse hacer la valoración de la unidad de obra fraccionándola en forma distinta a la establecida en los cuadros de descomposición de precios.

Artículo 76: Carácter provisional de las liquidaciones parciales

Las liquidaciones parciales tienen carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a certificaciones y variaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo tampoco dichas certificaciones, aprobación ni recepción de las obras que comprenden. La propiedad se reserva en todo momento y especialmente al hacer efectivas las liquidaciones parciales, el derecho de comprobar que el contratista ha cumplido los compromisos referentes al pago de jornales y materiales invertidos en la obra, a cuyo efecto deberá presentar dicho contratista los comprobantes que se exijan.

Artículo 77: Pagos

Los pagos se efectuarán por el propietario en los plazos previamente establecidos y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra expedidas por el ingeniero director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

Artículo 78: Suspensión por retraso de pagos

En ningún caso podrá el contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos ni ejecutarlos a menor ritmo del que les corresponda, con arreglo al plazo en que deben terminarse.

Artículo 79: Indemnización por retraso de los trabajos

El importe de la indemnización que debe abonar el contratista por causas de retraso no justificado, en el plazo de terminación de las obras contratadas, será: el importe de la suma de perjuicios materiales causados por la imposibilidad de ocupación del inmueble, debidamente justificados.

Artículo 80: Indemnización por daños de causa mayor al contratista

El contratista no tendrá derecho a indemnización por causas de pérdidas, averías o perjuicio, ocasionados en las obras, sino en los casos de fuerza mayor. Para los efectos de este epígrafe, se considerarán como tales casos únicos los que siguen:

1. Los incendios causados por electricidad atmosférica.
2. Los daños producidos por terremotos y maremotos.
3. Los producidos por vientos huracanados, mareas y crecidas de ríos superiores a las que sean de prever en el país, y siempre que exista constancia inequívoca del contratista tomó las medidas posibles, dentro de sus medios, para evitar o atenuar los daños.
4. Los que provengan de movimientos del terreno en que estén construidas las obras.
5. Los destrozos ocasionados violentamente, a mano armada, en tiempo de guerra, movimientos sediciosos populares o robos tumultuosos.

La indemnización se referirá, exclusivamente, al abono de las unidades de obra ya ejecutadas o materiales acopiados a pie de obra; en ningún caso comprenderá medios auxiliares, maquinaria o instalaciones, etc., propiedad de la contrata.

Epígrafe 5: Varios

Artículo 81: Mejoras de obras

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el ingeniero director haya ordenado por escrito, la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratos, 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.

Artículo 82: Seguro de los trabajos

El contratista está obligado a asegurar la obra contratada, durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá, en todo momento, con el valor que tengan, por contrata, los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en caso de siniestro, se ingresará a cuenta, a nombre del propietario, 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, hecha en documento público, el propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres ajenos a los

de la construcción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que le contratista pueda rescindir la contrata, con devolución de la fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causado el contratista por el siniestro y que no le hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causado por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el ingeniero director.

En las obras de reformas o reparación se fijará previamente la proporción de edificio que se debe asegurar y su cuantía y si nada se previese, se entenderá que el seguro ha de comprender toda parte de edificio afectado por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuran en la póliza de seguros, los pondrá el contratista antes de contratarlos en conocimiento del propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

Capítulo 5: Condiciones de índole legal

Artículo 83: Jurisdicción

Para cuantas cuestiones, litigios o deferencias pudieran, durante o después de los trabajos, las partes se someterán a juicio de amigables componedores nombrados en número igual por ellas y presidido por el ingeniero director de la obra, y en último término, a los tribunales de Justicia del lugar en que radique la propiedad, con expresa renuncia del fuero domiciliario.

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el proyecto (la Memoria no tendrá consideración de documento del proyecto). El contratista se obliga a lo establecido en la Ley de Contratos de Trabajo y además a lo dispuesto por la de Accidentes de Trabajo, Subsidio Familiar y Seguros Sociales.

Serán de cargo y cuenta del contratista el vallado y la policía del solar, cuidando de la conservación de sus líneas de lindero y vigilando que, por los poseedores de las fincas contiguas, si las hubiese, no se realicen durante las obras actos que mermen o modifiquen la propiedad.

Toda observación referente a este punto será puesta inmediatamente en conocimiento del ingeniero director.

El contratista es responsable de toda falta relativa a la política urbana y a las ordenanzas municipales a estos aspectos vigentes en la localidad en que la edificación está emplazada.

Artículo 84: Accidentes de trabajo y daños a terceros

En caso de accidentes ocurridos con motivo y en ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el contratista se atenderá a lo dispuesto a estos respectos, en la legislación vigente, y siendo, en todo caso, único responsable de su cumplimiento y sin que, por ningún concepto, pueda quedar afectada la propiedad por responsabilidades en cualquier aspecto.

El contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar, en lo posible, accidentes a los obreros o viandantes, no solo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra.

De los accidentes o perjuicios de todo género que, por no cumplir el contratista lo legislado sobre la materia, pudieran acaecer o sobrevenir, será éste el único responsable, o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales.

El contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras como en las contiguas. Será, por tanto, de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiera lugar de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El contratista cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando a ello fuera requerido, el justificante de tal cumplimiento.

Artículo 85: Pago de arbitrios

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras por concepto inherente a los propios trabajos que se realizan, correrá a cargo de la contrata, siempre que, en las condiciones particulares del proyecto, no se estipule lo contrario. No obstante, el contratista deberá ser reintegrado del importe de todos aquellos en los que el ingeniero director considere justo hacerlo.

Artículo 86: Causas de rescisión del contrato

Se considerarán causas suficientes de rescisión las que a continuación se señalan:

1. La muerte o incapacidad del contratista.
2. La quiebra de la contrata.

En los casos anteriores, si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo las obras, en las mismas condiciones estipuladas en el contrato, el propietario puede admitir o

rechazar el ofrecimiento, sin que, en este último caso, tengan aquellos derechos a indemnización alguna.

1. Las alteraciones del contrato por las causas siguientes:
2. La modificación del proyecto en forma tal que presente alteraciones fundamentales el mismo, a juicio del ingeniero director y, en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones, represente el 40% como mínimo, de alguna de las unidades del proyecto.
3. La modificación de unidades de obra, siempre que estas modificaciones representen variaciones de un 40% como mínimo, de las unidades del proyecto modificadas.
4. La suspensión de la obra comenzada y, en todo caso, siempre que, por causas ajenas a la contrata, no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses, a partir de la adjudicación, en este caso, la devolución de la fianza será automática.
5. La suspensión de la obra, comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido un año.
6. El no dar comienzo la contrata a los trabajos, dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del proyecto.
7. El incumplimiento de las condiciones del contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.
8. La terminación del plazo de ejecución de la obra, sin haberse llegado a la conclusión de esta.
9. El abandono de la obra sin causa justificada.
10. La mala fe en la ejecución de los trabajos.

En Santibáñez de la Sierra, Salamanca, a 22 de Agosto de 2020

Fdo.: José Antonio Morato García

**DOCUMENTO N° 5:
MEDICIONES**

CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
1 IMPLANTACIÓN DEL CULTIVO: AÑO 0								
1.1 ADQUISICIÓN DEL MATERIAL VEGETAL								
1.1.1	Ud	PLANTA MADROÑO <i>ARBUTUS UNEDO</i> VARIEDAD "CLON AL 1"						
	Ud	Plantón de madroño <i>Arbutus unedo</i> variedad "Clon AL 1" de 15-20 cm de altura y con cepellón en maceta de 120 cc.						980,00
1.1.2	Ud	PLANTA MADROÑO <i>ARBUTUS UNEDO</i> VARIEDAD "CLON AL 2"						
	Ud	Plantón de madroño <i>Arbutus unedo</i> variedad "Clon AL 2" de 15-20 cm de altura y con cepellón en maceta de 120 cc.						553,00
1.1.3	Ud	PLANTA MADROÑO <i>ARBUTUS UNEDO</i> PROCEDENTE DE SEMILLA						
	Ud	Plantón de madroño <i>Arbutus unedo</i> procedente de semilla de 15-20 cm de altura y con cepellón en maceta de 120 cc.						315,00
1.2 LABORES PREVIAS A LA PLANTACIÓN								
1.2.1	h	TRATAMIENTO VEGETACIÓN PREEXISTENTE						
	h	Labor de gradeo de la vegetación preexistente, con tractor de 80 CV y grada de discos (2 m anchura), trabajando a una velocidad de 6 km/h. Parte proporcional de costes indirectos.						1,88
1.2.2	h	LABOR PROFUNDA DE PREPARACIÓN DEL TERRENO						
	h	Labor de subsolado en terrenos de textura media, con tractor de 150 CV y subsolador de tres púas (dos metros de anchura), realizando dos pases a 70 cm y con velocidad de 3,5 km/h. Parte proporcional de costes indirectos.						3,43
1.2.3	h	APLICACIÓN DE ENMIENDA ORGÁNICA						
	h	Labor de reparto de enmienda organomineral GUANITO, con tractor de 80 CV y abonadora de distribución centrifuga, trabajando a la velocidad de 10 km/h. Parte proporcional de costes indirectos.						1,67

CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
1.2.4	h	LABOREO PRIMARIO						
	h	Laboreo primario de vertedera, con tractor de 120 CV y vertedera de cuatro cuerpos (1,50 m de anchura), trabajando con velocidad de 6 km/h y una profundidad de 30 cm. Parte proporcional de costes indirectos.						2,86
1.2.5	h	LABOR SECUNDARIO						
	h	Laboreo secundario de cultivador, con tractor de 80 CV y cultivador de 10 brazos flexibles y rejas extirpadoras (2,20 m de anchura), trabajando a 8 km/h de velocidad y a una profundidad máxima de 10 cm. Parte proporcional de costes indirectos.						1,28
1.2.6	h	REPLANTEO						
	h	Medición del terreno para el marcado de las líneas de plantación cuya separación es de 4 m entre sí, siguiendo para ello lo indicado en el plano nº 4 del Proyecto y señalizando mediante jalones el principio y fin de cada línea. Parte proporcional de costes indirectos.						15,30
1.2.7	h	RECEPCION DE PLANTAS						
	h	Labor de verificación del buen del buen estado de los plantones suministrados, así como de la ausencia de plagas o enfermedades en ellos. Parte proporcional de costes indirectos.						1,50
1.3		PLANTACIÓN						
1.3.1	h	REPARTO DE PLANTAS						
	h	Distribución de los plantones de madroño hasta su lugar de plantación, teniendo en cuenta que cada variedad queda emplazada según lo indicado en el Plano nº 5 del Proyecto y utilizando para ello el tractor de 50 CV y el remolque adquiridos para las labores de explotación. Parte proporcional de costes indirectos.						4,53
1.3.2	h	PLANTACIÓN						
	h	Plantación manual de plantones de madroño con cepellón de 120 cc, en días preferiblemente húmedos y nubladas, mediante apertura de hoyos, introducción del cepellón y posterior tapado del agujero, dejando una hoyo hundida alrededor del cuello de 2-3 cm de profundidad. Parte proporcional de costes indirectos.						90,65

CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
1.4 CERRAMIENTO								
1.4.1	h	MARQUEO CERRAMIENTO						
	h	Medición del perímetro del vallado y marcación con pintura de la localización de los postes intermedios y de tensión, siguiendo para ello lo indicado en el plano nº 7 del Proyecto. Parte proporcional de costes indirectos.						7,42
1.4.2	h	APERTURA ZANJA						
	h	Pase de subsolador de una reja para la apertura de una zanja de 15 cm de profundidad, con tractor de 80 CV y con velocidad de 4 km/h. Parte proporcional de costes indirectos.						0,28
1.4.3	h	REPARTO DE POSTES						
	h	Distribución de los postes de madera hasta su lugar de plantación, teniendo en cuenta la distribución del Plano nº 7 del Proyecto, utilizando para ello el tractor de 50 CV y el remolque adquiridos para las labores de explotación. Parte proporcional de costes indirectos.						0,44
1.4.4	h	CLAVADO DE POSTES						
	h	Clavado de postes mediante una clavadora de postes y un tractor de 80 CV. Parte proporcional de costes indirectos.						15,93
1.4.5	ml	INSTALACION MALLA GANADERA						
		Instalación de la malla ganadera, alambre de espino terminal, grampillones y tensores, según lo recogido en el plano nº 8 del Proyecto. Materiales no incluidos.						890,00
1.4.6	Ud	INSTALACION PORTÓN ACCESO						
		Instalación de puerta carruaje de dos hojas, , de 1,5 m. de alto por 6 m. de ancho, fabricada de mallazo galvanizado liso y cuadrícula de 200x50x5 mm. de espesor enmarcadas en perfil "PDS", con el hormigonado de sus dos pilares. Instalación incluida en el precio de la puerta.						1,00

CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
1.4.7	Ud	TAPADO DE ZANJA						
		Tapado de la zanja mediante dos pases de una cuchilla niveladora de 2 m de ancho, suspendida en el tractor de 50 CV adquirido para la plantación. Parte proporcional de costes indirectos.						0,73
1.5 LABORES POSTERIORES A LA PLANTACIÓN								
1.5.1	h	RIEGO DE PLANTACIÓN						
	h	Riego de plantación realizado con tractor de 50 CV y pulverizador de 500 L, aportando a cada planta aproximadamente 2 L de agua. No será necesario en caso de que haya abundantes precipitaciones en la fechas próximas a la plantación. Parte proporcional de costes indirectos.						19,04
1.5.2	h	ESCARDA DE LA VEGETACIÓN ALREDEDOR DEL PIE						
	h	Escarada manual con azada de la vegetación adventicia nacida cercana a la planta. Parte proporcional de costes indirectos.						30,22
1.5.3	h	REPOSICIÓN DE MARRAS						
	h	Reposición manual de marras con plántones de madroño de la misma variedad a la planta retirada. Parte proporcional de costes indirectos.						1,80
2 INSTALACIÓN DE RIEGO Y DE FERTIRRIGACIÓN								
2.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS								
2.1.1	m3	EXCAVACIÓN MECÁNICA ZANJAS PARA INSTALACIÓN TUBERÍAS						
	m3	Excavación mecánica de zanjas para alojar instalaciones, en terreno de consistencia floja, i/pos- terior relleno y apisonado de tierra procedente de la ex cavación y p.p. de costes indirectos.						
		T. terciaria subunidad A	1	141,00	0,50	0,40		28,20
		T. terciaria subunidad B	1	137,00	0,50	0,40		27,40
		T. terciaria subunidad C	1	141,00	0,50	0,40		28,20
		T. principal (a may ores de t. terciaria)	1	156,00	0,50	0,40		31,20
								115,00

CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
2.2 LATERALES DE RIEGO Y ACCESORIOS								
2.2.1	ml	TUBERÍA POLIETILENO PE-40 16 MM Y 0,25 MPA						
	ml	Suministro y montaje de tubería de polietileno PE-40 portagoteros, de 16 mm de diámetro y 2,5 bare de presión nominal. Incluidos accesorios						
		Subunidad A (33 laterales)	1,00	1.621,46				1.621,46
		Subunidad B (21 laterales)	1,00	1.342,12				1.342,12
		Subunidad C (34 laterales)	1,00	1.502,57				1.502,57
								4.466,15
2.2.2	ud	GOTERO AUTOCOMPENSANTE Y ANTIDRENANTE 4 L/H PINCHADO						
	ud	Suministro y montaje de gotero pinchado autocompensante y antidrenante con caudal de 4 L/h, modelo PC-CNL						
		Subunidad A	1.306,00					1.306,00
		Subunidad B	1.120,00					1.120,00
		Subunidad C	1.208,00					1.208,00
								3.634,00
2.3 TUBERÍAS TERCIARIAS Y ACCESORIOS								
2.3.1	ml	TUBERÍA POLIETILENO PE-40 40 MM Y 4 BARES						
	ml	Suministro y montaje de tubería de polietileno PE-40, de 40 mm de diámetro y 4 bares de presión nominal. Incluidos accesorios						
		Subunidad A	1	141,00				141,00
		Subunidad B	1	137,00				137,00
		Subunidad C	1	141,00				141,00
								419,00
2.3.2	ud	ENLACE A LATERAL DE RIEGO						
	ud	Conector inicial de inserción de 16 mm para tuberías PE						
		Subunidad A (33 laterales)	33,00					33,00
		Subunidad B (21 laterales)	21,00					21,00
		Subunidad C (34 laterales)	34,00					34,00
								88,00

CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
2.3.3	ud	HIRANTES DE RIEGO. ENTRADA TUBERÍA TERCIARIA						
	ud	Montaje de los dispositivos a instalar en la entrada de tuberías terciarias. Incluye: electroválvula HELITENE o similar de plástico con RH 1 1/2" y sOlenoide de 24 V, del tipo normalmente cerrada; reductor de presión SENNINGER o similar con RH 1 1/4", a 1,4 Bar aguas abajo, presión máxima de entrada 10 Bar y caudal entre 2.300-7.300 L/h ; válvula de ventosa cinética RM 3/4" con rango de presiones entre 0,3-10 Bar; y piezas necesarias de unión.						3,00
2.4 TUBERÍAS PRINCIPAL Y ACCESORIOS								
2.4.1	ml	TUBERÍA POLIETILENO PE-40 40 MM Y 4 BARES						
	ml	Suministro y montaje de tubería de polietileno PE-40, de 40 mm de diámetro y 0,4 MPa de presión nominal, incluidos accesorios.						156,00
2.4.2	ud	CONEXIÓN TUBERÍA TERCIARIA						
	ud	Montaje de unión de la tubería principal con la entrada del hidrante de riego (entrada electroválvula), incluidas piezas necesarias.						3,00
2.4.3	ml	CABLE ELÉCTRICO ANTIHUMEDAD 3X 1						
	ml	Suministro e instalación de cable eléctrico antihumedad de 5 hilos y 0,8 mm ² de sección. Parte proporcional de costes indirectos.						156,00
2.5 CABEZAL DE RIEGO								
2.5.1	ud	EQUIPO DE IMPULSIÓN						
	ud	Suministro e instalación del equipo de impulsión formado por un grupo electrobomba sumergido modelo IDEAL SD Seria constructiva S 4" con salida de 2", válvula antirretorno y potencia de 4 HP con funcionamiento trifásico, incluido cableado y elementos de sujección, y tubería de impulsión de polietileno PE-80 de 63 mm de diámetro y 8 bares de presión nominal. Parte proporcional de costes indirectos.						1,00

CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
2.5.2	ud	EQUIPO DE FILTRADO						
	ud	Suministro y montaje de equipo de filtrado para riego localizado. Comprende: filtro de arena de acero al carbono de la marca LAMA o similar de 400 mm de diámetro, presión de trabajo máxima 8 Bar y caudal máximo de 10 m ³ /h, incluido material filtrante de arena silíceo del nº 16 y válvulas necesarias para su correcto funcionamiento; y dos filtros de discos AZUD o similar de 120 mesh para caudales de 5 m ³ /h y presión máxima de 8 Bar, ambos situados en paralelo. Parte proporcional de costes indirectos.						1,00
2.5.3	ml	TUBERÍA PVC Y UNIONES						
	ml	Suministro y montaje de tubería de PVC de 50 mm y 10 atm para las conducciones necesarias del cabezal de riego. Incluye piezas especiales de unión. Parte proporcional de costes indirectos.						6,50
2.5.4	ud	VÁLVULAS Y PIEZAS ESPECIALES						
	ud	Suministro e instalación de las diferentes válvulas necesarias en el cabezal de riego para su correcto funcionamiento, así como para su automatización. Incluye: cuatro llaves de paso manuales de PVC de 50 mm y 16 atm con funcionamiento por válvula de bola, una válvula de ventosa de 10 atm, un contador homologado modelo WOLTMAN WI-50 o similar, una válvula hidráulica HIDROCONTA de 1 1/2 y 16" atm controlada por solenoide de 24 V, un controlador de presión PRESCONTROL de 1" para presiones entre 1,5-7 bar, un regulador de presión de 1 1/2" con regulación gradual de la presión de salida entre 1,5-6 bar, y cuatro manómetros. Parte proporcional de costes indirectos.						1,00
2.5.5	ud	EQUIPO DE FERTIRRIGACIÓN						
	ud	Suministro e instalación del equipo de fertirrigación. Comprende: tres depósitos de polietileno lineal translúcido para fertilizante líquido de 500 L, con tapa roscada e indicación de nivel; un depósito de polietileno lineal translúcido de 50 L, con tapa roscada e indicación de nivel; tres electroválvulas del tipo normalmente cerradas de 1/2", con solenoide de 24 V y resistentes a la acción de productos químicos, del modelo HIDROCONTA o similar; una mini electroválvula del tipo normalmente cerrada de 1/2" y con solenoide de 24 V, tubería de polietileno PE-40 de 6 atm incluidas piezas de unión o derivación tales como codos o "T"s; bomba dosificadora electromagnética de membrana seca con caudal ajustable de 2,4-12 L/h del modelo LMI ROYTRONIC o similar; y válvula antirretorno de 1/2" y 16 atm. Parte proporcional de costes indirectos.						1,00
2.5.6	ud	PROGRAMADOR DE RIEGO						
	ud	Suministro e instalación de programador de riego de 8 estaciones modelo HUNTER XC o similar, para instalación interior, con entrada de 220 V y salida de 24 V y pila de litio de 3V para el mantenimiento de la programación. Parte proporcional de costes indirectos.						1,00

CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
3 NAVE-ALMACÉN								
3.1 INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD								
3.1.1	Ud	GASTOS TRAMITACIÓN Y CONTRATACIÓN KW						
	Ud	Gastos tramitación contratación por Kw. con la Compañía para el suministro al edificio desde sus redes de distribución, incluido derechos de acometida, transformador, enganche y verificación en la contratación de la póliza de abono.						1,00
3.1.2	ml	LÍNEA GENERAL ALIMENTACIÓN 4x10 Cu						
	ml	Línea general de alimentación, aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 4x10 mm ² . de conductor de cobre bajo tubo de PVC Dext= 75 mm., incluido tendido del conductor en su interior, así como p/p de tubo y terminales correspondientes. ITC-BT-14 y cumplir norma UNE-EN 21.123 parte 4 ó 5.						12,00
3.1.3	Ud	CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN 100 A						
	Ud	Caja general de protección 100 A incluido bases cortacircuitos y fusibles calibrados de 100 A para protección de la línea repartidora, situada en fachada o interior de nicho mural. Según REBT.						1,00
3.1.4	Ud	MÓDULO UN CONTADOR TRIFÁSICO						
	Ud	Módulo para un contador trifásico, homologado por la Compañía suministradora, incluido cableado y protección respectiva. (Contador a alquilar). ITC-BT 16 y el grado de protección IP 40 e IK 09.						1,00
3.1.5	Ud	CUADRO GENERAL NAVE						
	Ud	Cuadro tipo de distribución, protección y mando para nave, con o sin pública concurrencia, formado por un cuadro doble aislamiento ó armario metálico de empotrar ó superficie con puerta, incluido carriles, embarrados de circuitos y protección IGA-32A (III+N); 1 interruptor diferencial de 40A/2p/30mA, 1 PIA de 40A (III+N); 1 PIAS de 10A (I+N); 2 PIAS de 16A (I+N); contactor de 40A/2p/220V; totalmente cableado, conexionado y rotulado.						1,00

CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
3.1.6	ml	CIRCUITO INTERIOR ALUMBRADO 1,5 MM2						
	ml	Circuito de alumbrado realizado con tubo de PVC corrugado de 13 mm/gp5, conductores de cobre rígido de 1,5 mm2, aislamiento VV 750 V, en sistema monofasico (fase y neutro), incluido parte proporcional de cajas de registro y regletas de conexión. Según REBT.						
		1. Vestuarios y aseos	1,00	3,50				3,50
		2. Cabezal de riego	1,00	4,00				4,00
		3. Garaje	1,00	31,30				31,30
		4. Iluminación exterior	1,00	2,00				2,00
								40,80
3.1.7	ml	CIRCUITO INTERIOR FUERZA 2,5 MM2						
	ml	Circuito de toma de fuerza realizado con tubo de PVC corrugado de 16 mm/gp5, conductores de cobre rígido de 2,5 mm2, aislamiento VV 750 V, en sistema monofasico (fase, neutro y tierra), incluido parte proporcional de cajas de registro y regletas de conexión. Según REBT.						
		Cabezal de riego, vestuarios, garaje	1,00	32,00				32,00
								32,00
3.1.8	ml	CIRCUITO INTERIOR TRIFÁSICO						
	ml	Circuito de potencia para una intensidad máxima de 15 A o una potencia de 8 kW, constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 2,5 mm2 de sección y aislamiento tipo VV 750 V, montado bajo tubo de 16 mm, incluyendo ángulos y accesorios de montaje. Según REBT.						
		T1. Grupo electrobomba	1,00	7,50				7,50
								7,50
3.1.9	ud	PUNTO LUZ SENCILLO SIMÓN-27						
	ud	Punto luz sencillo realizado en tubo PVC corrugado M 20/gp5 y conductor de cobre rígido de 1,5 mm2. de Cu y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja registro, caja mecanismo universal con tornillo, interruptor unipolar SIMON-27 blanco y marco respectivo, totalmente montado e instalado.						
								13,00

CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
3.1.10	ud	REGLETA DE SUPERFICIE 1x36 W						
	ud	Regleta de superficie de 1x 36 W SYLVANIA con protección IP 20 clase I, cuerpo de chapa de acero de 0,7 mm pintado Epox i poliester en horno, anclaje chapa galvanizada con tornillos incorporados o sistema colgado, electrificación con: reactancia, regleta de conexión, portalámparas, cebadores, i/lámparas fluorescentes trifosforo (alto rendimiento), replanteo, pequeño material y conexionado.						12,00
3.1.11	ud	REGLETA DE SUPERFICIE 2x28 W.						
	ud	Regleta de superficie de 1x 36 W SYLVANIA con protección IP 20 clase I, cuerpo de chapa de acero de 0,7 mm pintado Epox i poliester en horno, anclaje chapa galvanizada con tornillos incorporados o sistema colgado, electrificación con: reactancia, regleta de conexión, portalámparas, cebadores, i/lámparas fluorescentes trifosforo (alto rendimiento), replanteo, pequeño material y conexionado.						1,00
3.1.12	ud	FOCO EMP. HALÓG. 150-450 W. F/ORIEN.						
	ud	Foco empotrable (Dow night) HALOGENO 150-450 W. mod. 0100 de TROLL ó similar, con protección IP 40 /CLASE I, toma de tierra CLASE I, cuerpo cerrado vidrio, reflector en luna en aluminio purísimo de alta rendimiento color a elegir, con lámpara HALOGENA 150-450 W./220v fija, i/ replanteo, sistema de fijación, pequeño material y conexionado.						1,00
3.1.13	ud	BASE DE ENCHUFE 16 A 2P+TT						
	ud	Base de enchufe realizada con tubo de PVC corrugado de 13 mm/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm ² de Cu, y aislamiento VV 750 V, en sistema monofásico (fase, neutro y TT), incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, base de enchufe 16 A, totalmente instalada. Según REBT.						6,00
3.1.14	ud	CUADRO ELÉCTRICO PROTECCIÓN ELECTROBOMBA						
	ud	Instalación de cuadro eléctrico de protección para grupo electrobomba trifásico en caja de plástico con contactor, relé térmico, interruptor O-I, regletas de conexión, fusible de maniobra, pilotos de marcha, disparo térmico y tensión.						1,00

CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
3.2 CERRAMIENTO INTERIOR VESTUARIOS								
3.2.1	Ud	PANEL SANDWICH						
	Ud	Panel sándwich aislante para fachadas, de 35 mm de espesor y 1100 mm de ancho, formado por dos paramentos de chapa lisa de acero galvanizado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de densidad media 40 kg/m ³ , con junta diseñada para fijación con tornillos ocultos, remates y accesorios.						
								23,60
3.3 CARPINTERÍA								
3.3.1	Ud	PUERTA EXTERIOR VESTUARIOS						
	Ud	Puerta paso prelacada blanca 100*215 cm, y herrajes de colgar y de cierre latonados, totalmente montada, incluso p.p. de medios auxiliares						
								1,00
3.3.2	Ud	PUERTA INTERIOS VESTUARIOS						
	Ud	Puerta de paso ciega 72x203 cm, serie económica, sisa hueca (CLH) de sapelly barnizada, y herrajes de colgar y de cierre latonados, totalmente montada, incluso p.p. de medios auxiliares.						
								1,00
3.4 INSTALACIÓN FONTANERÍA								
3.4.1	Ud	TUBERÍA BRASELI MLCP 16X 2,0 mm						
	ml	Tubería multicapa UPONOR UNIPIPE de PERT-AL-PERT, según norma UNE 53.960, de 16x 2 mm. de diámetro, colocada en instalaciones interiores de viviendas y locales comerciales para agua fría y caliente, sin protección superficial, con p.p. de accesorios UPONOR M-fitting de latón especial, instalada y funcionando según CTE/ DB-HS 4 suministro de agua.						
								3,80
3.4.2	Ud	LLAVE DE EMPOTRAR CROMADA						
	Ud	Llave empotrar de paso recta, cromada de 1/2", totalmente instalada.						
								3,00

CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
3.4.3	Ud	FREGADERO						
	Ud	Fregadero de gres tipo GALA de 80x50 cm. de un seno con escurridor, con grifo de un agua para pared, con válvula de desagüe 32 mm y sifón individual PVC 50 mm, totalmente instalado.						1,00
3.4.4	Ud	LAVABO						
	Ud	Lavabo GALA de 60x 46 cm. con pedestal en blanco, con grifería de lamisma marca modelo Ceraplan, válvula de desagüe de 32 mm., llave de escuadra de 1/2" cromada y sifón individual PVC 40 mm. y latiguillo flexible 20 cm., totalmente instalado.						1,00
3.4.5	Ud	INODORO						
	Ud	Inodoro de Ideal Standard modelo Ecco de tanque bajo en blanco, con asiento y tapa pintada, mecanismos, llave de escuadra de 1/2" cromada, latiguillo flexible de 20 cm., empalme simple de PVC de 110 mm., totalmente instalado.						1,00
3.4.6	Ud	GRIFO EXTERIOR						
	Ud	Grifo curvo para uso exterior de conexión rápida. Entrada de 1/2" y salida de 3/4						1,00
3.5	SANEAMIENTO							
3.5.1	Ud	TUBERÍA EVACUACION PVC M1 50 mm. URALITA						
	Ud	Tubería multicapa PVC en policloruro de vinilo con resistencia al fuego M1, de diámetro exterior 50 mm x 3 mm de espesor Serie B, URALITA, en instalaciones de evacuación de aguas residuales y pluviales, para unir con piezas de igual material, mediante adhesivo. De conformidad con UNE-EN 1453 y marca de calidad AENOR y AFNOR, totalmente instalada, según CTE/ DB-HS 5 evacuación de aguas.						4,20

CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
3.5.2	Ud	TUBERÍA EVACUACIÓN PVC M1 110 mm. URALITA						
	Ud	Tubería multicapa PVC en policloruro de vinilo con resistencia al fuego M1, de diámetro exterior 50 mm x 3 mm de espesor Serie B, URALITA, en instalaciones de evacuación de aguas residuales y pluviales, para unir con piezas de igual material, mediante adhesivo. De conformidad con UNE-EN 1453 y marca de calidad AENOR y AFNOR, totalmente instalada, según CTE/ DB-HS 5 evacuación de aguas.						1,20
3.5.3	Ud	ARQUETA REGISTRO 40x40x50 cm						
	Ud	Arqueta de registro de 40x40x50 cm. realizada con fábrica de ladrillo macizo de 1/2 pie de espesor recibido con mortero de cemento M 5 según UNE-EN 998-2, enfoscada y bruñida en su interior, i/solera de hormigón HM-20 N/mm2 y tapa de hormigón armado, según CTE/DB-HS 5.						1,00
3.5.4	Ud	FOSA SÉPTICA						
	Ud	Fosa séptica con filtro fabricada en polietileno con capacidad de 500 litros (0,5 m3) y con boca de hombre de 600 mm, y conexiones. Totalmente instalada.						1,00
4 ADQUISICIÓN DE MAQUINARIA								
4.1 TRACTOR								
4.1.1	Ud	TRACTOR FRUTERO 50 CV						
	Ud	Adquisición de tractor frutero de 50 CV de potencia (49 CV/36,5 kW a 2.600 rpm) y cuatro cilindros (2.482 cm3), con par máximo de 170 Nm a 1.500 rpm. Capacidad de depósito: 45 L. Tracción: 4 ruedas motrices permanentes. Toma de fuerza posterior: Independiente del cambio, a 540 rpm y sincronizada con el avance. Conectable bajo carga con freno en la posición desconectada. Embrague de discos múltiples en baño de aceite y accionamiento Electrohidráulico. Elevador posterior: 2 Martinetti externos - opcional: con esfuerzo y posición controlados. Brazos tercer punto: Enganches normales cat. 1. Tirantes tercer punto: Con regulación manual. Capacidad de elevación en las rótulas: 1200 kg. Peso a punto marcha con chasis: 1520 kg						1,00

CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
4.2 APEROS								
4.2.1	Ud	DESBROZADORA-TRITURADORA DE MARTILLOS 1,80 M						
	Ud	Adquisición de desbrozadora- trituradora de 1,70 m de anchura para enganchar a los tres puntos de un tractor (potencia necesaria de 40-50 CV). Diámetro de leña triturable: hasta 30 mm. Número de cuchillas: 28. Utensilios de corte: martillos. Altura de corte máxima: 90 mm. Altura de corte mínima: 20 mm						1,00
4.2.2	Ud	ATOMIZADOR CON CUBA DE 600 L						
	Ud	Adquisición de atomizador para suspender en tractor de al menos 40 CV de potencia. Depósito en polietileno translúcido y con reglado del volumen. Deposito auxiliar lava-manos y lava-circuitos. Bomba a membrana o pistón. Mando eléctrico. Chasis de acero reforzado y pintura anticorrosión. Turbinas de 740 y 920 mm de 10 aspas fijas y 10 de polipropileno paso variable. Multiplicador de 2 velocidades y punto muerto. 14 jets antigota. Embrague centrífugo de ferodos. Tapadera abatible con filtro de llenado. Filtro de aspiración inspeccionable con válvula. Freno hidráulico. Kit de luces. Faldón antihojas						1,00
4.2.3	Ud	REMOLQUE DE UN EJE CON FRENOS MMT 1.600 KG						
	Ud	Adquisición de remolque de un solo eje con frenos, para tractor de 40-45 CV, con dimensión aproximada total de 2,6x1,9x0,7 m y caja de 2,5x1,8x0,6m. MMA (Masa Máxima Admitida) de 2.500 kg, TARA de 850 kg y MMT (Masa Máxima Transportable) de 1.600 kg.						1,00
4.2.3	Ud	MOTODESBROZADORA MANUAL 0,8 kW						
	Ud	Adquisición de una motodesbrozadora manual a gasolina de 0,8 kW. Cilindrada: 27,3 cm ³ . Longitud total: 1,7 m. Capacidad de depósito: 0,34 l. Potencia sonora: 108 dB(A). Potencia: 0,8 Kw / 1,1 cv. Peso: 5,2 kg. Nivel sonoro: 93 dB(A)						1,00

**DOCUMENTO N° 6:
PRESUPUESTO**

CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1		IMPLANTACIÓN DEL CULTIVO: AÑO 0								
1.1		ADQUISICIÓN DEL MATERIAL VEGETAL								
1.1.1	Ud	PLANTA MADROÑO <i>ARBUTUS UNEDO</i> VARIEDAD "CLON AL 1"								
	Ud	Plantón de madroño <i>Arbutus unedo</i> variedad "Clon AL 1" de 15-20 cm de altura y con cepellón en maceta de 120 cc.						980,00	2,30 €	2.254,00 €
1.1.2	Ud	PLANTA MADROÑO <i>ARBUTUS UNEDO</i> VARIEDAD "CLON AL 2"								
	Ud	Plantón de madroño <i>Arbutus unedo</i> variedad "Clon AL 2" de 15-20 cm de altura y con cepellón en maceta de 120 cc.						553,00	2,30 €	1.271,90 €
1.1.3	Ud	PLANTA MADROÑO <i>ARBUTUS UNEDO</i> PROCEDENTE DE SEMILLA								
	Ud	Plantón de madroño <i>Arbutus unedo</i> procedente de semilla de 15-20 cm de altura y con cepellón en maceta de 120 cc.						315,00	1,90 €	598,50 €
TOTAL PARTIDA:										
										4.124,40 €
										1.1 ADQUISICIÓN DEL MATERIAL VEGETAL

CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1.2		LABORES PREVIAS A LA PLANTACIÓN								
1.2.1	h	TRATAMIENTO VEGETACIÓN PREEXISTENTE								
	h	Labor de gradeo de la vegetación preexistente, con tractor de 80 CV y grada de discos (2 m anchura), trabajando a una velocidad de 6 km/h. Parte proporcional de costes indirectos.								
								1,88	55,82 €	104,94 €
1.2.2	h	LABOR PROFUNDA DE PREPARACIÓN DEL TERRENO								
	h	Labor de subsolado en terrenos de textura media, con tractor de 150 CV y subsolador de tres púas (dos metros de anchura), realizando dos pases a 70 cm y con velocidad de 3,5 km/h. Parte proporcional de costes indirectos.								
								3,43	61,27 €	210,16 €
1.2.3	h	APLICACIÓN DE ENMIENDA ORGÁNICA								
	h	Labor de reparto de enmienda enmienda organomineral GUANITO, con tractor de 80 CV y abonadora de distribución centrifuga, trabajando a la velocidad de 10 km/h. Parte proporcional de costes indirectos.								
								1,67	112,36 €	187,64 €

CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1.2.4	h	LABOREO PRIMARIO								
	h	Laboreo primario de vertedera, con tractor de 120 CV y vertedera de cuatro cuerpos (1,50 m de anchura), trabajando con velocidad de 6 km/h y una profundidad de 30 cm. Parte proporcional de costes indirectos.						2,86	53,27 €	152,35 €
1.2.5	h	LABOR SECUNDARIO								
	h	Laboreo secundario de cultivador, con tractor de 80 CV y cultivador de 10 brazos flexibles y rejas extirpadoras (2,20 m de anchura), trabajando a 8 km/h de velocidad y a una profundidad máxima de 10 cm. Parte proporcional de costes indirectos.						1,28	50,36 €	64,46 €
1.2.6	h	REPLANTEO								
	h	Medición del terreno para el marcado de las líneas de plantación cuya separación es de 4 m entre sí, siguiendo para ello lo indicado en el plano nº 4 del Proyecto y señalizando mediante jalones el principio y fin de cada línea. Parte proporcional de costes indirectos.						15,30	20,96 €	320,69 €

CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1.2.7	h	RECEPCION DE PLANTAS								
	h	Labor de verificación del buen del buen estado de los plantones suministrados, así como de la ausencia de plagas o enfermedades en ellos. Parte proporcional de costes indirectos.								
TOTAL PARTIDA:								1,50	11,30 €	16,95 €
1.2 LABORES PREVIAS A LA PLANTACIÓN										1.057,19 €
1.3	PLANTACIÓN									
1.3.1	h	REPARTO DE PLANTAS								
	h	Distribución de los plantones de madroño hasta su lugar de plantación, teniendo en cuenta que cada variedad queda emplazada según lo indicado en el Plano nº 5 del Proyecto y utilizando para ello el tractor de 50 CV y el remolque adquiridos para las labores de exlotación. Parte proporcional de costes indirectos.								
								4,53	22,32 €	101,11 €
1.3.2	h	PLANTACIÓN								
	h	Plantación manual de plantones de madroño con cepellón de 120 cc, en días preferiblemente húmedos y nubladas, mediante apertura de hoyos, introducción del cepellón y posterior tapado del agujero, dejando una hoya hundida alrededor del cuello de 2-3 cm de profundidad. Parte proporcional de costes indirectos.								
TOTAL PARTIDA:								90,65	21,15 €	1.917,25 €
1.3 PLANTACIÓN										2.018,36 €

Alumno/a: José Antonio Morato García
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
 Titulación de: Grado de Ingeniería Forestal y del Medio Natural

CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1.4	CERRAMIENTO									
1.4.1	h	MARQUEO CERRAMIENTO								
	h	Medición del perímetro del vallado y marcación con pintura de la localización de los postes intermedios y de tensión, siguiendo para ello lo indicado en el plano nº 7 del Proyecto. Parte proporcional de costes indirectos.								
								7,42	11,35 €	84,22 €
1.4.2	h	APERTURA ZANJA								
	h	Pase de subsolador de una reja para la apertura de una zanja de 15 cm de profundidad, con tractor de 80 CV y con velocidad de 4 km/h. Parte proporcional de costes indirectos.								
								0,28	53,28 €	14,92 €
1.4.3	h	REPARTO DE POSTES								
	h	Distribución de los postes de madera hasta su lugar de plantación, teniendo en cuenta la distribución del Plano nº 7 del Proyecto, utilizando para ello el tractor de 50 CV y el remolque adquiridos para las labores de explotación. Parte proporcional de costes indirectos.								
								0,44	22,32 €	9,82 €

CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1.4.4	h	CLAVADO DE POSTES								
	h	Clavado de postes mediante una clavadora de postes y un tractor de 80 CV. Parte proporcional de costes indirectos.						15,93	48,90 €	778,98 €
1.4.5	ml	INSTALACION MALLA GANADERA								
		Instalación de la malla ganadera, alambre de espino terminal, grampillones y tensores, según lo recogido en el plano nº 8 del Proyecto. Materiales incluidos.						890,00	22,30 €	19.847,00 €
1.4.6	Ud	INSTALACION PORTÓN ACCESO								
		Instalación de puerta carruaje de dos hojas, , de 1,5 m. de alto por 6 m. de ancho, fabricada de mallazo galvanizado liso y cuadrícula de 200x50x5 mm. de espesor enmarcadas en perfil "PDS", con el hormigonado de sus dos pilares. Instalación incluida en el precio de la puerta.						1,00	370,28 €	370,28 €

CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE	
1.4.7	Ud	TAPADO DE ZANJA									
		Tapado de la zanja mediante dos pases de una cuchilla niveladora de 2 m de ancho, suspendida en el tractor de 50 CV adquirido para la plantación. Parte proporcional de costes indirectos.									
TOTAL PARTIDA:								0,73	21,09 €	15,40 €	
1.4 CERRAMIENTO										21.120,61	
1.5	LABORES POSTERIORES A LA PLANTACIÓN										
1.5.1	h	RIEGO DE PLANTACIÓN									
	h	Riego de plantación realizado con tractor de 50 CV y pulverizador de 500 L, aportando a cada planta aproximadamente 2 L de agua. No será necesario en caso de que haya abundantes precipitaciones en la fechas próximas a la plantación. Parte proporcional de costes indirectos.									
								19,04	22,32 €	424,97 €	
1.5.2	h	ESCARDA DE LA VEGETACIÓN ALREDEDOR DEL PIE									
	h	Escarada manual con azada de la vegetación adventicia nacida cercana a la planta. Parte proporcional de costes indirectos.									
								30,22	9,66 €	291,93 €	

CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1.5.3	h	REPOSICIÓN DE MARRAS								
	h	Reposición manual de marras con plántones de madroño de la misma variedad a la planta retirada. Parte proporcional de costes indirectos.								
								1,80	9,66 €	17,39 €
		TOTAL PARTIDA:								734,29
										1.5 LABORES POSTERIORES A LA PLANTACIÓN
		TOTAL PARTIDA:								29.054,84
										1 IMPLANTACIÓN DEL CULTIVO: AÑO 0
2		INSTALACIÓN DE RIEGO Y DE FERTIRRIGACIÓN								
2.1		MOVIMIENTO DE TIERRAS								
2.1.1	m3	EXCAVACIÓN MECÁNICA ZANJAS PARA INSTALACIÓN TUBERÍAS								
	m3	Excavación mecánica de zanjas para alojar instalaciones, en terreno de consistencia floja, i/pos- terior relleno y apisonado de tierra procedente de la ex cav ación y p.p. de costes indirectos.								
		T. terciaria subunidad A	1	141,00	0,50	0,40	28,20			
		T. terciaria subunidad B	1	137,00	0,50	0,40	27,40			
		T. terciaria subunidad C	1	141,00	0,50	0,40	28,20			
		T. principal (a may ores de t. terciaria)	1	156,00	0,50	0,40	31,20			
		TOTAL PARTIDA:						115,00	10,54 €	1.212,10 €
										2.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS
										1.212,10 €

Alumno/a: José Antonio Morato García
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
 Titulación de: Grado de Ingeniería Forestal y del Medio Natural

CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2.2		LATERALES DE RIEGO Y ACCESORIOS								
2.2.1	ml	TUBERÍA POLIETILENO PE-40 16 MM Y 0,25 MPA								
	ml	Suministro y montaje de tubería de polietileno PE-40 portagoteros, de 16 mm de diámetro y 2,5 bare de presión nominal. Incluidos accesorios								
		Subunidad A (33 laterales)	1,00	1.621,46			1.621,46			
		Subunidad B (21 laterales)	1,00	1.342,12			1.342,12			
		Subunidad C (34 laterales)	1,00	1.502,57			1.502,57			
								4.466,15	0,46 €	2.054,43 €
2.2.2	ud	GOTERO AUTOCOMPENSANTE Y ANTIDRENANTE 4 L/H PINCHADO								
	ud	Suministro y montaje de gotero pinchado autocompensante y antidrenante con caudal de 4 L/h, modelo PC-CNL								
		Subunidad A	1.306,00				1.306,00			
		Subunidad B	1.120,00				1.120,00			
		Subunidad C	1.208,00				1.208,00			
								3.634,00	0,28 €	1.017,52 €
		TOTAL PARTIDA:								3.071,95 €
		2.2 LATERALES DE RIEGO Y ACCESORIOS								

CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2.3		TUBERÍAS TERCIARIAS Y ACCESORIOS								
2.3.1	ml	TUBERÍA POLIETILENO PE-40 40 MM Y 4 BARES								
	ml	Suministro y montaje de tubería de polietileno PE-40, de 40 mm de diámetro y 4 bares de presión nominal. Incluidos accesorios								
		Subunidad A	1	141,00			141,00			
		Subunidad B	1	137,00			137,00			
		Subunidad C	1	141,00			141,00			
								419,00	1,06 €	444,14 €
2.3.2	ud	ENLACE A LATERAL DE RIEGO								
	ud	Conector inicial de inserción de 16 mm para tuberías PE								
		Subunidad A (33 laterales)	33,00				33,00			
		Subunidad B (21 laterales)	21,00				21,00			
		Subunidad C (34 laterales)	34,00				34,00			
								88,00	0,19 €	16,72 €

Alumno/a: José Antonio Morato García
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
 Titulación de: Grado de Ingeniería Forestal y del Medio Natural

CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2.3.3	ud	HIRANTES DE RIEGO. ENTRADA TUBERÍA TERCIARIA								
	ud	Montaje de los dispositivos a instalar en la entrada de tuberías terciarias. Incluye: electroválvula HELITENE o similar de plástico con RH 1 1/2" y sOlenoide de 24 V, del tipo normalmente cerrada; reductor de presión SENNINGER o similar con RH 1 1/4", a 1,4 Bar aguas abajo, presión máxima de entrada 10 Bar y caudal entre 2.300-7.300 L/h ; válvula de ventosa cinética RM 3/4" con rango de presiones entre 0,3-10 Bar; y piezas necesarias de unión.								
								3,00	115,30 €	345,90 €
				TOTAL PARTIDA:	2.3 TUBERÍAS TERCIARIAS Y ACCESORIOS					806,76 €
2.4	TUBERÍAS PRINCIPAL Y ACCESORIOS									
2.4.1	ml	TUBERÍA POLIETILENO PE-40 40 MM Y 4 BARES								
	ml	Suministro y montaje de tubería de polietileno PE-40, de 40 mm de diámetro y 0,4 MPa de presión nominal, incluidos accesorios.								
								156,00	1,36 €	212,16 €
2.4.2	ud	CONEXIÓN TUBERÍA TERCIARIA								
	ud	Montaje de unión de la tubería principal con la entrada del hidrante de riego (entrada electroválvula), incluidas piezas necesarias.								
								3,00	3,17 €	9,51 €

CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2.4.3	ml	CABLE ELÉCTRICO ANTIHUMEDAD 3X 1								
	ml	Suministro e instalación de cable eléctrico antihumedad de 5 hilos y 0,8 mm2 de sección. Parte proporcional de costes indirectos.								
TOTAL PARTIDA:								156,00	2,43 €	379,08 €
2.4 TUBERÍAS PRINCIPAL Y ACCESORIOS										600,75 €
2.5	CABEZAL DE RIEGO									
2.5.1	ud	EQUIPO DE IMPULSIÓN								
	ud	Suministro e instalación del equipo de impulsión formado por un grupo electrobomba sumergido modelo IDEAL SD Serie constructiva S 4" con salida de 2", válvula antirretorno y potencia de 4 HP con funcionamiento trifásico, incluido cableado y elementos de sujección, y tubería de impulsión de polietileno PE-80 de 63 mm de diámetro y 8 bares de presión nominal. Parte proporcional de costes indirectos.								
								1,00	1.634,64 €	1.634,64 €
2.5.2	ud	EQUIPO DE FILTRADO								
	ud	Suministro y montaje de equipo de filtrado para riego localizado. Comprende: filtro de arena de acero al carbono de la marca LAMA o similar de 400 mm de diámetro, presión de trabajo máxima 8 Bar y caudal máximo de 10 m3/h, incluido material filtrante de arena silícea del nº 16 y válvulas necesarias para su correcto funcionamiento; y dos filtros de discos AZUD o similar de 120 mesh para caudales de 5 m3/h y presión máxima de 8 Bar, ambos situados en paralelo. Parte proporcional de costes indirectos.								
								1,00	621,32 €	621,32 €

Alumno/a: José Antonio Morato García
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
 Titulación de: Grado de Ingeniería Forestal y del Medio Natural

CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2.5.3	ml	TUBERÍA PVC Y UNIONES								
	ml	Suministro y montaje de tubería de PVC de 50 mm y 10 atm para las conducciones necesarias del cabezal de riego. Incluye piezas especiales de unión. Parte proporcional de costes indirectos.								
								6,50	28,25 €	183,63 €
2.5.4	ud	VÁLVULAS Y PIEZAS ESPECIALES								
	ud	Suministro e instalación de las diferentes válvulas necesarias en el cabezal de riego para su correcto funcionamiento, así como para su automatización. Incluye: cuatro llaves de paso manuales de PVC de 50 mm y 16 atm con funcionamiento por válvula de bola, una válvula de ventosa de 10 atm, un contador homologado modelo WOLTMAN WI-50 o similar, una válvula hidráulica HIDROCONTA de 1 1/2 y 16" atm controlada por selenoide de 24 V, un controlador de presión PRESCONTROL de 1" para presiones entre 1,5-7 bar, un regulador de presión de 1 1/2" con regulación gradual de la presión de salida entre 1,5-6 bar, y cuatro manómetros. Parte proporcional de costes indirectos.								
								1,00	786,41 €	786,41 €

CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2.5.5	ud	EQUIPO DE FERTIRRIGACIÓN								
	ud	Suministro e instalación del equipo de fertirrigación. Comprende: tres depósitos de polietileno lineal translúcido para fertilizante líquido de 500 L, con tapa roscada e indicación de nivel; un depósito de polietileno lineal translúcido de 50 L, con tapa roscada e indicación de nivel; tres electroválvulas del tipo normalmente cerradas de 1/2", con solenoide de 24 V y resistentes a la acción de productos químicos, del modelo HIDROCONTA o similar; una mini electroválvula del tipo normalmente cerrada de 1/2" y con solenoide de 24 V, tubería de polietileno PE-40 de 6 atm incluidas piezas de unión o derivación tales como codos o "T"s; bomba dosificadora electromagnética de membrana seca con caudal ajustable de 2,4-12 L/h del modelo LMI ROYTRONIC o similar; y válvula antirretorno de 1/2" y 16 atm. Parte proporcional de costes indirectos.						1,00	1.536,82 €	1.536,82 €
2.5.6	ud	PROGRAMADOR DE RIEGO								
	ud	Suministro e instalación de programador de riego de 8 estaciones modelo HUNTER XC o similar, para instalación interior, con entrada de 220 V y salida de 24 V y pila de litio de 3V para el mantenimiento de la programación. Parte proporcional de costes indirectos.								
								1,00	134,67 €	134,67 €
		TOTAL PARTIDA:								
					2.5 CABEZAL DE RIEGO					4.897,49 €
		TOTAL PARTIDA:			2 INSTALACIÓN DE RIEGO Y DE FERTIRRIGACIÓN					10.589,04 €

Alumno/a: José Antonio Morato García
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
 Titulación de: Grado de Ingeniería Forestal y del Medio Natural

CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3	NAVE-ALMACÉN									
3.1	INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD									
3.1.1	Ud	GASTOS TRAMITACIÓN Y CONTRATACIÓN KW								
	Ud	Gastos tramitación contratación por Kw. con la Compañía para el suministro al edificio desde sus redes de distribución, incluido derechos de acometida, transformador, enganche y verificación en la contratación de la póliza de abono.						1,00	136,20 €	136,20 €
3.1.2	ml	LÍNEA GENERAL ALIMENTACIÓN 4x10 Cu								
	ml	Línea general de alimentación, aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 4x10 mm2. de conductor de cobre bajo tubo de PVC Dext= 75 mm., incluido tendido del conductor en su interior, así como p/p de tubo y terminales correspondientes. ITC-BT-14 y cumplir normaUNE-EN 21.123 parte 4 ó 5.						12,00	17,63 €	211,56 €
3.1.3	Ud	CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN 100 A								
	Ud	Caja general de protección 100 A incluido bases cortacircuitos y fusibles calibrados de 100 A para protección de la línea repartidora, situada en fachada o interior de nicho mural. Según REBT.						1,00	71,20 €	71,20 €

CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.1.4	Ud	MÓDULO UN CONTADOR TRIFÁSICO								
	Ud	Módulo para un contador trifásico, homologado por la Compañía suministradora, incluido cableado y protección respectiva. (Contador a alquilar). ITC-BT 16 y el grado de proteccion IP 40 e IK 09.						1,00	124,85 €	124,85 €
3.1.5	Ud	CUADRO GENERAL NAVE								
	Ud	Cuadro tipo de distribución, protección y mando para nave, con o sin pública concurrencia, formado por un cuadro doble aislamiento ó armario metálico de empotrar ó superficie con puerta, incluido carriles, embarrados de circuitos y protección IGA-32A (III+N); 1 interruptor diferencial de 40A/2p/30mA, 1 PIA de 40A (III+N); 1 PIAS de 10A (I+N); 2 PIAS de 16A (I+N); contactor de 40A/2p/220V; totalmente cableado, conexionado y rotulado.						1,00	312,74 €	312,74 €

CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.1.6	ml	CIRCUITO INTERIOR ALUMBRADO 1,5 MM2								
	ml	Circuito de alumbrado realizado con tubo de PVC corrugado de 13 mm/gp5, conductores de cobre rígido de 1,5 mm2, aislamiento VV 750 V, en sistema monofásico (fase y neutro), incluido parte proporcional de cajas de registro y regletas de conexión. Según REBT.								
		1. Vestuarios y aseos	1,00	3,50			3,50			
		2. Cabezal de riego	1,00	4,00			4,00			
		3. Garaje	1,00	31,30			31,30			
		4. Iluminación exterior	1,00	2,00			2,00			
								40,80	4,97 €	202,78 €
3.1.7	ml	CIRCUITO INTERIOR FUERZA 2,5 MM2								
	ml	Circuito de toma de fuerza realizado con tubo de PVC corrugado de 16 mm/gp5, conductores de cobre rígido de 2,5 mm2, aislamiento VV 750 V, en sistema monofásico (fase, neutro y tierra), incluido parte proporcional de cajas de registro y regletas de conexión. Según REBT.								
		Cabezal de riego, vestuarios, garaje	1,00	32,00			32,00			
								32,00	5,74 €	183,68 €

Alumno/a: José Antonio Morato García
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
 Titulación de: Grado de Ingeniería Forestal y del Medio Natural

CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.1.8	ml	CIRCUITO INTERIOR TRIFÁSICO								
	ml	Circuito de potencia para una intensidad máxima de 15 A o una potencia de 8 kW, constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 2,5 mm ² de sección y aislamiento tipo VV 750 V, montado bajo tubo de 16 mm, incluyendo ángulos y accesorios de montaje. Según REBT.								
		T1. Grupo electrobomba	1,00	7,50			7,50			
								7,50	7,36 €	55,20 €
3.1.9	ud	PUNTO LUZ SENCILLO SIMÓN-27								
	ud	Punto luz sencillo realizado en tubo PVC corrugado M 20/gp5 y conductor de cobre rígido de 1,5 mm ² . de Cu y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja registro, caja mecanismo universal con tornillo, interruptor unipolar SIMON-27 blanco y marco respectivo, totalmente montado e instalado.								
								13,00	13,46 €	174,98 €
3.1.10	ud	REGLETA DE SUPERFICIE 1x36 W								
	ud	Regleta de superficie de 1x 36 W SYLVANIA con protección IP 20 clase I, cuerpo de chapa de acero de 0,7 mm pintado Epox i poliéster en horno, anclaje chapa galv anizada con tornillos incorpora- dos o sistema colgado, electrificación con: reactancia, regleta de conexión, portalámparas, cebado- res, i/lámparas fluorescentes trifosforo (alto rendimiento), replanteo, pequeño material y conexionado.								
								12,00	21,03 €	252,36 €

Alumno/a: José Antonio Morato García
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
 Titulación de: Grado de Ingeniería Forestal y del Medio Natural

CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.1.11	ud	REGLETA DE SUPERFICIE 2x28 W.								
	ud	Regleta de superficie de 1x 28 W SYLVANIA con protección IP 20 clase I, cuerpo de chapa de acero de 0,7 mm pintado Epox i poliester en horno, anclaje chapa galv anizada con tornillos incorpora- dos o sistema colgado, electrificación con: reactancia, regleta de conexión, portalámparas, cebado- res, i/lámparas fluorescentes trifosoro (alto rendimiento), replanteo, pequeño material y conex ionado.						1,00	28,40 €	28,40 €
3.1.12	ud	FOCO EMP. HALÓG. 150-450 W. F/ORIEN.								
	ud	Foco empotrable (Dow nlight) HALOGENO 150-450 W. mod. 0100 de TROLL ó similar, con protección IP 40 /CLASE I, toma de tierra CLASE I, cuerpo cerrado vidrio, reflector en luna en aluminio purisimo de alta rendimiento color a elegir, con lámpara HALOGENA 150-450 W./220v fija, i/ replanteo, sistema de fijación, pequeño material y conexionado.						1,00	46,23 €	46,23 €
3.1.13	ud	BASE DE ENCHUFE 16 A 2P+TT								
	ud	Base de enchufe realizada con tubo de PVC corrugado de 13 mm/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm2 de Cu, y aislamiento VV 750 V, en sistema monofásico (fase, neutro y TT), incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, base de enchufe 16 A, totalmente instalada. Según REBT.						6,00	9,54 €	57,24 €

CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.1.14	ud	CUADRO ELÉCTRICO PROTECCIÓN ELECTROBOMBA								
	ud	Instalación de cuadro eléctrico de protección para grupo electrobomab trifásico en caja de plástico con contactor, relé térmico, interruptor O-I, regletas de conexión, fusible de maniobra, pilotos de marcha, disparo térmico y tensión.								
TOTAL PARTIDA:								1,00	151,80 €	151,80 €
3.1 INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD										2.009,22
3.2	CERRAMIENTO INTERIOR VESTUARIOS									
3.2.1	Ud	PANEL SANDWICH								
	Ud	Panel sándwich aislante para fachadas, de 35 mm de espesor y 1100 mm de ancho, formado por dos paramentos de chapa lisa de acero galvanizado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de densidad media 40 kg/m ³ , con junta diseñada para fijación con tornillos ocultos, remates y accesorios.								
TOTAL PARTIDA:								23,60	28,20 €	665,52 €
3.2 CERRAMIENTO INTERIOR VESTUARIOS										665,52
3.3	CARPINTERÍA									
3.3.1	Ud	PUERTA EXTERIOR VESTUARIOS								
	Ud	Puerta paso prelacada blanca 100*215 cm, y herrajes de colgar y de cierre latonados, totalmente montada, incluso p.p. de medios auxiliares								
TOTAL PARTIDA:								1,00	269,40 €	269,40 €

CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE	
3.3.2	Ud	PUERTA INTERIOR VESTUARIOS									
	Ud	Puerta de paso ciega 72x203 cm, serie económica, sisa hueca (CLH) de sapelly barnizada, y herrajes de colgar y de cierre latonados, totalmente montada, incluso p.p. de medios auxiliares.									
TOTAL PARTIDA:								1,00	176,00 €	176,00 €	
3.3 CARPINTERÍA										445,40	
3.4	INSTALACIÓN FONTANERÍA										
3.4.1	Ud	TUBERÍA BRASELI MLCP 16X 2,0 mm									
	ml	Tubería multicapa UPONOR UNIPIPE de PERT-AL-PERT, según norma UNE 53.960, de 16x 2 mm. de diámetro, colocada en instalaciones interiores de viviendas y locales comerciales para agua fría y caliente, sin protección superficial, con p.p. de accesorios UPONOR M-fitting de latón especial, instalada y funcionando según CTE/ DB-HS 4 suministro de agua.									
								3,80	3,80 €	14,44 €	
3.4.2	Ud	LLAVE DE EMPOTRAR CROMADA									
	Ud	Llave empotrar de paso recta, cromada de 1/2", totalmente instalada.									
								3,00	11,64 €	34,92 €	

CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.4.3	Ud	FREGADERO								
	Ud	Fregadero de gres tipo GALA de 80x50 cm. de un seno con escurridor, con grifo de un agua para pared, con válvula de desagüe 32 mm y sifón individual PVC 50 mm, totalmente instalado.						1,00	142,20 €	142,20 €
3.4.4	Ud	LAVABO								
	Ud	Lavabo GALA de 60x 46 cm. con pedestal en blanco, con grifería de lamisma marca modelo Ceraplan, válvula de desagüe de 32 mm., llave de escuadra de 1/2" cromada y sifón individual PVC 40 mm. y latiguillo flexible 20 cm., totalmente instalado.						1,00	182,42 €	182,42 €
3.4.5	Ud	INODORO								
	Ud	Inodoro de Ideal Standard modelo Ecco de tanque bajo en blanco, con asiento y tapa pintada, mecanismos, llave de escuadra de 1/2" cromada, latiguillo flexible de 20 cm., empalme simple de PVC de 110 mm., totalmente instalado.						1,00	187,46 €	187,46 €

CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.4.6	Ud	GRIFO EXTERIOR								
	Ud	Grifo curvo para uso exterior de conexión rápida. Entrada de 1/2" y salida de 3/4								
TOTAL PARTIDA:								1,00	7,95 €	7,95 €
3.4 INSTALACIÓN FONTANERÍA										569,39
3.5	SANEAMIENTO									
3.5.1	Ud	TUBERÍA EVACUACION PVC M1 50 mm. URALITA								
	Ud	Tubería multicapa PVC en policloruro de vinilo con resistencia al fuego M1, de diámetro exterior 50 mm x 3 mm de espesor Serie B, URALITA, en instalaciones de evacuación de aguas residuales y pluviales, para unir con piezas de igual material, mediante adhesivo. De conformidad con UNE-EN 1453 y marca de calidad AENOR y AFNOR, totalmente instalada, según CTE/ DB-HS 5 evacuación de aguas.								
								4,20	7,40 €	31,08 €
3.5.2	Ud	TUBERÍA EVACUACIÓN PVC M1 110 mm. URALITA								
	Ud	Tubería multicapa PVC en policloruro de vinilo con resistencia al fuego M1, de diámetro exterior 110 mm x 3 mm de espesor Serie B, URALITA, en instalaciones de evacuación de aguas residuales y pluviales, para unir con piezas de igual material, mediante adhesivo. De conformidad con UNE-EN 1453 y marca de calidad AENOR y AFNOR, totalmente instalada, según CTE/ DB-HS 5 evacuación de aguas.								
								1,20	9,20 €	11,04 €

CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.5.3	Ud	ARQUETA REGISTRO 40x40x50 cm								
	Ud	Arqueta de registro de 40x40x50 cm. realizada con fábrica de ladrillo macizo de 1/2 pié de espesor recibido con mortero de cemento M 5 según UNE-EN 998-2, enfoscada y bruñida en su interior, i/solera de hormigón HM-20 N/mm2 y tapa de hormigón armado, según CTE/DB-HS 5.								
								1,00	56,42 €	56,42 €
3.5.4	Ud	FOSA SÉPTICA								
	Ud	Fosa séptica con filtro biológico fabricada en polietileno con capacidad de 500 litros (0,5 m3) y con boca de hombre de 600 mm, y conexiones. Totalmente instalada.								
								1,00	393,00 €	393,00 €
			TOTAL PARTIDA:							
			TOTAL PARTIDA:			3.5 SANEAMIENTO				491,54 €
						3 NAVE-ALMACÉN				4.181,07 €

CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE		
4	ADQUISICIÓN DE MAQUINARIA											
4.1	TRACTOR											
4.1.1	Ud	TRACTOR FRUTERO 50 CV										
	Ud	Adquisición de tractor frutero de 50 CV de potencia (49 CV/36,5 kW a 2.600 rpm) y cuatro cilindros (2.482 cm3), con par máximo de 170 Nm a 1.500 rpm. Capacidad de depósito: 45 L. Tracción: 4 ruedas motrices permanentes. Toma de fuerza posterior: Independiente del cambio, a 540 rpm y sincronizada con el avance. Conectable bajo carga con freno en la posición desconectada. Embrague de discos múltiples en baño de aceite y accionamiento Electrohidráulico. Elevador posterior: 2 Martinetti externos - opcional: con esfuerzo y posición controlados. Brazos tercer punto: Enganches normales cat. 1. Tirantes tercer punto: Con regulación manual. Capacidad de elevación en las rútuas: 1200 kg. Peso a punto marcha con chasis: 1520 kg										
TOTAL PARTIDA:								4.1	TRACTOR			
								1,00	18.000,00 €	18.000,00 €		
4.2	APEROS											
4.2.1	Ud	DESBROZADORA-TRITURADORA DE MARTILLOS 1,80 M										
	Ud	Adquisición de desbrozadora- trituradora de 1,70 m de anchura para enganchar a los tres puntos de un tractor (potencia necesaria de 40-50 CV). Diámetro de leña triturable: hasta 30 mm. Número de cuchillas: 28. Utensilios de corte: martillos. Altura de corte máxima: 90 mm. Altura de corte mínima: 20 mm										
								1,00	1.200,00 €	1.200,00 €		

CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
4.2.2	Ud	ATOMIZADOR CON CUBA DE 600 L								
	Ud	Adquisición de atomizador para suspender en tractor de al menos 40 CV de potencia. Depósito en polietileno translúcido y con reglado del volumen. Deposito auxiliar lava-manos y lava-circuitos. Bomba a membrana o pistón. Mando eléctrico. Chasis de acero reforzado y pintura anticorrosión. Turbinas de 740 y 920 mm de 10 aspas fijas y 10 de polipropileno paso variable. Multiplicador de 2 velocidades y punto muerto. 14 jets antigota. Embrague centrífugo de ferodos. Tapadera abatible con filtro de llenado. Filtro de aspiración inspeccionable con válvula. Freno hidráulico. Kit de luces. Faldón antihojas						1,00	3.600,00 €	3.600,00 €
4.2.3	Ud	REMOLQUE DE UN EJE CON FRENOS MMT 1.600 KG								
	Ud	Adquisición de remolque de un solo eje con frenos, para tractor de 40-45 CV, con dimensión aproximada total de 2,6x1,9x0,7 m y caja de 2,5x1,8x0,6m. MMA (Masa Máxima Admitida) de 2.500 kg, TARA de 850 kg y MMT (Masa Máxima Transportable) de 1.600 kg.						1,00	1.560,00 €	1.560,00 €
4.2.3	Ud	MOTODESBROZADORA MANUAL 0,8 kW								
	Ud	Adquisición de una motodesbrozadora manual a gasolina de 0,8 kW. Cilindrada: 27,3 cm ³ . Longitud total: 1,7 m. Capacidad de depósito: 0,34 l. Potencia sonora: 108 dB(A). Potencia: 0,8 Kw / 1,1 cv. Peso: 5,2 kg. Nivel sonoro: 93 dB(A)						1,00	329,00 €	329,00 €
TOTAL PARTIDA:										
TOTAL PARTIDA:										
4.2 APEROS										6.689,00 €
4 ADQUISICIÓN DE MAQUINARIA										24.689,00 €

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Alumno/a: José Antonio Morato García
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
 Titulación de: Grado de Ingeniería Forestal y del Medio Natural

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
1	IMPLANTACIÓN DEL CULTIVO: AÑO 0	
1.1	ADQUISICIÓN DEL MATERIAL VEGETAL	4.124,40 € CUATRO MIL CIENTO VEINTICUATRO EUROS CON CUARENTA CENTIMOS
1.2	LABORES PREVIAS A LA PLANTACIÓN	1.057,19 € UN MIL CINCUENTA Y SIETE EUROS CON DIEZ Y OCHO CENTIMOS
1.3	PLANTACIÓN	2.018,36 € DOS MIL DIEZ Y OCHO EUROS CON TREINTA Y CINCO CENTIMOS
1.4	CERRAMIENTO	21.120,61 € VEINTIUN MIL CIENTO VEINTE EUROS CON SESENTA CENTIMOS
1.5	LABORES POSTERIORES A LA PLANTACIÓN	734,29 € SETECIENTOS TREINTA Y CUATRO EUROS CON VEINTIOCHO CENTIMOS
TOTAL PARTIDA:		29.054,84 VEINTINUEVE MIL CINCUENTA Y CUATRO EUROS CON OCHENTA Y CUATRO CENTIMOS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
2	INSTALACIÓN DE RIEGO Y DE FERTIRRIGACIÓN	

2.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS	1.212,10 €
		UN MIL DOSCIENTOS DOCE EUROS CON DIEZ CENTIMOS
2.2	LATERALES DE RIEGO Y ACCESORIOS	3.071,95 €
		TRES MIL SETENTA Y UN EUROS CON NOVENTA Y CUATRO CENTIMOS
2.3	TUBERÍAS TERCIARIAS Y ACCESORIOS	806,76 €
2.4	TUBERÍAS PRINCIPAL Y ACCESORIOS	600,75 €
		SEISCIENTOS EUROS CON SETENTA Y CINCO CENTIMOS
2.5	CABEZAL DE RIEGO	4.897,49 €
		CUATRO MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y SIETE EUROS CON CUARENTA Y OCHO CENTIMOS
	TOTAL PARTIDA:	10.589,04 €
		DIEZ MIL QUINIENTOS OCHENTA Y NUEVE EUROS CON CUATRO CENTIMOS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
3	NAVE-ALMACÉN	

Alumno/a: José Antonio Morato García
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
 Titulación de: Grado de Ingeniería Forestal y del Medio Natural

3.1	INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD	2.009,22
		DOS MIL NUEVE EUROS CON VEINTIUN CENTIMOS
3.2	CERRAMIENTO INTERIOR VESTUARIOS	665,52
		SEISCIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS CON CINCUENTA Y DOS CENTIMOS
3.3	CARPINTERÍA	445,40
		CUATROCIENTOS CUARENTA Y CINCO EUROS CON CUARENTA CENTIMOS
3.4	INSTALACIÓN FONTANERÍA	569,39
		QUINIENTOS SESENTA Y NUEVE EUROS CON TREINTA Y NUEVE CENTIMOS
3.5	SANEAMIENTO	491,54 €
		CUATROCIENTOS NOVENTA Y UN EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CENTIMOS
	TOTAL PARTIDA:	4.181,07 €
		CUATRO MIL CIENTO OCHENTA Y UN EUROS CON SEIS CENTIMOS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
---------------	--------------------	----------------

4	ADQUISICIÓN DE MAQUINARIA	
----------	----------------------------------	--

Alumno/a: José Antonio Morato García
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
 Titulación de: Grado de Ingeniería Forestal y del Medio Natural

4.1 TRACTOR

18.000,00 €

DIEZ Y OCHO MIL EUROS CON CERO CENTIMOS

4.2 APEROS

6.689,00 €

SEIS MIL SEISCIENTOS OCHENTA Y NUEVE EUROS CON CERO CENTIMOS

TOTAL PARTIDA: 24.689,00 €

VEINTICUATRO MIL SEISCIENTOS OCHENTA Y NUEVE EUROS CON CERO CENTIMOS

TOTAL PRESUPUESTO 68.513,95 €

SESENTA Y OCHO MIL QUINIENTOS TRECE EUROS CON NOVENTA Y CINCO CENTIMOS

En Santibáñez de la Sierra, a 22 de agosto de 2020

Firmado: José Antonio Morato García