



---

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

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

**Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural**

**PROYECTO DE FORESTACIÓN DE TIERRAS  
AGRÍCOLAS (4 HA) PARA PRODUCCIÓN DE  
*LACTARIUS DELICIOSUS* EN EL TÉRMINO  
MUNICIPAL DE VILLAHOZ (BURGOS)**

**Alumno/a: Lorena Manero Gutierrez**

**Tutor/a: Carlos del Peso Taranco**

**Cotutor/a: Ruth C. Martín Sanz**

**Enero de 2023**



---

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

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

**Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural**

**PROYECTO DE FORESTACIÓN DE TIERRAS  
AGRÍCOLAS (4 HA) PARA PRODUCCIÓN DE  
*LACTARIUS DELICIOSUS* EN EL TÉRMINO  
MUNICIPAL DE VILLAHOZ (BURGOS)**

**DOCUMENTO N°1: MEMORIA**

**Alumno/a: Lorena Manero Gutierrez**

**Tutor/a: Carlos del Peso Taranco  
Cotutor/a: Ruth C. Martín Sanz**

**Enero de 2023**

# Documento nº1: Memoria

## ÍNDICE MEMORIA

1. Objeto del proyecto .....	2
1.1. Carácter de la transformación .....	2
1.2. Localización y situación .....	2
1.3. Dimensión .....	2
2. Antecedentes .....	4
2.1. Motivación del proyecto .....	4
2.2. Promotora y proyectista .....	4
2.3. Estudios previos .....	4
3. Bases del proyecto .....	4
3.1. Directrices del proyecto .....	4
3.1.1. Finalidad del proyecto.....	4
3.1.2. Condiciones impuestas por la promotora .....	5
3.1.3. Criterios de valor .....	5
3.2. Condicionantes del proyecto .....	5
3.2.1. Condicionantes internos .....	5
3.2.2. Condicionantes externos .....	13
3.3. Situación actual.....	14
4. Estudio de las alternativas .....	14
4.1. Elección de especies .....	14
4.2. Elección del marco de plantación .....	15
4.3. Tratamiento de la vegetación preexistente .....	16
4.4. Preparación del terreno .....	16
4.5. Implantación vegetal.....	17
4.6. Métodos de protección.....	19
5. Ingeniería del proyecto .....	20
5.1. Ingeniería del proceso.....	20
5.2. Ingeniería de las obras .....	21
5.3. Cuidados posteriores .....	21
6. Programa de ejecución y puesta en marcha .....	21
7. Normas para la ejecución y puesta en marcha del proyecto .....	23
8. Estudio básico de Seguridad y Salud .....	23
9. Presupuesto del proyecto .....	23
9.1. Presupuesto de Ejecución Material .....	23
9.2. Presupuesto de Ejecución por Contrata .....	24
10. Estudio Económico.....	24
11. Bibliografía .....	26

## 1. Objeto del proyecto

### 1.1. Carácter de la transformación

El objeto del presente Proyecto es la restauración de tierras de uso agrícola (4 ha) mediante la plantación de *Pinus pinaster* var. *mesogeensis* (pino marítimo) micorrizado con *Lactarius deliciosus* (níscolo). De esta forma se pretende obtener un beneficio económico gracias al aprovechamiento micológico y forestal. La micorrización promueve el desarrollo del sistema radicular del árbol a través de los micelios del hongo, incrementando así la superficie de contacto con el suelo y aumentando el suministro de agua y nutrientes. También se obtendrá un beneficio ecológico ya que se plantará *Prunus dulcis* (almendro) como especie accesoria para aumentar la biodiversidad.

Gracias a esta forestación se evitarán pérdidas de suelo por erosión debido al uso agrícola y mejorará el hábitat para las especies de la zona, propiciando su abundancia y diversidad.

### 1.2. Localización y situación

La parcela objeto del proyecto es de una finca rustica sita en Villahoz (Burgos), paraje de Talamanguilla, polígono 514, parcela 983, referencia catastral 09450A514009830000JL. El centro de la parcela se sitúa en las coordenadas UTM (WGS84, 30): X: 424601.05; Y: 4657378.68

Dicha parcela se encuentra dentro del cuadrante 0275-4 del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Para mayor detalle sobre la ubicación se puede observar en el Documento Nº2: Planos el Plano nº1: Localización, Plano nº2: Situación y Plano nº3: Relación de parcelas catastrales.

- Municipio: Villahoz
- Com. Autónoma: Castilla y León
- Provincia: Burgos
- Comarca: Arlanza
- Situación geográfica: 42°04'42"N 3°54'43"O
- Altitud: 825 m
- Extensión: 50,53 km<sup>2</sup>
- Población: 291 habitantes (2021)
- Densidad: 5,94 habitantes/km<sup>2</sup>

Linda al Norte con la finca número 982 y con camino; al Sur con la finca 979 y con la finca 984; al Este con camino de Carrevillahizán; y al Oeste con las fincas números 980 y 979.

### 1.3. Dimensión

La superficie que abarca el terreno es de 4,0319 ha, la cual se encuentra en una sola parcela según lo determina el catastro. Dicha parcela está dividida en 6 recintos (viales, pasto arbustivo y tierras arables) los cuales resultan en 3,7031 ha disponibles para la forestación.



Figura 1. Parcela 983 y sus recintos a escala aprox. 1:2000. Fuente: SIGPAC.

Tabla 1. Información relativa al recinto. Fuente: SIGPAC.

Recinto	Superficie (ha)	Pendiente (%)	Uso	*Adm (%)	*Adm (ha)	Coef.Regadío	Incidencias	Región RPB	Región ABRS (Provisional)
1	1,9506	11,90	TA - TIERRAS ARABLES			0		0501 (2)	2 (3)
2	0,2503	29,50	PR - PASTO ARBUSTIVO	0	0,0000	0		0203 (2)	16 (3)
3	1,7305	5,90	TA - TIERRAS ARABLES			0		0501 (2)	2 (3)
4	0,0629	13,40	CA - VIALES			0			
5	0,0156	3,10	CA - VIALES			0			
6	0,0220	16,10	TA - TIERRAS ARABLES			0		0203 (2)	16 (3)

(2) Región del Régimen de Pago Básico según el Anexo II del Real Decreto 1076/2014.

(3) Región según el Anexo II del proyecto de Real Decreto sobre derechos de ayuda básica a la renta para la sostenibilidad de la política Agrícola Común. Dato provisional.

(\*) Admisibilidad en pastos.

Tabla 2. Resumen de datos de la parcela. Fuente: SIGPAC.

Uso	Superficie Total (ha)	Superficie Admisible en Pastos (ha)
CA - VIALES	0,0785	
PR - PASTO ARBUSTIVO	0,2503	0,0000
TA - TIERRAS ARABLES	3,7031	
Superficie Total	4,0319	0,0000

## 2. Antecedentes

### 2.1. Motivación del proyecto

Se trata de un trabajo técnico que busca la recuperación de un espacio degradado por los diferentes procesos de erosión derivados del uso agrícola, y cambio de uso del suelo para pasar del agrícola al forestal así obteniendo un mayor rendimiento económico, ya que el actual no satisface a su propietaria, además de saciar su deseo de implantar especies forestales y poder tener un aprovechamiento micológico.

### 2.2. Promotora y proyectista

La propietaria de la parcela es Merche Gutierrez Arenas, natural de Villahoz, por lo tanto, los costes, ayudas a recibir y futuros beneficios correrán a su cuenta.

La proyectista es Lorena Manero Gutierrez, estudiante del Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural en la Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias de Palencia (Universidad de Valladolid).

### 2.3. Estudios previos

En la zona actualmente lo más explotado es la agricultura, en menor medida también hay presencia de producción ganadera y enológica. Al no haber proyectos de Ingeniería Forestal, ni similares, ha habido que realizar algunos estudios previos para la ejecución de este proyecto:

- Estudio Climático
- Estudio Edáfico
- Estudio de Vegetación y Fauna
- Estudio Económico

## 3. Bases del proyecto

### 3.1. Directrices del proyecto

#### 3.1.1. Finalidad del proyecto

Este Proyecto tiene como finalidad la producción de níscolo en una zona que no está explotada sin dejar de lado la necesaria superficie protectora para la mejora y aumento de la biodiversidad. Con la producción de níscolo se intentará obtener el mayor beneficio posible para hacer así efectiva la rentabilidad de este proyecto. Otro de los fines es disminuir en la mayor medida posible la erosión y pérdida de suelo derivadas de la agricultura creando una cubierta forestal. El Promotor se dedica sus tierras al sector agrícola exclusivamente, por lo que de esta forma diversificará rentas aprovechándose de los buenos mercados que tiene el níscolo, también rentabilizará la almendra como producción secundaria si esto fuera posible.

### 3.1.2. Condiciones impuestas por la promotora

Los condicionantes que impondrá la promotora son los siguientes:

- El impacto ambiental será el mínimo posible.
- Los puestos de trabajo serán para los habitantes de la comarca, teniendo mayor prioridad los menores de 30 años y los mayores de 50.
- La planta que se vaya a usar será de calidad, y tendrá que estar micorrizada única y exclusivamente con el hongo *Lactarius deliciosus*, y como mínimo en un 20% de la superficie del cepellón.
- El porcentaje de marras será el mínimo posible.
- La realización del proyecto será lo más ajustada posible al presupuesto además de económica.
- Se solicitarán las subvenciones relacionadas con este tipo de trabajos, si las hubiere.

### 3.1.3. Criterios de valor

Teniendo en cuenta que la parcela sufre una gran degradación debido al uso agrícola, el principal criterio de valor para tener en cuenta es que el impacto ecológico sea el mínimo posible, realizando actuaciones que respeten el entorno y la propia parcela; el impacto paisajístico también deberemos intentar que sea reducido, tratando de integrar la nueva masa al medio.

Tanto la ejecución del proyecto, como la explotación de este no deberán producir perjuicio sobre los terrenos colindantes, y siempre deberán ser prioritarios para los vecinos del pueblo y la gente de la zona.

A lo largo de su vida útil se realizarán labores de prevención de incendios o ataques de plagas y enfermedades. También habrá que enfocar el proyecto a dar hábitat a la fauna local, favoreciendo así la biodiversidad.

Debido a la despoblación rural que están sufriendo en las últimas décadas los pueblos de Castilla y León, entre otras comunidades, los puestos de trabajo que surjan serán preferiblemente ocupados por trabajadores de la zona, debidamente cualificados para realizar las obras del presente Proyecto, para favorecer la promoción del desarrollo rural.

## 3.2. Condicionantes del proyecto

### 3.2.1. Condicionantes internos

#### **Clima**

El Estudio Climático que se ha realizado se encuentra de forma íntegra en el Anejo nº2: Estudio climático, en este apartado únicamente se incluirá un resumen.

En la zona del estudio no existe ninguna estación meteorológica por lo que se han recurrido a los datos suministrados por AEMET para la obtención de la serie de datos climáticos y posterior realización del estudio climático. Los criterios para la elección de la mejor estación son los siguientes:

- Proximidad: lo más cerca posible de la zona de estudio.
- Altitud: que varíe lo mínimo.
- Número de años de los datos: para precipitaciones mínimo 30 y para temperaturas mínimo 15.

Viendo el tipo de datos y la serie de años que ofrece cada estación en funcionamiento más cercana y comparando distancias y altitudes se ha decidido utilizar la estación de Albillos (2345) tanto para todos los cálculos de precipitaciones como de temperaturas.

En la Tabla 3 se encuentra toda la información referente a dicho observatorio.

*Tabla 3. Información sobre el observatorio utilizado para los datos climatológicos. Fuente: elaboración propia.*

<b>Nombre del observatorio utilizado para los datos termométricos:</b> Albillos
<b>Indicativo climatológico:</b> 2345
<b>Provincia:</b> Burgos
<b>Tipo de observatorio (pluviométrico, termopluviométrico, completo o automático):</b> PT (Termopluviométrico)
<b>Latitud observatorio:</b> 421631
<b>Longitud observatorio:</b> 347322
<b>Altitud (m):</b> 831
<b>Período de observaciones (indicar año de inicio y finalización de la serie disponible y también de la serie utilizada):</b> 1/09/1991 – 31/08/2022

Para trabajar de forma correcta, en cuanto a los datos hídricos, se han cumplimentado los datos inexistentes con la media de la serie a la cual correspondía ese mes. Si faltaran 6 meses o más en el mismo año, habría que incluir un año más en la serie.

La precipitación media anual es de 479 mm, y los meses más lluviosos son el mes de octubre y noviembre, según se refleja en la Tabla 4, también observándose una acentuada sequía estival.

*Tabla 4. Año tipo de precipitaciones medias mensuales del observatorio de Albillos (2345) para la serie de años 1991-2022. Fuente: elaboración propia a partir de los datos suministrados por AEMET.*

[mm]	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>P media</b>	43,9	31,7	37,3	52,7	49,7	34,8	20,2	17,5	28,5	60,9	54,9	47,0

El histograma de frecuencia de la precipitación total anual, Figura 2, determina los años en los que la precipitación anual se encuentra en ciertos intervalos, siendo el máximo en la precipitación anual (487,3, 587,3] para 12 años, y (387,3, 487,3] para 10 años.

La precipitación media anual, 479 mm, se encuentra en el segundo intervalo de los anteriormente mencionados, es decir, en el segundo intervalo mayor. Esto se debe a que es más probable que en un año concreto haya menos precipitaciones que la precipitación media a que haya más.

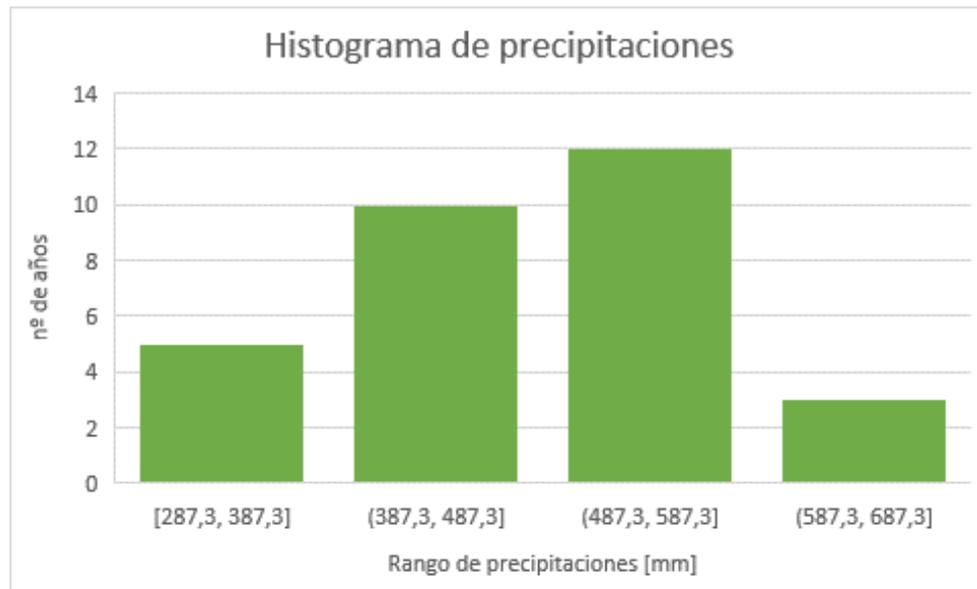


Figura 2. Histograma de precipitaciones del observatorio de Albillos (2345) para la serie de años 1991-2022. Fuente: elaboración propia a partir de los datos suministrados por AEMET.

La Tabla 5 es un cuadro resumen de los elementos climáticos secundarios (lluvia, nieve, granizo, tormenta, niebla, rocío y escarcha) en el que se indica la frecuencia de cada uno de ellos mensualmente para la serie de datos de 31 años.

Tabla 5. Cuadro resumen de los elementos secundarios del observatorio de Albillos (2345) para la serie de años 1991-2022. Fuente: elaboración propia a partir de los datos suministrados por AEMET.

Días de:	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
<b>Lluvia</b>	7	6	6	9	8	6	2	3	5	9	9	8	78
<b>Nieve</b>	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	6
<b>Granizo</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Tormenta</b>	0	0	0	1	2	2	2	2	1	0	0	0	10
<b>Niebla</b>	6	2	1	0	1	0	0	0	1	1	3	5	20
<b>Rocío</b>	2	2	4	6	9	9	9	9	11	10	6	3	80
<b>Escarcha</b>	7	7	6	3	2	0	0	0	1	3	5	7	41

La tabla muestra que los elementos climáticos secundarios más frecuentes anualmente son la lluvia y el rocío, y que en cambio el granizo es inexistente y la nieve muy poco frecuente en la zona de estudio.

En el caso de los datos térmicos, las lagunas puntuales se han dejado sin rellenar a la hora de hacer los cálculos.

Para poder interpretar visualmente las temperaturas medias mensuales, se ha realizado un gráfico compuesto de temperaturas, Figura 3, en el cual se han utilizado diferentes variables de temperaturas. Estas son las siguientes:

- Ta → temperatura máxima absoluta
- T'a → Media de las temperaturas máximas absolutas
- T → temperatura media de las máximas

- $t_m$  → temperatura media mensual
- $t$  → temperatura media de las mínimas
- $t'a$  → Media de las temperaturas mínimas absolutas
- $ta$  → temperatura mínima absoluta

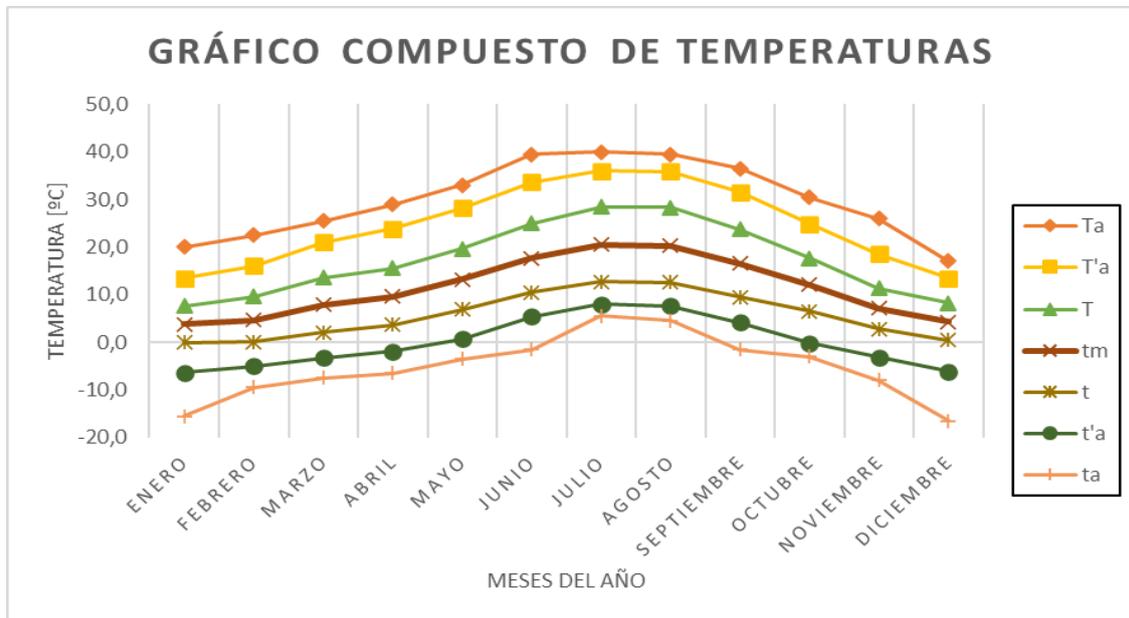


Figura 3. Gráfico compuesto de temperaturas del observatorio de Albillos (2345) para la serie de años 1991-2022. Fuente: elaboración propia a partir de los datos suministrados por AEMET.

La temperatura máxima absoluta ( $T_a$ ) se encuentra en el mes de julio con 40 °C; en cambio, la mínima absoluta ( $t_a$ ) se da en el mes de diciembre, descendiendo la temperatura hasta los -16,5 °C.

Las temperaturas medias ( $t_m$ ) varían desde los 3,7 °C en enero aumentando hasta llegar a los 20,6 °C en julio donde vuelven a descender.

El climodiagrama ombrotérmico de Gausson, Figura 4, se trata de una representación mixta de las temperaturas medias [°C] y las precipitaciones medias mensuales [mm] en los ejes de las ordenadas, teniendo las segundas una escala del doble de las primeras ( $P = 2t_m$ ). En el eje de las abscisas van situados los meses del año.

En el climodiagrama se advierte que los meses de julio, agosto y parte de junio y septiembre existe sequía. Esto se debe a que los meses en los que la curva de precipitaciones es inferior a la curva de temperaturas son los meses en los que esta existe.

Se trata de la denominada sequía estival, la cual es muy común en el clima mediterráneo.

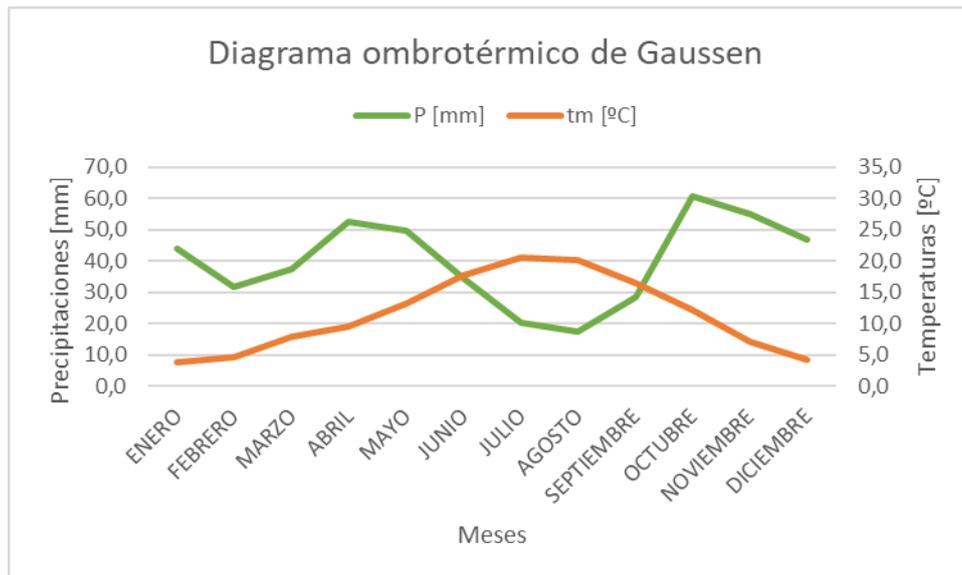


Figura 4. Climodiagrama ombrotérmico de Gausson del observatorio de Albillos (2345) para la serie de años 1991-2022. Fuente: elaboración propia a partir de los datos suministrados por AEMET.

Se han realizado diferentes índices climáticos y la clasificación de Köppen mediante los que se han obtenido varias conclusiones, en la Tabla 6 se resume todo ello.

Tabla 6. Tabla resumen de los índices y clasificaciones realizadas en cuanto a la climatología. Fuente: elaboración propia.

<b>Índice de oceanidad de Kerner</b>  Índices Climáticos: <b>Lang</b> <b>Vernet</b> <b>Emberger</b>  <b>Clasificación de Köppen</b>	<b>Clima continental</b>  Zonas húmedas de estepa o sabana Clima mediterráneo Piso mediterráneo templado  Csb: Clima templado con verano seco y suave
--	---

El clima de la zona objeto de Proyecto no supone grandes limitaciones, excepto por la sequía estival, la cual pudiera limitar la producción de níscolo si no hubiera precipitaciones durante el otoño.

### Edafología

El Estudio Edafológico realizado para el presente Proyecto se encuentra de forma íntegra en el Anejo nº3: Estudio edafológico, en este apartado solo se incluirá un breve resumen.

El paso previo a la realización del estudio edafológico es la realización de una zonificación. De esta forma se decide cuantas muestras de suelo se deben tomar, y por ende, cuantas calicatas hay que realizar. En el Plano 4: Plano de zonificación, se observa la zonificación realizada en base a tres criterios:

- Geología: como se ha indicado previamente es la misma para toda la parcela.
- Usos del suelo: son tierras de cultivo de secano.

- Orografía: el recinto situado más al sur de la parcela tiene una pendiente media según el SIGPAC del 5,9 % (<10%), mientras que el otro recinto tiene una pendiente media del 11,9% (>10%).

La orientación de toda la parcela es la misma ya que se encuentra en una zona principalmente llana y la vegetación actual también, ya que el suelo se encuentra desnudo y únicamente hay restos en descomposición del cultivo anterior. Según la mayoría de los criterios (geología, uso del suelo, orientación y vegetación) la parcela se compone de una única zona, en cambio según la orografía se deberían definir dos zonas. Sin embargo, la diferencia de pendiente entre un recinto y otro de la parcela no es demasiada y además, en general, toda la zona es llana, por lo que el suelo será bastante homogéneo en toda la parcela. Además, considerando los elevados costes económicos, pero también en tiempo, que supone la realización de calicatas y análisis de suelos, no se considera necesario la apertura de más de una calicata para describir las propiedades del suelo de esta parcela. Por todo ello, finalmente se decide considerar toda la parcela como una única zona y por tanto, sólo será necesario realizar una calicata para estudiar el suelo. La única calicata necesaria ha sido realizada en el recinto de la parcela situado al norte.

A la hora de realizar la calicata se han evitado los bordes de la parcela, ya que, al ser una parcela en uso agrícola, se ara anualmente y el suelo de los bordes está más compactado por el paso continuo de la maquinaria. El perfil de suelo, Figura 5, está formado por dos horizontes bien diferenciados en base a la penetrabilidad del suelo, ya que al cavar se ha notado perfectamente la consistencia mucho más dura del segundo horizonte.



*Figura 5. Fotografía del perfil edáfico con los cilindros de densidad aparente en cada horizonte encontrado. Fuente: elaboración propia.*

En campo se tomaron dos tipos de muestras de cada horizonte:

- Muestra inalterada: Cilindro de acero inoxidable con volumen conocido para el cálculo de la densidad aparente (esta únicamente se usa para el cálculo de la densidad aparente).
- Muestra alterada: Muestra representativa del horizonte de aproximadamente 1 kg (excepto para la densidad aparente, para el resto de los procedimientos se usará esta).

A continuación, en la Tabla 7, se describe cada uno de los horizontes según la observación de campo.

Tabla 7. Características visuales de los horizontes del perfil de suelo en campo. Fuente: elaboración propia.

PERFIL	Horizonte 1	Horizonte 2
<b>Profundidad desde la superficie (cm)</b>	0-15	15-30
<b>Color matiz en seco</b>	5YR 4/4 reddish brown	5YR 5/4 reddish brown
<b>Manchas</b>	No	No
<b>Elementos gruesos</b>	Pocos Redondeados Gravilla + Grava media	Muy pocos Redondeados Gravilla + Grava media
<b>Textura</b>	Arenosa	Arenosa
<b>Estructura</b>	Débilmente formada Granular Gruesa	Débilmente formada Granular Muy gruesa
<b>Consistencia en seco</b>	Suelto	Muy duro
<b>Porosidad</b>	Moderada Finos Vesiculares	Baja Medios Intersticiales
<b>Actividad biológica</b>	Poco Lombrices e insectos	No
<b>Raíces</b>	Muy finas Pocas	No

En la Tabla 8, se muestra un resumen de los resultados de todos los parámetros calculados, para ver los procedimientos y más detalles ver el Anejo nº3: Estudio edafológico. Los análisis los ha realizado la proyectista Lorena Manero Gutierrez, con ayuda de la profesora y cotutora del proyecto Ruth Martín Sanz, en los laboratorios del Área de Edafología y Química Agrícola de la Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias de Palencia (Universidad de Valladolid).

Tabla 8. Tabla resumen de todos los parámetros calculados para cada uno de los horizontes. Fuente: elaboración propia.

Parámetro calculado	Horizonte 1	Horizonte 2
% Elementos gruesos	9,38 %	7,71 %
% Elementos finos	90,62 %	92,29 %
Roca	No caliza	No caliza
Textura	Franco arenosa	Franco arenosa
Humedad Higroscópica	1,03 %	0,94 %
Humedad de Saturación	26,97 %	24,97 %

Punto de Marchitez	4,27 %	3,89 %
Capacidad de Campo	13,72 %	8,13 %
Agua Útil	9,45 %	4,24 %
Densidad Real	2,571 g/cm <sup>3</sup>	2,700 g/cm <sup>3</sup>
Densidad Aparente	0,354 g/cm <sup>3</sup>	0,385 g/cm <sup>3</sup>
Porosidad	45,54 %	44,45 %
Materia Orgánica Total	1,51 %	1,11 %
Materia Orgánica Fácilmente Oxidable	0,98 %	0,71 %
pH (en agua)	8,3	8,3
pH (en KCl)	7,4	7,3
Conductividad eléctrica	0,1152 dS/m	0,0802 dS/m
% Sales	0,037 dS/m	0,026 %
Carbonatos totales	2,75 %	2,35 %

En cuanto a la edafología, no supone limitación alguna para la realización de esta forestación a priori. De hecho, tiene unas buenas condiciones para la ejecución de los trabajos ya que no posee grandes pendientes ni pedregosidad.

### **Vegetación y fauna**

Se ha realizado un listado (Anejo nº4: Vegetación y fauna, punto 1) de las especies vegetales presentes en el término municipal de Villahoz y alrededores, las cuales se han dividido en especies arbóreas, arbustivas o cultivos. En la parcela objeto de Proyecto únicamente hay cultivos de secano tales como el girasol (*Helianthus annuus*), el trigo (*Triticum* sp.) o la cebada (*Hordeum vulgare*), al igual que en las parcelas colindantes.

En cambio, en zonas próximas hay frutales como el almendro (*Prunus dulcis*), la higuera (*Ficus carica*), el moral (*Morus nigra*) o el jerral (*Sorbus domestica*). También hay especies de ribera como son el chopo (*Populus nigra*), el álamo blanco (*Populus alba*) o el sauce (*Salix* sp.). En cuanto a coníferas, encontramos la encina (*Quercus ilex*), el enebro (*Juniperus communis*) o los pinos carrascos (*Pinus halepensis*) o piñoneros (*Pinus pinea*).

Entre las especies arbustivas, las más frecuentes son el tomillo (*Thymus vulgaris*), el romero (*Rosmarinus officinallis*), la zarzamora (*Rubus ulmifolius*), la manzanilla (*Chamaemelum nobile*) y el espliego (*Lavandula* sp.), entre otras.

En las proximidades a Villahoz no se encuentra ninguna plantación de pino resinero, pero si se da en grandes pinares en las provincias de Soria y Burgos, de echo en Salas de los Infantes y Quintanar de la Sierra, entre 60-80 km, hay plantaciones de esta especie. En el Cuaderno de zona para la realización de trabajos de forestación de tierras agrícolas nº15: Torozos-Cerratos, sí está presente, por lo que no se cuenta como un inconveniente que no estén en esta zona concreta. El almendro también se encuentra el dicho Cuaderno de zona.

En el caso de la fauna, se ha elaborado un listado (Anejo nº4: Vegetación y fauna, punto 2) de los invertebrados, reptiles, anfibios, aves y mamíferos presentes en la zona objeto de Proyecto, y en sus alrededores, mediante la observación directa, el uso de guías y el visor IDECyL.

Las especies más importantes, en cuanto a los daños que puedan producir a de la plantación, son las siguientes: Liebre ibérica (*Lepus granatensis*), conejo común (*Oryctolagus cuniculus*) Corzo (*Capreolus capreolus*), jabalí (*Sus scrofa*), topillo campesino (*Microtus arvalis*) y ratón de campo (*Apodemus sylvaticus*).

### 3.2.2. Condicionantes externos

#### **Estado socioeconómico**

El municipio de Villahoz tiene actualmente (año 2022) 299 habitantes, siendo 165 hombres y 134 mujeres, la mayor parte de todos ellos vecinos de avanzada edad. La densidad poblacional es de 5,94 hab./km<sup>2</sup>, bastante inferior a la densidad nacional de 94 hab./km<sup>2</sup>, e incluso a la de la provincia de burgos que es de 25,55 hab./km<sup>2</sup>.

Esta población ha ido descendiendo desde las últimas décadas, debido a la despoblación rural. De hecho, hasta los años 50, el municipio tenía mas de 1000 habitantes; momento en el que empezó a descender.

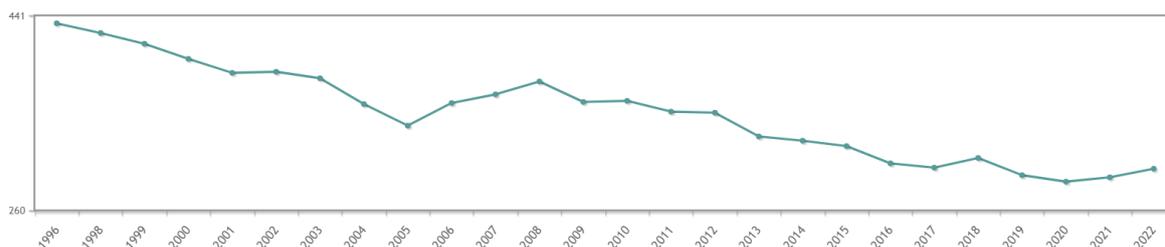


Figura 6. Evolución de la población del municipio de Villahoz desde 1996 hasta 2022. Fuente: INE.

La principal actividad del municipio es la agrícola; en menor medida se encuentran la actividad ganadera y la vinícola.

Es por esto, que, aunque entre la escasa población no haya empresas del sector forestal, la maquinaria que se necesitará es principalmente agrícola. Por lo que no se prevé que suponga ningún problema a la hora de realizar las labores de la forestación.

#### **Condicionantes legales y normativos**

Para la elaboración del presente Proyecto, se ha tenido en cuenta la legislación y normativa europea, nacional, y de la comunidad de Castilla y León.

Esta legislación, se encuentra en el Anejo nº10: Estudio Básico de Seguridad y Salud, y en el Documento nº3: Pliego de Condiciones.

### 3.3. Situación actual

Actualmente, la parcela tiene uso de cultivo agrícola, por el cual se siembran y recogen anualmente girasoles o diferentes tipos de cereales de secano como el trigo o la cebada.

Debido a este uso únicamente productor, los procesos erosivos son muy grandes, de manera que por medio de la forestación se conseguirá frenar la erosión y la pérdida de suelo

## 4. Estudio de las alternativas

En el Anejo nº5: Estudio de alternativas, se encuentra el presente estudio al completo. En el punto 4 de la memoria, únicamente se redactará un resumen de éste.

### 4.1. Elección de especies

#### **Identificación de las alternativas**

Las especies hospedantes del níscolo (*Lactarius deliciosus*) pueden ser tanto arbóreas como arbustivas y son las siguientes (Oria de Rueda, 2007, como se citó en Fernandez Bueno, 2015):

- *Pinus pinaster* var. *Messogensis* y var. *Atlantica*
- *Pinus pinea*
- *Pinus sylvestris* var. *Pirenaica*
- *Pinus nigra*
- *Calluna vulgaris*
- *Erica vagans*
- *Arctostaphylos uva-ursi*
- *Cistus laurifolius*
- *Juniperus communis*
- *Tuberaria vulagaris*

#### **Evaluación de las alternativas**

Las especies correspondientes a las estaciones 8 y 9 del cuaderno de zona 15 y que sirvan de hospedantes para el *Lactarius deliciosus* son las siguientes:

- *Pinus pinaster* var. *Messogensis* y var. *Atlantica*
- *Pinus pinea*
- *Pinus nigra*

Entre estas, las que mayores rendimientos ofrecen para la producción de níscolo son el pino resinero (*Pinus pinaster*) y el laricio (*P. nigra*) (Oria de Rueda et al., 2011), por lo tanto, son entre las que se elegirá para tomar la decisión final.

En cuanto al pino resinero, la subespecie que se contempla es la *P. pinaster* var. *Mesogeensis* ya que es una variedad mediterránea, más rústica y tolerante a condiciones climáticas y edáficas limitantes. En relación con el pino laricio, la subespecie a la que se atiende es *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* debido a que es la que se da en la Península Ibérica.

### Elección de la alternativa

Por medio de la Tabla 9 se ha elegido entre las dos alternativas más favorables (Pino resinero y pino laricio). Aunque haya requerimientos que sean preferidos por alguna de ellas, también subsisten en otros, como por ejemplo la litología: una especie prefiere caliza y otra silíceo, pero podrían desarrollarse en el contrario; por esto, se ha marcado de forma muy estricta ajustándose a las preferencias de cada uno.

Tabla 9. Tabla comparativa de los requerimientos ecológicos entre *P. pinaster* var. *mesogeensis* y *P. nigra* subsp. *salzmannii*. Fuente: elaboración propia.

Especie		<i>P. pinaster</i> var. <i>mesogeensis</i>	<i>P. nigra</i> subsp. <i>salzmannii</i>
P media anual		✓	✗
Altitud óptima		✓	✓
Temperamento		✓	✗
Litología		✓	✗
Textura		✓	✗
pH		✓	✓
Profundidad		✓	✓
Crecimiento	Régimen moderado de claras	✓	✓
	Régimen fuerte de claras	✓	✓

La especie que más requisitos cumple en cuanto a las condiciones que se dan en el lugar es el *Pinus pinaster* var. *mesogeensis*, por lo que se ha sido la elección como especie principal.

En cuanto a especie accesoria se ha escogido el almendro (*Prunus dulcis*) para incentivar el aumento de la biodiversidad, ya que es una especie melífera con un gran valor en la apicultura ya que florece abundantemente y de forma espectacular en enero, estimulando así la cría de abejas. Por otro lado, es una especie que se encuentra muy presente en la zona y también se da en las estaciones 8 y 9 del Cuaderno de zona para la realización de trabajos de forestación de tierras agrícolas nº15: Torozos-Cerratos, por lo que es perfectamente compatible en el lugar de estudio. Si los almendros dieran una producción suficiente como para un aprovechamiento secundario, este se llevará a cabo, así obteniendo una mayor rentabilidad del Proyecto.

#### 4.2. Elección del marco de plantación

### Identificación y evaluación de las alternativas

La distancia de plantación se deberá escoger de forma que favorezca la iluminación y se obtenga una alta densidad de pies para proteger el terreno de la erosión.

Se han contemplado diferentes opciones para ello:

- Marco real 2,5x2,5 m, por medio del cual se obtiene una densidad aproximada de 1600 plantas/ha.
- Marco real 3x3 m, con el que la densidad disminuye a 1100 plantas/ha.
- Marco rectangular 2x3 m, el cual proporciona una densidad de 1660 plantas/ha.

Como se ha visto en el Anejo nº1: Micología, la densidad inicial que plantea el “Manual para la gestión del recurso micológico forestal en Castilla y León” (Oria de Rueda et al., 2011) para este tipo de masa es de 1500-1650 pies/ha; por lo tanto, el marco de plantación a elegir se basará en criterio de densidad de planta. En cuanto al cuaderno de zona 15 las posibilidades que se plantean son las dos primeras de la Tabla 8.

### **Elección de la alternativa**

El marco elegido es el marco real 2,5x2,5 m, ya alternativa que cumple los dos criterios anteriormente mencionados. Este marco será usado tanto en los rodales de pino como en los de almendro.

En la Tabla 10 se muestra la cantidad de plantas que se instalarán de cada especie.

*Tabla 10. Cantidad de plantas según el marco elegido. Fuente: elaboración propia.*

<b>Especie</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Marco (m)</b>	<b>Densidad (plantas/ha)</b>	<b>Nº de plantas</b>
<i>Pinus pinaster</i>	3,4998	2,5x2,5	1600	5592
<i>Prunus dulcis</i>	0,1842	2,5x2,5	1600	294

### 4.3. Tratamiento de la vegetación preexistente

La zona objeto del Proyecto se ha usado con fines agrícolas recientemente y por ello está libre de vegetación. Por lo tanto, es innecesaria la realización de ninguna actuación para la eliminación de la vegetación.

### 4.4. Preparación del terreno

### **Identificación de las alternativas**

Las alternativas que van a contemplar son las que aparecen en el cuaderno de zona 15, estaciones 8 y 9.

Según la estación 8 (Tabla 4) tenemos las siguientes posibilidades:

- Subsulado lineal/pleno/doble/cruzado (pte <10%) con o sin gradeo previo.
- Arado con desfonde lineal con o sin gradeo posterior.
- Laboreo profundo.
- Ahoyado superficial con retroexcavadora (planta pequeña) (en terrenos irregulares, pedregosos o con cárcavas).

La estación 9 (Tabla 5) nos ofrece unas alternativas similares:

- Subsulado lineal/pleno/doble/cruzado (pte 10-30%) con o sin gradeo previo.
- Arado con desfonde lineal con o sin gradeo posterior (ejecución del gradeo limitada a terrenos con una pendiente inferior al 15 %).
- Ahoyado con retroaraña (en terrenos irregulares, pedregosos o con cárcavas).

### **Evaluación de las alternativas**

En la medida de lo posible, los trabajos se deberán mecanizar, ya que así se reduce el tiempo y el precio, por lo que se incrementa el rendimiento. La zona objeto de Proyecto, es el lugar idóneo para la mecanización de los trabajos, debido a que las pendientes son inferiores al 15% en la totalidad de la parcela, y tiene una pedregosidad baja.

Las alternativas de coste económico alto se han descartado si no son imprescindibles, así como las que tengan bajos rendimientos o las que inviertan horizontes edáficos. En la Tabla 11 se van a plasmar las principales ventajas o desventajas que tiene cada método.

*Tabla 11. Evaluación de las alternativas para la preparación del terreno. Fuente: elaboración propia.*

<b>Alternativa</b>	<b>Principal ventaja o desventaja</b>
<i>Subsolado lineal</i>	Posible: buen rendimiento y sin inversión de horizontes
<i>Subsolado doble</i>	Posible: buen rendimiento y sin inversión de horizontes
<i>Subsolado pleno</i>	Posible: buen rendimiento y sin inversión de horizontes
<i>Subsolado cruzado</i>	Posible: buen rendimiento y sin inversión de horizontes
<i>Gradeo</i>	Descartada: es innecesario ya que no hay vegetación previa
<i>Arado con desfonde lineal</i>	Descartada: invierte horizontes
<i>Laboreo profundo</i>	Descartada: invierte horizontes
<i>Ahoyado con retroexcavadora</i>	Posible: sin inversión de horizontes
<i>Ahoyado con retroaraña</i>	Descartada: posee un alto coste innecesario ya que la pendiente en ningún momento llega al 65 %

### **Elección de la alternativa**

La alternativa seleccionada es la realización de un subsolado cruzado. Nos serviría cualquier tipo de subsolado, pero este va a facilitarnos mucho el trabajo de cara a la plantación, ya que se puede hacer a la medida del marco (2,5x2,5 m) y así las intersecciones entre los dos subsolados lineales perpendiculares serán los lugares donde se colocarán las plantas.

#### 4.5. Implantación vegetal

### **Identificación de las alternativas**

Las diferentes alternativas según el tipo de planta son: planta a raíz desnuda (se extraen del vivero con la raíz al aire para implantarse de esta forma) o plantas en contenedor (se cultivan en envases con sustrato, para después implantarse con el cepellón).

En base a la forma de ejecución hay dos opciones: plantación manual (la plantación la hace un operario utilizando herramientas para la realización del hoyo en un terreno previamente preparado) o mecanizada (la plantación se realiza a través de un tractor que arrastra una máquina plantadora).

También se tendrá que decidir si la preparación del suelo es previa a la plantación o es simultánea.

### Evaluación de las alternativas

En la Tabla 12 se van a considerar las principales ventajas y desventajas de las diferentes alternativas para decidir la forma definitiva de plantación. Si en alguna decisión se da más de una opción como válida se elegirá la de mayor rendimiento, abaratando los costes de mano de obra y reduciendo el tiempo de plantación.

Tabla 12. Evaluación de las alternativas para la implantación vegetal. Fuente: elaboración propia.

Alternativa		Principal ventaja o desventaja
Tipo de planta	A raíz desnuda	Descartada: menor porcentaje de supervivencia, por lo que habrá que reponer un mayor número de marras, la ventaja es que la planta es más barata
	En contenedor	Elegida: mayor porcentaje de supervivencia sobre todo en climas con aridez, aunque costes mayores de planta, embalaje y transporte
Forma de ejecución	Manual	Descartada: menores rendimientos
	Mecanizada	Elegida: pendiente y pedregosidad baja y mayor rendimiento
Preparación del terreno y plantación	Previa la preparación	Elegida
	Simultáneas	Descartada: el único procedimiento lineal y mecanizado de preparación del suelo que permite la plantación simultánea es el acaballonado con desfonde (Serrada Hierro et al., 2021)

### Elección de la alternativa

La elección final es de realizar la plantación mecanizada, ya que se trata de un terreno de poca pendiente y pedregosidad, realizada por medio de una máquina plantadora de reja.

La planta usada de *Pinus pinaster* será micorrizada con el hongo *Lactarius deliciosus* y tanto esta como la de *Prunus dulcis* vendrán en contenedor. En la Tabla 13 se mencionan las procedencias de ambas especies, tamaño y tipo de planta a utilizar, indicaciones que serán de obligado cumplimiento.

Tabla 13. Procedencias de las especies, tamaño y tipo de planta. Fuente: CUADERNO DE ZONA 15 "Torozos-Cerratos".

Especie	Procedencia	Categoría mínima exigible	Uso	Tipo	Tamaño y volumen contenedor
<i>Prunus dulcis</i>	RIU nº 16 y 17	-	Recomendada	1 o 2 savias en envase forestal	+ de 300 cc
<i>Pinus pinaster</i>	8- Meseta Castellana	Seleccionado (etiqueta verde)	Recomendada	1 o 2 savias en envase forestal	+ de 200 cc

#### 4.6. Métodos de protección

##### Identificación de las alternativas

En la Tabla 14 se muestran las principales alternativas para la protección de la masa en base a los diferentes animales frente a los que da protección.

Tabla 14. Alternativas para la protección del repoblado. Fuente: Serrada Hierro et al., 2021 (adaptado de Hodge y Pepper 1998).

Especie	Cerramiento perimetral metálico	Cerramiento perimetral eléctrico	Repelentes	Protectores individuales
Roedores	No viable	No viable	Opcional	Eficaz
Conejos y liebres	Eficaz	Eficaz	Opcional	Eficaz
Corzos, ciervos y cabras	Eficaz	Opcional	Opcional	Eficaz
Jabalí	Eficaz	Eficaz	Opcional	No viable, a excepción de las jaulas metálicas
Ganado doméstico	Eficaz	Eficaz	No viable	Opcional

##### Evaluación de las alternativas

En la tabla anteriormente vista se han observado diferentes tipos de alternativas. Estos se van a definir más ampliamente en la Tabla 15. No obstante, existen diferentes métodos que no aparecen en el documento del cual se han sacado las Tablas 14 y 15.

Este es el caso de los tubos protectores biodegradables, los cuales son una buena opción, ya que en un futuro no hay que quitarlos y en unos 6 años aproximadamente se degradan. También ofrecen efecto invernadero, pero con la ventaja de que en este caso los tubos son transpirables por lo que es menos probable que surja una plaga o enfermedad. Estos últimos también se pueden colocar con tutor o sin él.

Tabla 15. Modelos de protectores individuales. Fuente: Serrada Hierro et al., 2021.

Tipo de material		Finalidad	Variables ambientales que modifica	Parámetros a definir
Protectores enrollables		Protección física	-	Modelo, altura
Protectores de malla	Mallas cinegéticas	Protección física	-	Material, altura, diámetro, luz de la malla y gramaje (plásticos), tipo de alambre y características

				(metálicas)
	<b>Mallas de sombreado</b>	Protección física Creación de un ambiente favorable para el crecimiento	Luz, viento	Altura, diámetro, luz de la malla y gramaje
	<b>Tubos invernadero</b>	Protección física Creación de un ambiente favorable para el crecimiento	Luz, temperatura, humedad, viento, concentración de CO <sub>2</sub>	Color, altura, ventilación, montaje

### **Elección de la alternativa**

La alternativa elegida es la utilización de tubos protectores biodegradables, de 60 cm de altura y sin tutores. Esta altura se ha elegido en base a que se instalan plántulas de 1 o 2 savias, por lo que, si se ponen protecciones mucho más altas, podría ocasionar daños en la planta. El tutor no se ha considerado necesario a priori, ya que no es una zona de excesivo viento y con una buena colocación se podrá evitar su caída.

## **5. Ingeniería del proyecto**

En el Anejo nº6: Ingeniería del proyecto, se puede observar este documento al completo. En el punto 5 de la memoria, únicamente se redactará un resumen de éste.

### **5.1. Ingeniería del proceso**

#### **Preparación del terreno**

Para realizar el subsolado a una profundidad de 60 cm, se utilizará un tractor de cadenas de entre 171/190 CV (127,52/141,68 kW) con un subsolador de ancho ajustable y bastidor recto y rígido de elevación hidráulica con 2 rejonas a una distancia de 2,5 m.

Se efectuará en tiempo seco, preferiblemente, para ejecutar un mejor mullido del suelo. Por lo tanto, es mejor realizar el subsolado en verano si la plantación se va a realizar en otoño.

De forma precisa, se realizará un marcaje de las distancias entre líneas a 2,5 m. Posteriormente, se procederá con el subsolado lineal haciendo pases paralelos separados a 2,5 m entre sí. A continuación, se hará otro subsolado lineal perpendicularmente a éste, repitiendo los pases paralelos a 2,5 m para obtener el subsolado cruzado.

Al tener menos de un 20 % de pendiente, el rendimiento del bulldozer con 2 rejonas será de 1,008 h/km. Las líneas de subsolado se harán cada 2,5 m lo que se traduce a 4000 m/ha en cada sentido. Sabiendo que el terreno tiene una superficie de 3,7 ha, se tardarán 3,73 jornales en preparar el terreno de toda la parcela a forestar.

#### **Implantación vegetal**

No será necesaria la realización del replanteo, ya que como anteriormente se ha comentado los puntos a plantar serán las intersecciones que han creado los pases del subsolado.

Para la plantación se utilizará un tractor de ruedas o cadenas de 80 CV (59,66 kW) que arrastre una plantadora de reja sobre el surco subsolado.

La plantadora avanzará por el surco del subsolado, y el operario subido a ella sujetará la planta por la parte aérea y la introducirá en el surco abierto que van a comprimir las ruedas compactadoras. Detrás caminará un capataz supervisando la operación y corrigiendo manualmente los errores que pueda haber.

Haciendo una fila de plantación, el rendimiento obtenido es de 700-800 plantas/hora. Teniendo un total de 5886 plantas, y promediando la plantación de 750 plantas/hora, en un jornal de 8 horas se podrá hacer toda la plantación, ya que se estima un rendimiento de 0,981 jornales.

### **Colocación de protectores**

Esta tarea se hará de forma manual y posterior a la implantación vegetal. Se estima que el rendimiento es de 20 tubos a la hora, por lo que se necesitarían 37 jornales para la colocación de 5886 protectores si solo lo ejecutara un único operario.

Por ello se trabajarán 5 operarios simultáneamente para la reducción del tiempo a 7,36 jornales.

### 5.2. Ingeniería de las obras

No será necesaria la realización de ninguna infraestructura, ni adecuación en las vías de acceso, ya que al estar frecuentados debido a los cultivos agrícolas que hay, los caminos de acceso se encuentran en buen estado para el paso de la maquinaria.

### 5.3. Cuidados posteriores

En los meses de julio y agosto posteriores a la plantación, se harán riegos de mantenimiento de 5 litros por planta. Estos serán suministrados por un camión cisterna o similar pie a pie.

El año posterior a la plantación se realizará también la reposición de mallas, y la colocación de tubos protectores a esas nuevas plantas.

La reposición no será obligatoria, sino que será necesaria una evaluación previa del porcentaje de mallas para tomar la decisión. El límite establecido en el proyecto es de un valor de mallas admisible máximo del 6 %. Si se supera este valor se procederá a la reposición de las plantas muertas.

## 6. Programa de ejecución y puesta en marcha

En la Tabla nº16 se incluye la representación gráfica del calendario de actuaciones para la obra objeto del presente Proyecto, obtenida del Anejo nº7: Ejecución y puesta en marcha.

Tabla 16. Calendario de actuaciones de la obra. Fuente: elaboración propia.

	2023							2024									
	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
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																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	
31	X			X		X			X		X		X			X	

Siendo:

X: días que no existen en ese mes

Festivo

Subsolado cruzado

Plantación

Colocación de protectores

Riegos de mantenimiento

Reposición de marras y colocación de tubos protectores

## 7. Normas para la ejecución y puesta en marcha del proyecto

Las normas establecidas para la ejecución de las obras quedan detalladas en Documento nº3: Pliego de Condiciones.

## 8. Estudio básico de Seguridad y Salud

Las condiciones y normas por las que se regirá este Proyecto, en materia de Seguridad y salud Laboral se encuentran en el Anejo nº19: Estudio básico de Seguridad y Salud.

## 9. Presupuesto del proyecto

A continuación, en las Tablas 17 y 18 se reflejan los resultados del presupuesto (ver Documento nº5: Presupuesto). Los cálculos se han realizado de forma manual íntegramente.

### 9.1. Presupuesto de Ejecución Material

Tabla 17. Presupuesto de Ejecución Material del presente Proyecto. Fuente: elaboración propia.

Capítulo	Subtotal (€)
I: Preparación del terreno	464,02
II: Implantación vegetal	16879,13
III: Colocación de protectores	8256,47
IV: Riegos de mantenimiento	1236,06
<b>TOTAL ejecución material</b>	<b>26835,68</b>
Seguridad y Salud (2,5 %)	670,89
<b>Presupuesto de Ejecución Material</b>	<b>27506,57</b>

Asciende el **Presupuesto General de Ejecución Material** de la obra “Proyecto de forestación de tierras agrícolas (4 ha) para producción de *Lactarius deliciosus* en el término municipal de Villahoz (Burgos)” a la cantidad de **VEINTISIETE MIL QUINIENTOS SEIS EUROS Y CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS (27506,57 €)**.

## 9.2. Presupuesto de Ejecución por Contrata

Aplicando un 6 % de beneficios del Presupuesto de Ejecución Material, un 13 % de gastos generales de la empresa y los impuestos, obtenemos la Tabla 18.

Tabla 18. Presupuesto de Ejecución por Contrata del presente Proyecto. Fuente: elaboración propia.

Concepto	Subtotal
<b>Presupuesto de Ejecución Material (PEM)</b>	<b>27506,57</b>
Gastos Generales de la Empresa (13 % PEM)	3575,85
Beneficio industrial (6 % PEM)	1650,39
<b>Presupuesto parcial de Ejecución por Contrata</b>	<b>32732,81</b>
IVA (21 %)	6873,89
<b>Presupuesto de Ejecución por Contrata</b>	<b>39606,70</b>

Asciende el **Presupuesto de Ejecución por Contrata** de la obra “Proyecto de forestación de tierras agrícolas (4 ha) para producción de *Lactarius deliciosus* en el término municipal de Villahoz (Burgos)” a la cantidad de **TREINTA Y NUEVE MIL SEISCIENTOS SEIS EUROS Y SETENTA CÉNTIMOS (39606,70 €)**.

## 10. Estudio Económico

Se pretende evaluar si el Proyecto es factible económica y financieramente, en este apartado se mostrará un resumen de ello, ya que el estudio, junto a los datos usados y las justificaciones se encuentra al completo en el Anejo nº10: Estudio Económico. Dicho estudio se realizará por medio de la hoja de cálculo Valoración de Proyectos de Inversión (VALPROIN).

La vida útil que se estima al Proyecto es de 60 años. Se ha establecido esta cifra en base a la micoselevicultura que se va a utilizar en este proyecto, comentada en el Anejo nº1: Micología.

El pago de la inversión del Proyecto se va a realizar en el año 0 de la inversión. La cantidad de este pago deberá tener deducido el Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA), siendo de 32732,81 €.

Los cobros ordinarios serán los ingresos que se produzcan debido a la venta en pie de nísalos, almendras (si se diera producción) y la madera que se extraiga debido a la realización de los tratamiensos selvícolas programados. Los cobros extraordinarios serán los que se obtengan por medio de subvenciones. En este caso la ayuda que se solicitará es la ayuda a la

reforestación y creación de superficies forestales, con la que se supone que se recibirá una cantidad de 22000 €, más las primas de mantenimiento durante los 5 años posteriores.

Los pagos ordinarios serán los que se deriven de la realización de las labores selvícolas programadas, en el caso de ser necesarias. En cuanto a pagos extraordinarios, no se prevee que habrá ninguno.

El flujo inicial de la parcela, son los beneficios que se obtienen a partir de la actividad agrícola de cultivos de secano. Junto a estos, se reciben anualmente las ayudas PAC.

Para aplicar los indicadores de rentabilidad de una forma lo más fiable u objetiva posible, se deberán establecer unas tasas de actualización en base a datos reales. Éstas son las siguientes:

- Tasa de inflación: 1,9
- Tasa de incremento de precios percibidos por los agricultores: 1,62
- Tasa de incremento de precios pagados por los agricultores: 2,47
- Tasa de actualización: 6

Para la realización, por lo tanto, del análisis de sensibilidad, es necesaria la determinación de unos indicadores de rentabilidad, Tabla 19, mediante las siguientes variables:

- Variación del pago de la inversión:  $\pm 5,00$  %
- Variación de los flujos de caja:  $\pm 5,00$  %
- Duración mínima del proyecto: 57 años

Tabla 19. Indicadores de rentabilidad para el presente Proyecto. Fuente: VALPROIN.

Tasa Interna de Rendimiento (TIR) (%) ..... 10,91

Tasa de actualización (%)	Valor actual neto (VAN)	Tiempo de recuperación (años)	Relación Benefic. Invers. (VAN/Inv.)	Tasa de actualización (%)	Valor actual neto (VAN)	Tiempo de recuperación (años)	Relación Benefic. Invers. (VAN/Inv.)
0,50	59.405,65	12	5,53	8,00	6.618,67	18	0,62
1,00	51.901,68	12	4,84	8,50	5.373,25	18	0,50
1,50	45.393,47	12	4,23	9,00	4.244,92	19	0,40
2,00	39.726,58	12	3,70	9,50	3.220,50	21	0,30
2,50	34.773,82	12	3,24	10,00	2.288,51	22	0,21
3,00	30.429,84	13	2,84	10,50	1.438,93	26	0,13
3,50	26.606,97	13	2,48	11,00	662,97	29	0,06
4,00	23.231,88	13	2,16	11,50	-47,06	--	0,00
4,50	20.242,97	13	1,89	12,00	-697,94	--	-0,07
5,00	17.588,28	14	1,64	12,50	-1.295,65	--	-0,12
5,50	15.223,78	14	1,42	13,00	-1.845,46	--	-0,17
6,00	13.112,06	15	1,22	13,50	-2.352,05	--	-0,22
6,50	11.221,17	15	1,05	14,00	-2.819,54	--	-0,26
7,00	9.523,76	15	0,89	14,50	-3.251,64	--	-0,30
7,50	7.996,35	17	0,75	15,00	-3.651,61	--	-0,34

La Tabla 19 indica que para una Tasa de actualización del 6 % que las ganancias serían de 13112,06 € (VAN), el dinero invertido se recupera en 15 años (pay-back) y por cada euro que se invierte se gana 1,22 (relación beneficio/inversión).

En la Tabla 20, se muestran los resultados obtenidos en el análisis de sensibilidad de la inversión. Según el TIR (Tasa Interna de Rendimiento), tanto en la mejor como en la peor opción el Proyecto sigue siendo rentable y según el VAN (Valor Actual Neto) también. En la mejor situación, la D, sería un TIR de 13,22 % y VAN de 15940,94 y en la peor, la E, el TIR sería de 10,00 % y el VAN de 10212,45.

Tabla 20. TIR y VAN de las combinaciones del análisis de sensibilidad. Fuente: VALPROIN.

Clave	TIR	Clave	VAN
D	13,22	D	15.940,94
C	13,22	C	15.862,77
B	12,38	B	13.556,46
A	12,38	A	13.485,73
H	10,75	H	12.667,66
G	10,74	G	12.589,49
F	10,00	F	10.283,18
E	10,00	E	10.212,45

## 11. Bibliografía

Las referencias bibliográficas y páginas web, así como Trabajos de Fin de Grado consultados, y los programas utilizados se encuentran en un listado en el Anejo nº11: Bibliografía. El uso de estos recursos ha sido imprescindible para la redacción del presente Proyecto, ya que han servido de guía u orientación en algunos momentos y han permitido extender y verificar los conocimientos ya adquiridos.

Llodio, enero de 2023  
Fdo: Lorena Manero Gutierrez

Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



---

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

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

**Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural**

**PROYECTO DE FORESTACIÓN DE TIERRAS  
AGRÍCOLAS (4 HA) PARA PRODUCCIÓN DE  
*LACTARIUS DELICIOSUS* EN EL TÉRMINO  
MUNICIPAL DE VILLAHOZ (BURGOS)**

**ANEJOS A LA MEMORIA**

**Alumno/a: Lorena Manero Gutierrez**

**Tutor/a: Carlos del Peso Taranco  
Cotutor/a: Ruth C. Martín Sanz**

**Enero de 2023**

# Anejos a la memoria

# ÍNDICE GENERAL DE LOS ANEJOS A LA MEMORIA

ANEJO Nº1. MICOLOGÍA

ANEJO Nº2. ESTUDIO CLIMÁTICO

ANEJO Nº3. ESTUDIO EDAFOLÓGICO

ANEJO Nº4. ESTUDIO DE VEGETACIÓN Y FAUNA

ANEJO Nº5. ESTUDIO DE LAS ALTERNATIVAS

ANEJO Nº6. INGENIERÍA DEL PROYECTO

ANEJO Nº7. PROGRAMA DE EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA

ANEJO Nº8. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

ANEJO Nº9. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ANEJO Nº10. ESTUDIO ECONÓMICO

ANEJO Nº11. BIBLIOGRAFÍA

# Anejos a la memoria

## Anejo nº1. Micología

## ÍNDICE ANEJO I

1. Introducción.....	2
2. Hábitat y época .....	2
3. Temperamento .....	3
4. Producción y valor económico .....	3
5. Micoselvicultura.....	3
5.1. Masa forestal de <i>Pinus pinaster</i> para producción de <i>Lactarius deliciosus</i> .....	4
5.2. Masa forestal de <i>P. pinaster</i> para producción mixta de madera-setas en ambiente submediterráneo .....	5
5.3. Masa forestal de <i>P. sylvestris</i> o <i>P. nigra</i> para producción de <i>Lactarius</i> sp.....	5

## 1. Introducción

Se le denomina comúnmente de varias formas: niscaló, mízcalo, nícalo, rebellón, en euskera esnegorri, en catalán pinetell, entre otros tantos. El género *Lactarius* abarca un grupo de hongos micorrícicos que poseen una fructificación tipo agaricoide (se diferencian el sombrero y el pie). Ésta es una de las especies comestibles (de muy buena calidad) más conocidas y buscadas que se distingue fácilmente porque exuda al corte un látex de color naranja, más tarde verdoso por oxidación. Es confundida habitualmente con especies cercanas como el *L. quieticolor* de menor calidad gastronómica o *L. salguifluus* de inmejorable calidad. Más cuidado hay que tener de no confundirla con el *L. torminosus*, tóxico y exclusivo de abedules.

Tabla 1. Taxonomía. Fuente: elaboración propia.

Reino	Fungi
División	Basidiomycota
Clase	Agaricomycetes
Orden	Russulales
Familia	Russulaceae
Género	<i>Lactarius</i>
Especie	<i>Lactarius deliciosus</i>

## 2. Hábitat y época

A pesar de que en algunas guías se describa como calizo y en otras como silíceo, esta seta fructifica en ambos terrenos. Crece en todo tipo de pinares, dando los mejores rendimientos en los de pino albar (*Pinus sylvestris*), pino resinero (*P. pinaster*) y pino laricio (*P. nigra*) (Oria de Rueda et al., 2011). En algunos lugares aparece a finales de verano y en otoño, mientras que en otros crece en otoño y comienzos de invierno. Formando grupos más o menos numerosos bajo los pinares jóvenes o alrededor de ellos cuando son viejos.



Figura 1. Niscalos. Fuente: <https://www.agromatica.es/cultivo-de-niscalos/>

### 3. Temperamento

- Sombrero: De 5-12 cm de diámetro. Rojo-anaranjado o anaranjado vivo, provisto de círculos concéntricos de tonos más oscuros. Hemisférico de joven, luego aplanado y finalmente embudado. Margen enrollado al principio que se acaba extendiendo. Viscoso en tiempo húmedo.
- Láminas: Prietas, delgadas un poco decurrentes y de color naranja que con el tiempo o por el roce se vuelven verdosas.
- Carne: Dura, compacta, blanco-amarillento por el centro, de color zanahoria hacia la periferia. Olor agradable y sabor algo acre. Cortando segrega látex en abundancia de color zanahoria que al contacto con el aire se oxida y se pone verde-cardenillo.
- Pie: Corto atenuado en la base, cilíndrico, hueco, de color parecido que el sombrero.
- Esporas: Blancas o algo cremosas en masa, redondeadas o un poco elípticas. De 8-10 x 6-7 micras.

### 4. Producción y valor económico

En algunas zonas de España, así como Castilla y León, tiene unas producciones excelentes. Algunos pinares pueden llegar a producir en una única temporada 300 kg/ha. Por lo general, se estiman producciones medias de 50kg/ha al año.

Según una plantación experimental en campo del pino resinero, que fue de 1100 m<sup>2</sup>, 86 árboles y marco de plantación 3x3, la primera fructificación producida para el niscaló fue a los 3 años (resultados provenientes de masas naturales jóvenes de *Pinus pinaster*) (Guinberteau et al., 1989). El rendimiento estimado a los 3 años de la plantación de los pinos resineros, el niscaló produce 0,2 kg y a los 7 años 16 kg (medidos en 1100 m<sup>2</sup>). En una hectárea correspondería a una cantidad de 1,81 kg/ha a los 3 años y unos 145 kg/ha a los 7.

El precio de éstos también varía mucho. El recolector puede ganar hasta 12€/kg por los primeros de la temporada, mientras en época de máxima producción puede descender hasta 1€/kg.

En los mercados y tiendas éstos primeros niscalos pueden venderse a 36€/kg, siendo un precio medio 3€/kg. En el 2021 en Soria, se vendieron alrededor de 14-16 €/kg.

A noviembre de 2022 se están vendiendo en <https://www.laumont.shop/> los niscalos del calibre botón (3-5 cm) a 32,13€ los 500 g y a 54,25 €/kg, los del calibre medallón cuestan 22,25 € los 500 g y 34,50 €/kg.

### 5. Micoselvicultura

La micoselvicultura es el conjunto de técnicas forestales (selvicultura) aplicadas al bosque necesarias para lograr la persistencia y mejora de la masa forestal y la producción de hongos.

Los niscalos son una especie heliófila, necesitan del sol directo para su desarrollo; por lo tanto, el carpóforo fructifica en claros y zonas abiertas. Se pueden desarrollar tanto en masas

forestales jóvenes como en adultas, siendo la primera de estas la que da una mayor producción.

Según estudios de seguimiento de producciones, se observa que la producción de níscolo es máxima en las primeras clases de edad (11-40 años) y en las últimas (>60 años) (Ágreda y Fernández-Toirán, 1998, como se citó en Oria de Rueda et al., 2011).

### 5.1. Masa forestal de *Pinus pinaster* para producción de *Lactarius deliciosus*

En el ámbito mediterráneo seco de terrenos silíceos, las masas de *P. pinaster* son las mas productivas en cuanto al género *Lactarius*. La micoselvicultura aconseja la reducción de los turnos para obtener masas más claras que las que se aconsejan para la producción de madera o las de los cuarteles protectores.

En cuanto a la producción de *L. deliciosus* hay que mantener rodales jóvenes, con bajas densidades para que a todos los árboles les llegue buena iluminación, y con claros regularmente distribuidos. Es necesario tener en cuenta que estos claros deben tener un diámetro de 10 m aproximadamente, por lo tanto, a la hora de la plantación no es recomendable usar un marco muy regular.

De igual forma, si el matorral es muy denso se recomienda la realización de desbroces de especies pirofitas (*Cistus* sp. y *Erica* sp.) además de podas de penetración. Es necesario que en los claros se respeten algunos "arbustos madre" (*Juniperus communis* ssp. *hemisphaerica*) o aromáticas (*Lavandula stoechas*, *Thymus mastichina*, *Thymus zygis*, etc.).

Como se puede observar en la Tabla 2, el turno de corta se ha reducido para intentar mantener una masa forestal joven permanentemente, así maximizando la producción de níscolos. Este tipo de micoselvicultura se deberá aplicar en rodales que dispongan una gran producción micológica, y deficiente calidad de la madera. La producción de níscolos no se verá afectada por las cortas de regeneración.

Tabla 2. Tratamientos micoselvícolas en montes de *P. pinaster* de repoblación productores de *Lactarius deliciosus*.  
Fuente: Oria de Rueda et al., 2011.

Edad (años)	Diámetro (cm)	Densidad después del tratamiento (pies/ha)	Tratamiento (peso)	Otras labores
0 (Plantación)	-	1500-1650	-	-
8-10	-	1000-1100	Clareo	Poda de penetración (limpia de rama baja) Desbroce
15-18	8-14	625-650	Clara fuerte (40% en G)	Poda de rama baja Desbroce si el

				matorral abunda en exceso
20-25	16-20	500-525	Clara	Desbroce parcial
30-40	20-29	370-400	Clara	Desbroce si el matorral abunda en exceso
50-60	32-39	200-300	Corta final	-

### 5.2. Masa forestal de *P. pinaster* para producción mixta de madera-setas en ambiente submediterráneo

Se trata de un modelo de tratamientos muy similar al anterior. Se indica en condiciones de exceso de luz, en las que se desarrollaran excesivamente las ericas de talla alta pirrófitas (*E. scoparia* y *E. australis*). Al tener una fracción de cabida cubierta mayor, no será necesaria la realización de una cantidad tan alta de desbroces. El turno se alarga para optimizar la producción mixta. En la Tabla 3, se observan estos tratamientos selvícolas.

Tabla 3. Tratamientos micoselvícolas en montes de *P. pinaster* de repoblación con objetivo mixto de madera y níscalos. Fuente: Oria de Rueda et al., 2011.

Edad (años)	Diámetro (cm)	Densidad después del tratamiento (pies/ha)	Tratamiento (peso)	Otras labores
0 (Plantación)	-	1500-1650	-	Protectores en zonas de conejo
8-10	-	1300-1350	Clareo	Limpia de rama baja Desbroce
15-18	8-14	1000-1100	Clara fuerte	Poda de rama baja Desbroce si el matorral abunda en exceso
20-25	16-18	800-900	Clara fuerte	Desbroce parcial
30-40	18-23	500-600	Clara	Desbroce parcial
50-60	32-40	300-400	Clara	Desbroce parcial
80-90	40-45	250-300	Corta final	-

### 5.3. Masa forestal de *P. sylvestris* o *P. nigra* para producción de *Lactarius* sp.

En algunos montes se da el caso de que no son productores de *Boletus* sp. pero si de *Lactarius* sp. por sus condiciones edáficas y climáticas. Por lo tanto, se plantean pinares mas similares al primer modelo mencionado (mas claros y turnos menores), buscando que a los 30 años tenga 500 pies/ha.

En este tipo de masas forestales se suelen realizar habitualmente cortas de regeneración por aclareo sucesivo uniforme (ASU), siendo compatibles con la producción de níscalos. En la Tabla 4 aparece reflejada su selvicultura.

Tabla 4. Tratamientos micoselvícolas en montes de *P. sylvestris* y *P. nigra* de repoblación productores de *Lactarius deliciosus*. Fuente: Oria de Rueda et al., 2011.

Edad (años)	Diámetro (cm)	Densidad después del tratamiento (pies/ha)	Tratamiento (peso)	Otras labores
0 (Plantación)	-	1500-1650	-	-
8-10	-	1350-1400	Clareo sistemático	Limpia de rama baja Desbroce opcional o arranque de piornos
15-18	10-15	900-1000	Clara mixta	Poda de rama baja Desbroce si el matorral abunda en exceso
20-22	14-19	750-800	Clara	Desbroce parcial
30-35	17-25	450-500	Clara	Desbroce si el matorral abunda en exceso
70-80	23-35	370-400	Corta final	-

# Anejos a la memoria

## Anejo nº2. Estudio climático

## ÍNDICE ANEJO II

1. Justificación de la elección del observatorio y su localización .....	2
2. Elementos climáticos hídricos.....	2
2.1. Cuadro resumen .....	3
2.1.1. Mensual .....	3
2.1.2. Estacional.....	3
2.2. Histograma.....	5
2.3. Precipitaciones máximas en 24 h.....	5
3. Elementos climáticos secundarios .....	6
4. Elementos climáticos térmicos .....	6
4.1. Cuadro resumen .....	6
4.1.1. Mensual .....	6
4.1.2. Estacional.....	7
4.2. Climodiagrama ombrotérmico de Gausson .....	8
4.3. Diagrama de Termohietas.....	9
5. Índice de oceanidad de Kerner .....	9
6. Índices climáticos.....	10
6.1. Índice de Lang .....	10
6.2. Índice de Vernet.....	10
6.3. Índice de Emberger .....	11
7. Clasificación de Köppen .....	13

## 1. Justificación de la elección del observatorio y su localización

En la zona del estudio no existe ninguna estación meteorológica por lo que se han recurrido a los datos suministrados por AEMET. Las estaciones en funcionamiento más cercanas son cinco (Tabla 1), de la cual habrá que hacer una elección de una en base los siguientes criterios:

- Proximidad: lo más cerca posible de la zona de estudio.
- Altitud: que varíe lo mínimo.
- Número de años de los datos: para precipitaciones mínimo 30 y para temperaturas mínimo 15.

Tabla 1. Estaciones en funcionamiento más cercanas a la zona del estudio. Fuente: AEMET.

INDICATIVO	NOMBRE	NOM. PROV.	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	TIPO	ACTUAL	COORDENADA X	COORDENADA Y	DISTANCIA	NOM. MUNI	DATUM	FECHA ALTA ESTACIÓN
2312	ZAEL	BURGOS	420631	349312	852	P		431757	4662161	8	ZAEL	ETRS89	01/06/1946
2311Y	VILLAMAYOR DE LOS MONTES	BURGOS	420619	346042	882	APT		436519	4661751	13	VILLAMAYOR DE LOS MONTES	ETRS89	01/03/2009
2310	TORRECILLA DEL MONTE	BURGOS	420536	341412	949	P		442537	4660369	18	TORRECILLA DEL MONTE	ETRS89	01/05/1954
2345	ALBILLOS	BURGOS	421631	347322	831	PT		434684	4680641	24	ALBILLOS	ETRS89	01/09/1991
2354	QUINTANA DEL PUENTE	PALENCIA	420456	412322	751	P		400022	4659608	24	QUINTANA DEL PUENTE	ETRS89	01/04/1955

Siendo:

- Estaciones termopluiométricas (PT): miden precipitación total en el día pluviométrico (de 07 a 07 Z), temperatura máxima, temperatura mínima (por tanto, temperatura media) y registran meteoros.
- Estaciones pluviométricas (P): miden precipitación total en el día pluviométrico (de 07 a 07 Z) y registran meteoros.
- Estaciones automáticas (APT) registran todos los campos asociados a la precipitación (salvo los meteoros), los asociados a la temperatura, a la humedad relativa y algunas de ellas, los campos asociados a la presión y al viento.

Viendo el tipo de datos y la serie de años que ofrece cada una y comparando distancias y altitudes se ha decidido utilizar la estación de Albillos (2345), Tabla 2, tanto para todos los cálculos de precipitaciones como de temperaturas.

Tabla 2. Información sobre el observatorio utilizado. Fuente: elaboración propia.

<b>Nombre del observatorio utilizado para los datos termométricos:</b> Albillos
<b>Indicativo climatológico:</b> 2345
<b>Provincia:</b> Burgos
<b>Tipo de observatorio (pluviométrico, termopluiométrico, completo o automático):</b> PT (Termopluiométrico)
<b>Latitud observatorio:</b> 421631
<b>Longitud observatorio:</b> 347322
<b>Altitud (m):</b> 831
<b>Período de observaciones (indicar año de inicio y finalización de la serie disponible y también de la serie utilizada):</b> 1/09/1991 – 31/08/2022

## 2. Elementos climáticos hídricos

La serie de datos que se ha utilizado para las precipitaciones tiene una longitud de 31 años consecutivos, desde septiembre del 1991 hasta agosto del 2022, ambos incluidos.

Para trabajar de forma correcta, se han cumplimentado los datos inexistentes con la media de la serie a la cual correspondía ese mes. Si faltaran 6 meses o más en el mismo año, habría que incluir un año más en la serie.

## 2.1. Cuadro resumen

Las precipitaciones condicionan los ciclos agrícolas y forestales además de la distribución de las especies vegetales y animales. También son de gran importancia económica por los deterioros que puedan causar por la torrencialidad o por la aridez.

A continuación, se muestran la tabla del año tipo de precipitaciones medias mensuales (Tabla 3) y la tabla de precipitaciones medias estacionales y anuales (Tabla 4) junto a sus gráficos (Figura 1 y 2).

### 2.1.1. Mensual

Tabla 3. Año tipo de precipitaciones medias mensuales del observatorio de Albillos (2345) para la serie de años 1991-2022. Fuente: elaboración propia a partir de los datos suministrados por AEMET.

[mm]	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>P media</b>	43,9	31,7	37,3	52,7	49,7	34,8	20,2	17,5	28,5	60,9	54,9	47,0

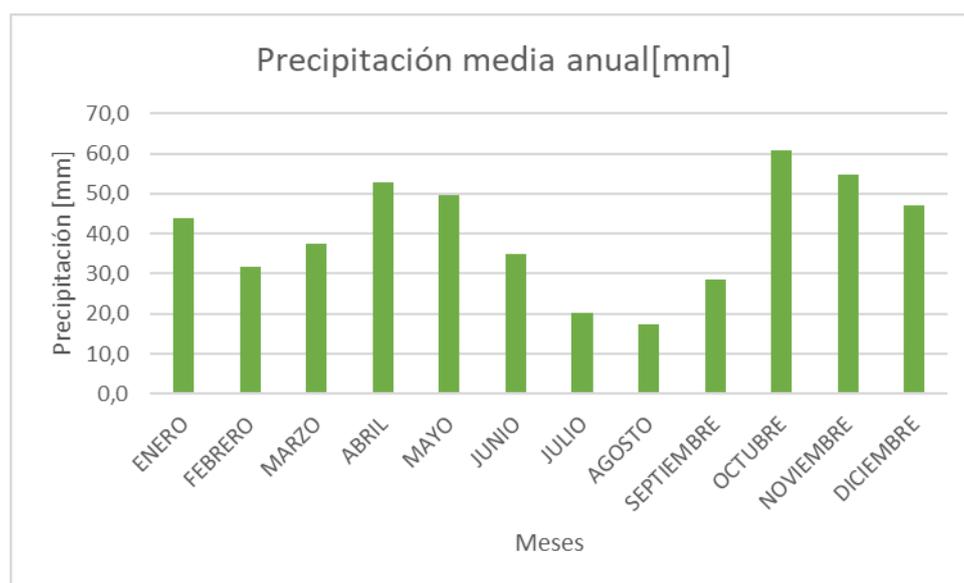


Figura 1. Precipitación media mensual del observatorio de Albillos (2345) para la serie de años 1991-2022. Fuente: elaboración propia a partir de los datos suministrados por AEMET.

Para la serie de datos de 31 años estudiada, el mes de mayor precipitación es octubre seguido por noviembre, con 60,9 mm y 54,9 mm respectivamente. Los meses de menor precipitación en cambio son agosto y julio, con 17,5 mm y 20,2 mm.

### 2.1.2. Estacional

Tabla 4. Resumen de precipitaciones medias estacionales y anuales del observatorio de Albillos (2345) para la serie de años 1991-2022. Fuente: elaboración propia a partir de los datos suministrados por AEMET.

[mm]	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Anual
<b>P media</b>	139,8	72,5	144,2	122,6	479

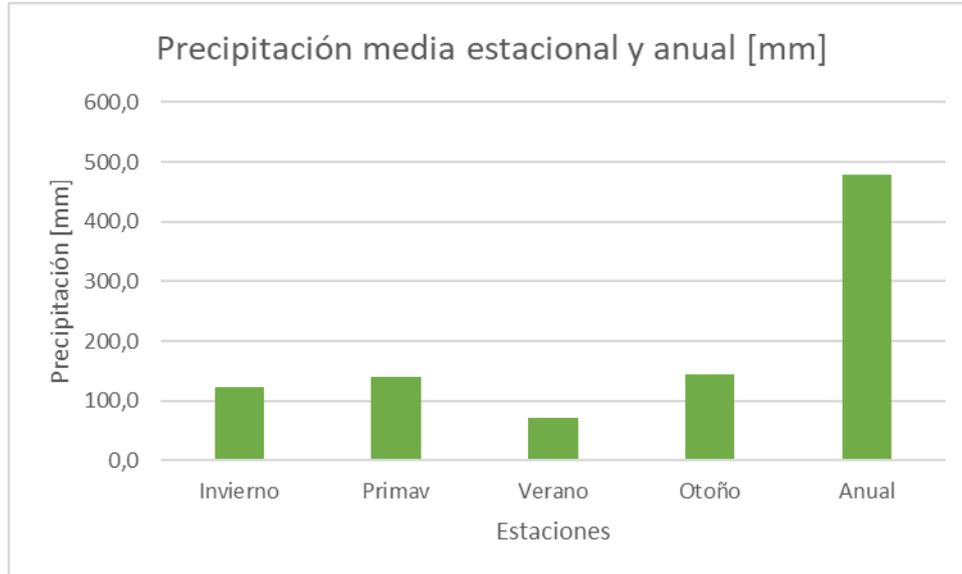


Figura 2. Distribución de las precipitaciones estacionales y anuales del observatorio de Albillos (2345) para la serie de años 1991-2022. Fuente: elaboración propia a partir de los datos suministrados por AEMET.

Los datos estacionales se agrupan de la siguiente forma: invierno (diciembre, enero, febrero), primavera (marzo, abril, mayo), verano (junio, julio, agosto) y otoño (septiembre, octubre y noviembre).

Los meses más lluviosos mencionados en el apartado anterior, coinciden con la estación más lluviosa, siendo ésta otoño con 144,2 mm. Igual pasa con la estación más seca, verano, con 72,5 mm, coincidiendo con los meses más secos.

La precipitación media anual de esta zona es de 479 mm.

## 2.2. Histograma

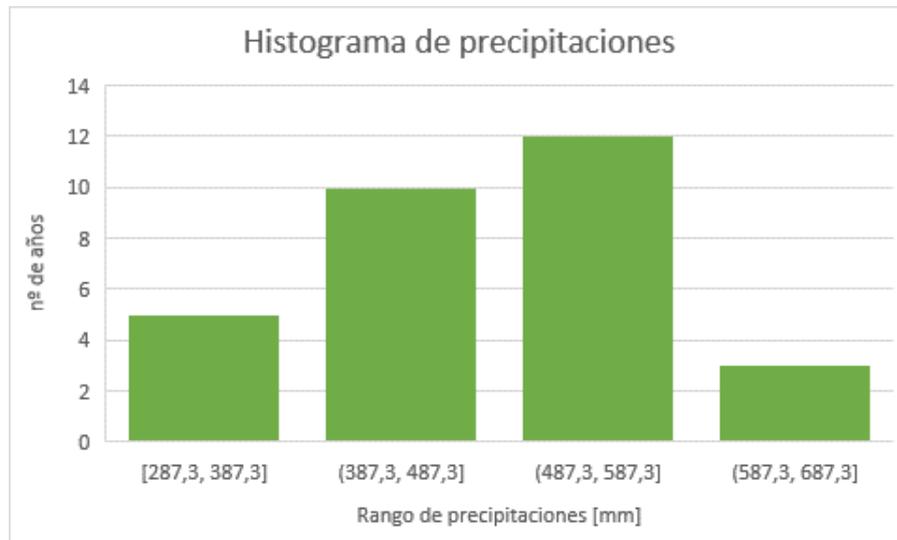


Figura 3. Histograma de precipitaciones del observatorio de Albillos (2345) para la serie de años 1991-2022. Fuente: elaboración propia a partir de los datos suministrados por AEMET.

El histograma de frecuencia de la precipitación total anual (Figura 3) está basado en la serie de datos de 30 años (habiendo eliminado los años 1991 al estar únicamente desde septiembre hasta diciembre y 2022 al estar desde enero hasta agosto).

Determina los años en los que la precipitación anual se encuentra en ciertos intervalos, siendo el máximo en la precipitación anual (487,3, 587,3] para 12 años, y (387,3, 487,3] para 10 años.

## 2.3. Precipitaciones máximas en 24 h

Las precipitaciones máximas diarias, son importantes ya que pueden generar mucha erosión, inundaciones o incluso daños a la plantación. Es por esto que se ha realizado una tabla en la que figuran los doce meses (Tabla 5) para poder observar la máxima absoluta de precipitaciones máximas diarias, la media de precipitaciones máximas diarias y la frecuencia de estas.

Tabla 5. Cuadro resumen de precipitaciones máximas en 24 horas del observatorio de Albillos (2345) para la serie de años 1991-2022. Fuente: elaboración propia a partir de los datos suministrados por AEMET.

[mm]	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Máxima abs. de la Pmax24h [mm]</b>	21,5	20,0	35,0	26,6	32,7	35,0	90,0	29,3	31,8	47,5	29,0	35,0
<b>Media de la Pmax24h [mm]</b>	12,4	9,1	11,8	14,3	15,4	12,6	11,8	9,4	12,9	19,3	15,8	14,4
<b>Frecuencia</b>	0	0	4	4	3	2	2	0	2	7	4	4

### 3. Elementos climáticos secundarios

Se ha realizado un cuadro resumen (Tabla 6) de los elementos climáticos secundarios (lluvia, nieve, granizo, tormenta, niebla, rocío y escarcha) en el que se indica la frecuencia de cada uno de ellos mensualmente para la serie de datos de 31 años.

Tabla 6. Cuadro resumen de los elementos secundarios del observatorio de Albillos (2345) para la serie de años 1991-2022. Fuente: elaboración propia a partir de los datos suministrados por AEMET.

Días de:	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Lluvia	7	6	6	9	8	6	2	3	5	9	9	8	78
Nieve	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	6
Granizo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tormenta	0	0	0	1	2	2	2	2	1	0	0	0	10
Niebla	6	2	1	0	1	0	0	0	1	1	3	5	20
Rocío	2	2	4	6	9	9	9	9	11	10	6	3	80
Escarcha	7	7	6	3	2	0	0	0	1	3	5	7	41

La tabla muestra que los elementos climáticos secundarios más frecuentes anualmente son la lluvia y el rocío, y que en cambio el granizo es inexistente y la nieve muy poco frecuente en la zona de estudio.

### 4. Elementos climáticos térmicos

La serie de datos mínima para los cálculos de temperaturas es de 15 años, pero al tener los datos de los últimos 31 años (desde septiembre del 1991 hasta agosto del 2022, ambos incluidos) son estos los que se han utilizado.

A diferencia de las precipitaciones, en este caso las lagunas puntuales no se han rellenado, y se han dejado en blanco.

#### 4.1. Cuadro resumen

A continuación, se muestran la tabla resumen de temperaturas mensuales de un año medio (Tabla 7) junto al gráfico compuesto de temperaturas (Figura 4) y la tabla resumen de temperaturas estacionales y anuales (Tabla 8).

##### 4.1.1. Mensual

Se han utilizado diferentes variables de temperaturas para hacer los cuadros resumen y el gráfico, siendo las siguientes:

- 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 7. Tabla resumen de temperaturas mensuales del observatorio de Albillos (2345) para la serie de años 1991-2022. Fuente: elaboración propia a partir de los datos suministrados por AEMET.

[°C]	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Ta	20,0	22,5	25,5	29,0	33,0	39,5	40,0	39,5	36,5	30,5	26,0	17,0
T'a	13,4	16,1	21,1	23,9	28,2	33,7	36,0	35,9	31,6	24,9	18,5	13,4
T	7,6	9,7	13,6	15,6	19,7	25,0	28,4	28,4	23,8	17,7	11,3	8,3
tm	3,7	4,6	7,9	9,6	13,2	17,7	20,6	20,3	16,5	12,1	7,1	4,3
t	-0,1	0,0	2,1	3,6	6,9	10,5	12,7	12,6	9,5	6,6	2,8	0,4
t'a	-6,4	-5,1	-3,2	-1,9	0,7	5,4	8,0	7,7	4,2	-0,2	-3,2	-6,1
ta	-15,5	-9,5	-7,5	-6,5	-3,5	-1,5	5,5	4,5	-1,5	-3,0	-8,0	-16,5

Se puede observar que la temperatura máxima absoluta (Ta) se encuentra en el mes de julio con 40 °C; en cambio, la mínima absoluta (ta) se da en el mes de diciembre, descendiendo la temperatura hasta los – 16,5 °C.

Las temperaturas medias (tm) varían desde los 3,7 °C en enero aumentando hasta llegar a los 20,6 °C en julio donde vuelven a descender.

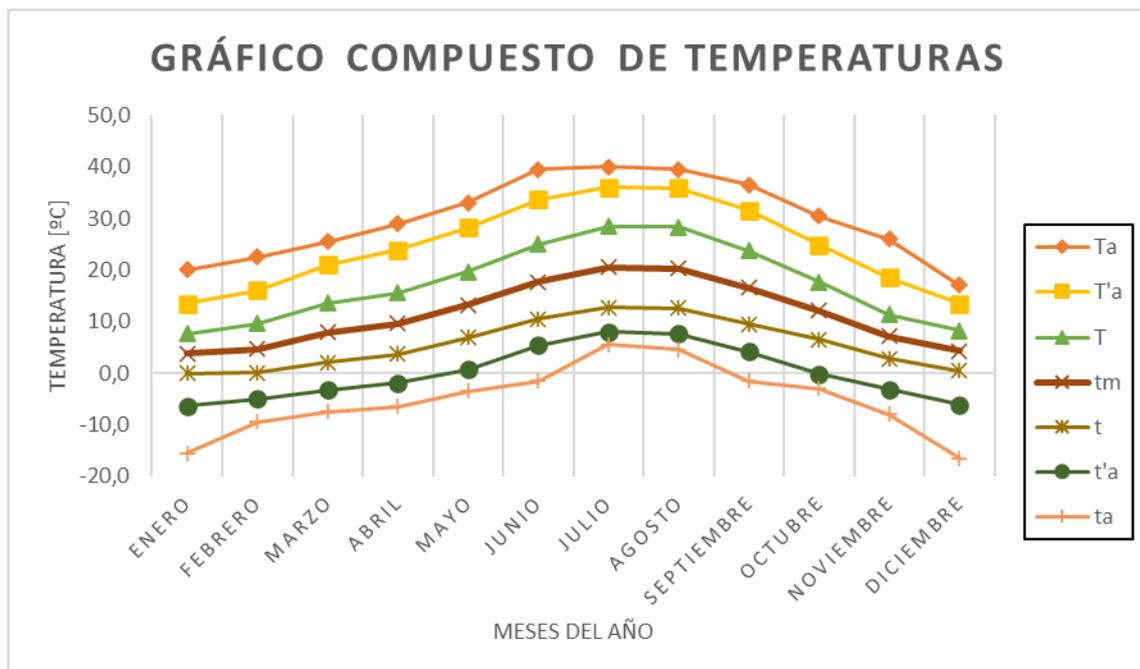


Figura 4. Gráfico compuesto de temperaturas del observatorio de Albillos (2345) para la serie de años 1991-2022. Fuente: elaboración propia a partir de los datos suministrados por AEMET.

#### 4.1.2. Estacional

Tabla 8. Tabla resumen de las temperaturas estacionales y anuales del observatorio de Albillos (2345) para la serie de años 1991-2022. Fuente: elaboración propia a partir de los datos suministrados por AEMET.

[°C]	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Anual
Ta	29,2	39,7	31,0	19,8	29,9
T'a	24,4	35,2	25,0	14,3	24,7
T	16,3	27,3	17,6	8,5	17,4

<b>tm</b>	10,3	19,5	11,9	4,2	11,5
<b>t</b>	4,2	11,9	6,3	0,1	5,6
<b>t'a</b>	-1,5	7,0	0,3	-5,9	0,0
<b>ta</b>	-5,8	2,8	-4,2	-13,8	-5,3

En la tabla 8 se pueden ver de forma gráfica la variación de las temperaturas en las distintas estaciones y de forma anual. Cabe destacar que anualmente la temperatura máxima absoluta (Ta) es de 29,9 °C, la mínima absoluta (ta) de - 5,3 °C y la media (tm) es de 11,5 °C.

#### 4.2. Climodiagrama ombrotérmico de Gausen

El climodiagrama ombrotérmico de Gausen se trata de una representación mixta de las temperaturas medias [°C] y las precipitaciones medias mensuales [mm] en los ejes de las ordenadas, teniendo las segundas una escala del doble de las primeras (P = 2tm). En el eje de las abscisas van situados los meses del año. En la figura 5, se muestra la representación gráfica y en la Tabla 9 se encuentran los datos utilizados para su elaboración.

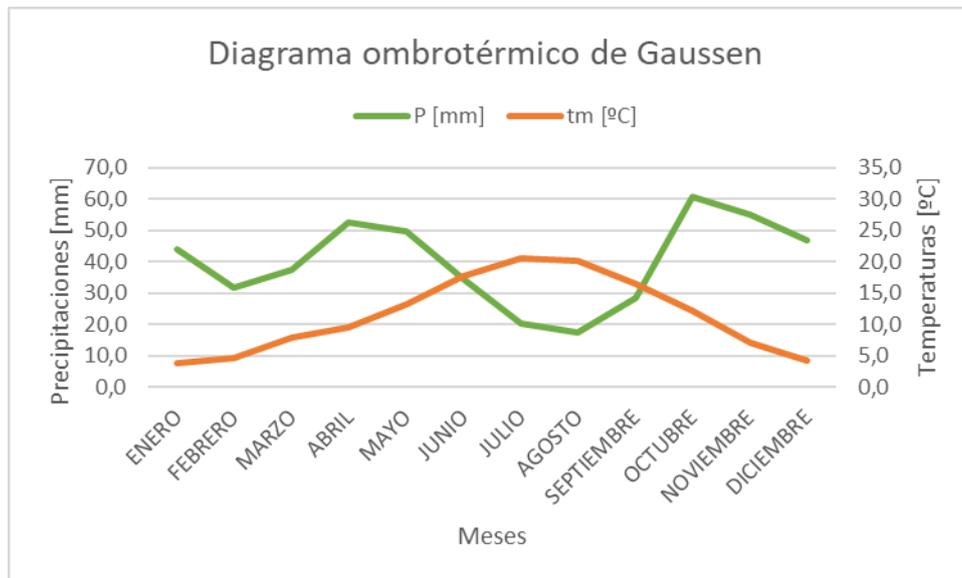


Figura 5. Climodiagrama ombrotérmico de Gausen del observatorio de Albillos (2345) para la serie de años 1991-2022. Fuente: elaboración propia a partir de los datos suministrados por AEMET.

Tabla 9. Serie de datos utilizada para la elaboración del climodiagrama ombrotérmico de Gausen del observatorio de Albillos (2345) para la serie de años 1991-2022. Fuente: elaboración propia a partir de los datos suministrados por AEMET.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>tm [°C]</b>	3,7	4,6	7,9	9,6	13,2	17,7	20,6	20,3	16,5	12,1	7,1	4,3
<b>P [mm]</b>	43,9	31,7	37,3	52,7	49,7	34,8	20,2	17,5	28,5	60,9	54,9	47,0

Los meses en los que la curva de precipitaciones es inferior a la curva de temperaturas son los meses en los que existe sequía, por lo que de este climodiagrama se extrae que en los meses de julio y agosto hay sequía, también existiendo en parte de los meses de junio y septiembre.

Se trata de la denominada sequia estival, la cual es muy común en el clima mediterráneo.

#### 4.3. Diagrama de Termohietas

Este diagrama consiste en un sistema de coordenadas cartesianas en el que se sitúa la precipitación media mensual [mm] en abscisas, la temperatura media mensual [°C] en ordenadas y los doce meses en el interior creando una red de puntos, lo que permite establecer las relaciones existentes entre estos dos elementos climatológicos fundamentales.

En este climodiagrama (Figura 6) se puede reconocer la marcha anual de los dos elementos climatológicos considerados, así como sus relaciones mutuas.

Cuando la rama de verano (VI, VII, VIII) va por la derecha de la rama de invierno (XII, I, II), esto implica que el entorno disfruta de lluvias de verano; en caso contrario, las precipitaciones dominantes son las de invierno.

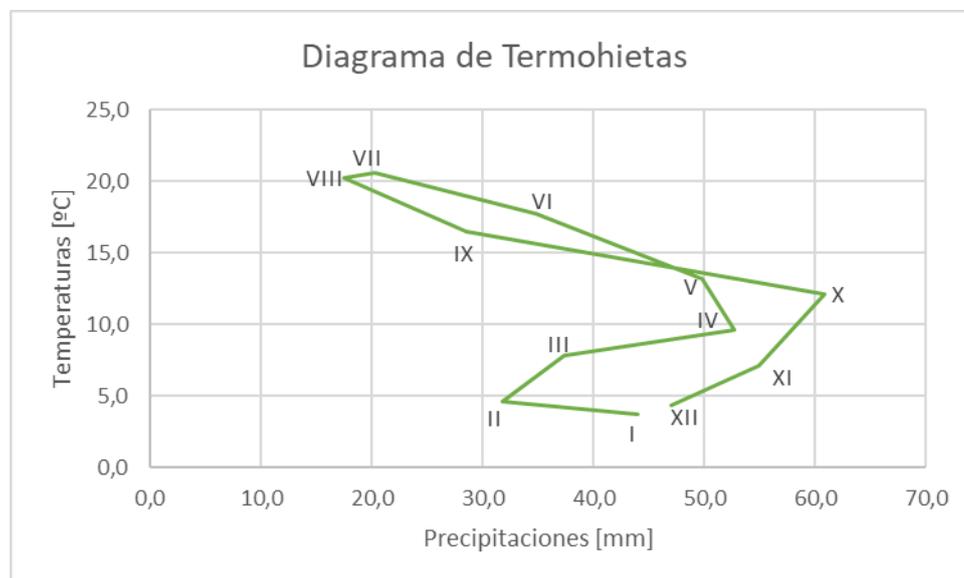


Figura 6. Diagrama de Termohietas del observatorio de Albillos (2345) para la serie de años 1991-2022. Fuente: elaboración propia a partir de los datos suministrados por AEMET.

#### 5. Índice de oceanidad de Kerner

Los índices que intentan medir el impacto de las masas de agua relacionan la continentalidad con la amplitud térmica anual, el de Gorzynski y el de Rivas-Martínez son los más utilizados, pero el índice más adecuado para el clima de la Península Ibérica es el de Kerner, por lo que será el que se va a utilizar.

$$I_{\text{Kerner}} = 100 (tm_x - tm_{IV}) / (tm_{12} - tm_1) \rightarrow K = 100 [(12,1 - 9,6)/(20,6 - 3,7)] = 14,79$$

Siendo:

- o  $tm_x$  = Temperatura media de octubre (mm)  $\rightarrow 12,1$
- o  $tm_{IV}$  = Temperatura media del mes de abril (mm)  $\rightarrow 9,6$

- o  $tm_{12}$  = Temperatura media del mes más cálido (mm)  $\rightarrow 20,6$
- o  $tm_1$  = Temperatura media del mes más frío (mm)  $\rightarrow 3,7$

Tabla 10. Clasificación climática según Kerner. Fuente: Turrión M.B.; 2012 'Guión del trabajo de climatología'.

$I_{kerner}$	Tipo de clima
$\geq 26$	Marítimo
$\geq 18$ y $< 26$	Semimarítimo
$\geq 10$ y $< 18$	Continental
$< 10$	Muy continental

El resultado es de 14,79, que según la tabla 10, se trata de un clima continental.

## 6. Índices climáticos

Los índices climáticos representan relaciones entre los diferentes elementos del clima y tienen como objetivo cuantificar su impacto en las comunidades de plantas.

### 6.1. Índice de Lang

$$I_{Lang} = P / tm \rightarrow I_{Lang} = 479/11,5 = 41,65$$

Siendo:

- o  $P$  = Precipitación anual (mm)  $\rightarrow 479$
- o  $tm$  = Temperatura media anual ( $^{\circ}C$ )  $\rightarrow 11,5$

Tabla 11. Criterios para la interpretación del índice de Lang. Fuente: Turrión M.B.; 2012 'Guión del trabajo de climatología'.

$I_{Lang}$	Tipos según Lang
0-20	Desiertos
20-40	Zonas áridas
40-60	Zonas húmedas de estepa o sabana
60-100	Zonas húmedas de bosques claros
100-160	Zonas húmedas de grandes bosques
$> 160$	Zonas perhúmedas de prados y tundra

Según el valor de 41,65, la zona de estudio se clasifica en zonas húmedas de estepa o sabana.

### 6.2. Índice de Vernet

Este índice diferencia el régimen hídrico de las distintas comarcas europeas. El valor del índice lleva signo “ - ” cuando el verano es el primero o segundo de los mínimos pluviométricos.

$$I_v = (+ \text{ ó } -) 100 [(H-h) / P] (T_v / P_v) \rightarrow I_v = - 100 [(144,2-72,5) / 479] (27,3 / 72,5) = - 5,64$$

Siendo:

- o  $H$  = Precipitación de la estación más lluviosa (mm)  $\rightarrow 144,2$
- o  $h$  = Precipitación de la estación más seca (mm)  $\rightarrow 72,5$

- P = Precipitación anual (mm) → 479
- P<sub>v</sub> = Precipitación estival (mm) → 72,5
- T'<sub>v</sub> = Media de las temperaturas medias máximas estivales (°C) → 27,3

Tabla 12. Criterios para la determinación del tipo de clima según el índice de Vernet. Fuente: Turrión M.B.; 2012 'Guión del trabajo de climatología'.

I <sub>v</sub>	Tipo de clima
>2	Continental
0 a 2	Oceánico-Continental
-1 a 0	Oceánico
-2 a -1	Pseudoceánico
-3 a -2	Oceánico-Mediterráneo
-4 a -3	Submediterráneo
<-4	Mediterráneo

Al obtener un resultado de -5,64, el tipo de clima es mediterráneo.

### 6.3. Índice de Emberger

Sabiendo que es un clima mediterráneo gracias al índice de Vernet, con el índice de Emberger se va a determinar a qué piso climático pertenece y que tipo de invierno hay en la zona. El factor K va en función de la temperatura media de las mínimas más baja (t<sub>1</sub>). Si esta es mayor de 0 °C, las temperaturas se ponen en °C y K tiene el valor de 100; en cambio, si t<sub>1</sub> es menor de 0 °C, los datos de temperatura se usan en Kelvin y el valor de K es de 2000.

$$I_E = K P / (T_{12}^2 - t_1^2) \rightarrow I_E = 2000 * 479 / [(28,4 + 273,15)^2 - (-0,1 + 273,15)^2] = 58,50$$

Siendo:

- P = precipitación anual (mm) → 479
- t<sub>1</sub> = temperatura media de las mínimas más baja (°C) → -0,1
- T<sub>12</sub> = temperatura media de las máxima más alta (°C) → 28,4
- K → 2000

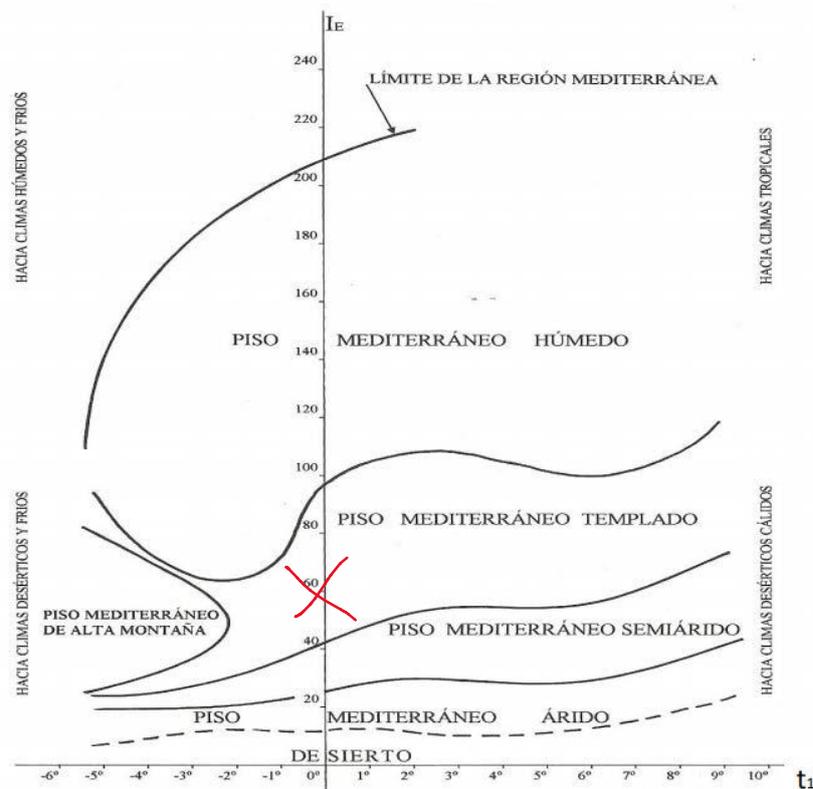


Figura 7. Diagrama para la determinación del género del clima mediterráneo según Emberger (1932). Fuente: Turrión M.B.; 2012 'Guión del trabajo de climatología'.

En el diagrama (Figura 7) se marca el resultado del índice de Emberger (58,50) en el eje de las ordenadas y la temperatura media de las mínimas más baja (-0,1 °C) en el de abscisas para así obtener que pertenece al piso mediterráneo templado.

Según la Tabla 13, la vegetación asociada a este piso es el olivo y alcornoque y en base a la Tabla 14 en la zona hay un invierno frío con heladas muy frecuentes.

Tabla 13. Clasificación de Emberger para el tipo de vegetación en función de la subregión climática mediterránea. Fuente: Turrión M.B.; 2012 'Guión del trabajo de climatología'.

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

Tabla 14. Clasificación de Emberger para el tipo de invierno en función de la temperatura media de las mínimas más baja. Fuente: Turrión M.B.; 2012 'Guión del trabajo de climatología'.

Tipo de invierno	t <sub>1</sub> (°C)	Heladas
Muy frío	< -3	Muy frecuentes e intensas
Frío	≥ -3 y < 0	Muy frecuentes
Fresco	≥ 0 y < 3	Frecuentes
Templado	≥ 3 y < 7	Débiles

Cálido	≥7	Libre de heladas
--------	----	------------------

## 7. Clasificación de Köppen

Köppen establece una clasificación climática basadas en la aridez y la temperatura. Define diferentes tipos de climas en función de los valores de temperatura y precipitación, independientemente de la ubicación geográfica.

Para aplicar correctamente la siguiente tabla, se debe tener en cuenta que todos los valores de precipitación están en centímetros.

Para la asignación de los grupos, subgrupos y subdivisiones se tendrán en cuenta las siguientes variables:

- $t_{m1}$  = temperatura media del mes más frío (°C) → 3,7
- $t_{m12}$  = temperatura media del mes más cálido (°C) → 20,6
- $t_m$  = temperatura media anual (°C)
- P = precipitación anual (cm)
- $P_1$  = precipitación media del mes más seco (cm)
- $P_{inv}$  = suma de las precipitaciones de los 6 meses fríos (cm)
- $P_{ver}$  = suma de las precipitaciones de los 6 meses cálidos (cm)
- $P_{inv6}$  = precipitación mayor de los 6 meses más fríos (cm), es decir, posición 6ª de menor a mayor → 5,49
- $P_{ver6}$  = precipitación mayor de los 6 meses más cálidos (cm), es decir, posición 6ª de menor a mayor
- $P_{inv1}$  = precipitación menor de los 6 meses más fríos (cm), es decir, posición 1ª de menor a mayor
- $P_{ver1}$  = precipitación menor de los 6 meses más cálidos (cm), es decir, posición 1ª de menor a mayor → 1,75
- $t_{m9}$  (°C) → 16,5

Tabla 15. Asignación del Grupo Climático en la clasificación de Köppen. Fuente: Turrión M.B.; 2012 'Guión del trabajo de climatología'.

Grupo	$t_{m1}$	$t_{m12}$	Sequedad	Nomenclatura
A	>18 °C			Tropical lluvioso
B			$P_{inv} > 0,7P$ y $P < 2t_m$ ó $P_{ver} > 0,7P$ y $P < 2t_m + 28$ ó $P < 2t_m + 14$	Seco
C	<18 °C; >0 °C ó > -3 °C según autores	>10 °C		Templado húmedo, cálido mesotérmico
D	< -3 °C	>10 °C		Boreal, de nieve y bosque, microtérmico
E		<10 °C		Polar

Se trata del Grupo C: Templado húmedo, cálido mesotérmico.

Tabla 16. Asignación del Subgrupo Climático en la clasificación de Köppen. Fuente: Turrión M.B.; 2012 'Guión del trabajo de climatología'.

Subgrupo	Posible	Condición	Significado
s (Sommer)	A, C, D	$P_{inv6} > 3P_{ver1}$	La estación seca es en verano
w (Winter)	A, C, D	$P_{ver6} > 10P_{inv1}$	La estación seca es en invierno
f (fehlt)	A, C, D	$P_1 > 6$ ó no se cumple ni s ni w	No hay estación seca
m (Monsum)	A	$6 > P_1 > 10 - 0,04 P$	Monzónico
W (Wüste)	B	$P < t_m$ y $P_{inv} > 0,7P$ $P < t_m + 14$ y $P_{ver} > 0,7P$ $P < t_m + 7$	La precipitación máxima es en invierno La precipitación máxima es en invierno Precipitaciones uniformemente distribuidas
S (Steppe)	B	$t_m < P < 2t_m$ $t_m + 14 < P < 2t_m + 28$ $t_m + 7 < P < 2t_m + 14$	La precipitación máxima es en invierno La precipitación máxima es en invierno Precipitaciones uniformemente distribuidas

En este caso el subgrupo asignado es el s (Sommer): La estación seca es el verano.

Tabla 17. Asignación de la Subdivisión Climática en la clasificación de Köppen. Fuente: Turrión M.B.; 2012 'Guión del trabajo de climatología'.

Subdivisión	Condición	G. posibles
a: veranos calurosos	$t_{m12} > 22^\circ\text{C}$	C, D
b: veranos cálidos	$t_{m9} > 10^\circ\text{C}$	C, D
c: veranos cortos y frescos	$t_{m10}$ ó $t_{m11}$ ó $t_{m12} > 10^\circ\text{C}$	C, D
d: inviernos muy fríos	$t_{m1} < 3,8^\circ\text{C}$	D
h: seco y caluroso	$t_m > 18^\circ\text{C}$	B
k: seco y frío	$t_m < 18^\circ\text{C}$ y $t_{m12} > 18^\circ\text{C}$	B

En cuanto a la subdivisión, será la b.

Por último, en la tabla 18 se recoge la clasificación completa Köppen para la zona de estudio.

Tabla 18. Clasificación de Köppen para la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.

Clasificación	
Grupo	C
Subgrupo	s
Subdivisión	b
Denominación	Csb

En base a la Figura 8, la denominación "Csb" del clima de la zona se traduce a un Clima templado con verano seco y suave.



Figura 8. Clasificación climática de España según Köppen. Fuente: Wikipedia.

# Anejos a la memoria

## Anejo nº3. Estudio edafológico

## ÍNDICE ANEJO III

1. Estudio previo .....	2
2. Zonificación .....	2
3. Realización de la calicata.....	2
4. Descripción del perfil .....	3
4.1. Descripción del sitio .....	3
4.2. Descripción de los horizontes .....	4
5. Métodos usados y resultados de los análisis .....	5
5.1. Preparación de la muestra .....	5
5.2. Determinación de la textura .....	7
5.3. Determinaciones relacionadas con el agua del suelo .....	10
5.3.1. Humedad Higroscópica .....	12
5.3.2. Humedad de Saturación.....	12
5.3.3. Coeficiente de Marchitamiento o Punto de Marchitez.....	13
5.3.4. Capacidad de Campo .....	13
5.3.5. Agua útil .....	13
5.4. Determinación de la porosidad.....	13
5.4.1. Densidad real .....	13
5.4.2. Densidad aparente.....	14
5.4.3. Porosidad .....	15
5.5. Determinación de la materia orgánica.....	15
5.5.1. Materia orgánica total .....	16
5.5.2. Materia orgánica fácilmente oxidable .....	17
5.6. Determinación del pH y de la conductividad eléctrica.....	17
5.6.1. pH .....	18
5.6.2. Conductividad eléctrica.....	18
5.7. Determinación de carbonatos totales.....	19
6. Resumen de los resultados .....	19

## 1. Estudio previo

Según la clasificación FAO encontrada en el mapa de suelos de ITACYL, la zona de estudio está compuesta por:

- Nombre de la asociación: (RGc) Regosol calcárico + (CMc) Cambisol calcárico
- Inclusión: (LPq) Leptosol lítico + (FLc) Fluvisol calcárico
- Textura: Gruesa
- Fase: Gravas en zonas

El visor IDECyL muestra la geología y litología de la parcela:

- Era geológica: Cenozoico
- Periodo geológico: Mioceno superior
- Significado: Margas, arcillas margosas, niveles calcáreos y yesíferos

## 2. Zonificación

Para decidir cuantos en cuántos puntos se deben tomar muestras de suelo es necesario realizar una zonificación. Para ello y como se puede observar en el Plano nº4, se ha atendido a tres criterios:

- Geología: como se ha indicado previamente es la misma para toda la parcela.
- Usos del suelo: son tierras de cultivo de secano.
- Orografía: el recinto situado más al sur de la parcela tiene una pendiente media según el SIGPAC del 5,9 % (<10%), mientras que el otro recinto tiene una pendiente media del 11,9% (>10%).

La orientación de toda la parcela es la misma ya que se encuentra en una zona principalmente llana y la vegetación actual también, ya que el suelo se encuentra desnudo y únicamente hay restos en descomposición del cultivo anterior.

Según la mayoría de los criterios (geología, uso del suelo, orientación y vegetación) la parcela se compone de una única zona, en cambio según la orografía se deberían definir dos zonas. Sin embargo, la diferencia de pendiente entre un recinto y otro de la parcela no es demasiada y además, en general, toda la zona es llana, por lo que el suelo será bastante homogéneo en toda la parcela.

Además, considerando los elevados costes económicos, pero también en tiempo, que supone la realización de calicatas y análisis de suelos, no se considera necesario la apertura de más de una calicata para describir las propiedades del suelo de esta parcela.

Por todo ello, finalmente se decide considerar toda la parcela como una única zona y por tanto, sólo será necesario realizar una calicata para estudiar el suelo. La única calicata necesaria ha sido realizada en el recinto de la parcela situado al norte.

## 3. Realización de la calicata

Para realizar la calicata se han evitado los bordes de la parcela, ya que, al ser una parcela en uso agrícola, se ara anualmente y el suelo de los bordes está más compactado por el paso

continuo de la maquinaria. El perfil de suelo (Figura 1A) está formado por dos horizontes bien diferenciados en base a la penetrabilidad del suelo, ya que al cavar se ha notado perfectamente la consistencia mucho más dura del segundo horizonte. A continuación, se describe cada uno de los horizontes según la observación de campo (Tabla 1).

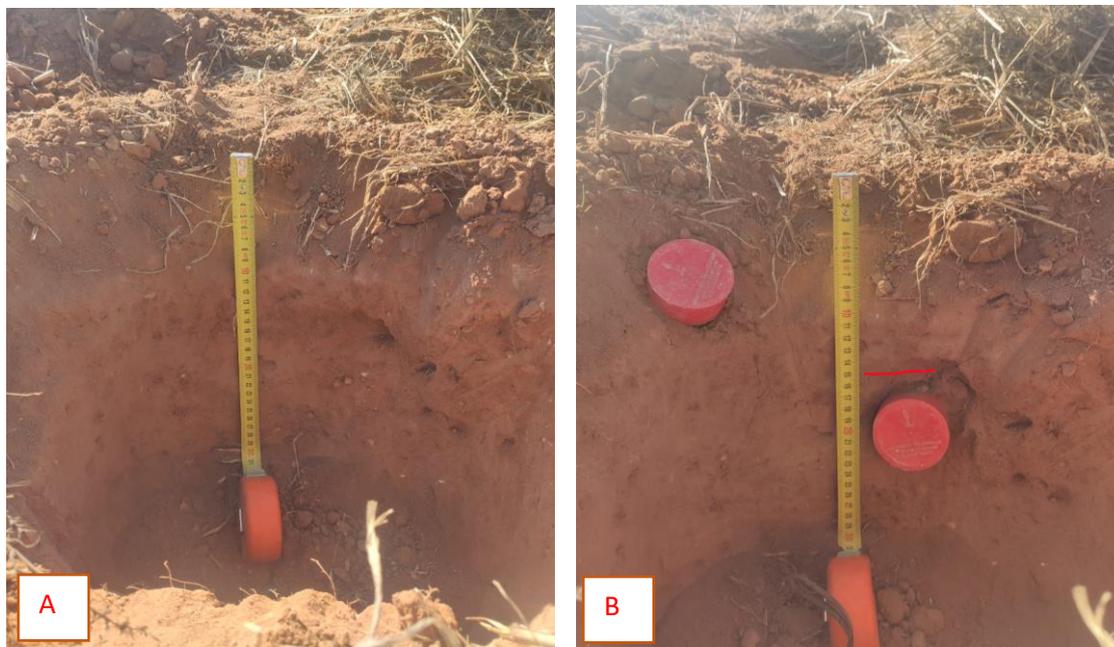


Figura 1. (A) Foto del perfil. Fuente: elaboración propia.  
(B) Foto del perfil con los cilindros de densidad aparente en cada horizonte. Fuente: elaboración propia.

Se han tomado dos tipos de muestras en cada uno de los horizontes:

- Muestra inalterada: Cilindro de acero inoxidable con volumen conocido para el cálculo de la densidad aparente (Figura 1B).
- Muestra alterada: Muestra representativa del horizonte de aproximadamente 1 kg.

Para no contaminar las muestras resulta conveniente empezar el muestreo por el horizonte inferior y terminar con el superior.

#### 4. Descripción del perfil

##### 4.1. Descripción del sitio

Descrito por: Lorena Manero Gutierrez

Fecha y hora: 12.oct.2022 11:18

Condiciones meteorológicas: Despejado y soleado (15 °C)

Datos climáticos: Temperatura media anual 11,5 °C, precipitación media anual 470 mm

Sitio de estudio: Paraje de Talamanquilla, polígono 514, parcela 983

Localización: Villahoz (Burgos)

Coordenadas: 42,064592N 3,910439O

Altitud: 847,1 m

Geomorfología: Meseta

Pendiente: Sin pendiente

Orientación: -

Material original: Margas, arcillas margosas, niveles calcáreos y yesíferos

Uso del suelo y vegetación: Suelo de uso agrícola, sin cultivar, con restos superficiales del anterior cultivo (girasol)

Profundidad efectiva: 30 cm

Pedregosidad superficial: Sin pedregosidad superficial

Afloramientos rocosos: Sin afloramientos rocosos

Drenaje: Malo

Evidencias de erosión: Si

Área afectada: 100 %

Grado: Moderada

Influencia humana: Vegetación alterada (sin especificar)

Salinidad: No

Costra superficial: No

Tipo de suelo: (RGc) Regosol calcárico + (CMc) Cambisol calcárico

#### 4.2. Descripción de los horizontes

**H1 (0-15 cm)** Estado de humedad: Seco. Color (de la matiz del suelo): Reddish brown (5YR 4/4) en seco. Moteado (color, abundancia, tamaño, contraste, límite): Inexistentes. Elementos gruesos (abundancia, dimensiones, forma): Pocos, gravilla y grava media, redondeados. Textura al tacto: Arenosa. Estructura (grado, tipo, clase): Débilmente formada, granular, gruesa. Consistencia (en seco): Suelto. Porosidad (abundancia, tamaño y forma): Moderada, finos, vesiculares. Actividad biológica (abundancia y tipo): Poco, lombrices e insectos. Raíces (tamaño, abundancia): Muy finas, pocas. Test de campo: Reacción de la matriz al HCl, negativa. Acumulaciones minerales: Inexistentes. Cementaciones: Matriz no cementada. Revestimientos: Inexistentes. Límite del horizonte (topografía, ancho): Plano, neto.

**H2 (15-30 cm)** Estado de humedad: Seco. Color (de la matiz del suelo): Reddish brown (5YR 5/4) en seco. Moteado (color, abundancia, tamaño, contraste, límite): Inexistentes. Elementos gruesos (abundancia, dimensiones, forma): Muy pocos, gravilla y grava media, redondeados. Textura al tacto: Arenosa. Estructura (grado, tipo, clase): Débilmente formada, granular, muy gruesa. Consistencia (en seco): Muy duro. Porosidad (abundancia, tamaño y forma): Baja, medios, intersticiales. Actividad biológica (abundancia y tipo): Inexistente. Raíces (tamaño, abundancia): Inexistentes. Test de campo: Reacción de la matriz al HCl, negativa. Acumulaciones minerales: Inexistentes. Cementaciones: Matriz no cementada. Revestimientos: Inexistentes.

## 5. Métodos usados y resultados de los análisis

Los análisis los ha realizado la proyectista Lorena Manero Gutierrez, con ayuda de la profesora y cotutora del proyecto Ruth Martín Sanz, en los laboratorios del Área de Edafología y Química Agrícola de la Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias de Palencia (Universidad de Valladolid).

Todas las propiedades del suelo analizadas que se van a ir describiendo a continuación están realizadas con el mismo procedimiento en los dos horizontes.

### 5.1. Preparación de la muestra

Una vez tomadas las muestras en campo, se llevaron al laboratorio donde las muestras alteradas de suelo se extendieron y se dejaron secar al aire durante 48 horas.

Posteriormente, se retiraron los posibles restos orgánicos y raíces (no había en este caso) y los elementos gruesos (> 2 mm), se rompieron los agregados y se tamizaron las muestras con un tamiz de 2 mm de luz. De este modo, se separó la tierra fina (fracción inferior a 2 mm), de lo que no atraviesa el tamiz, es decir, los elementos gruesos (> 2mm; Figura 3).

Finalmente se pesó la tierra fina y los elementos gruesos de cada horizonte, calculando sus porcentajes. Además, se hizo el test del HCl para determinar de modo sencillo si el suelo proviene de material calizo o no. Este test se basa en echar unas gotas de HCl diluido al 10% sobre los elementos gruesos de cada horizonte. Si el material parental del suelo es calizo, se producirá una reacción entre el HCl y el calcio que desprenderá CO<sub>2</sub> en forma de burbujas de gas fácilmente visibles.

Tabla 1. Preparación de la muestra. Fuente: elaboración propia.

	H1	H2
<b>Elementos gruesos (g)</b>	163,1	104,0
<b>Tierra fina (g)</b>	1576,2	1244,2
<b>Total (g)</b>	1739,3	1348,2
<b>% Elementos gruesos</b>	9,38%	7,71%
<b>% Tierra fina</b>	90,62%	92,29%
<b>Roca</b>	No caliza	No caliza

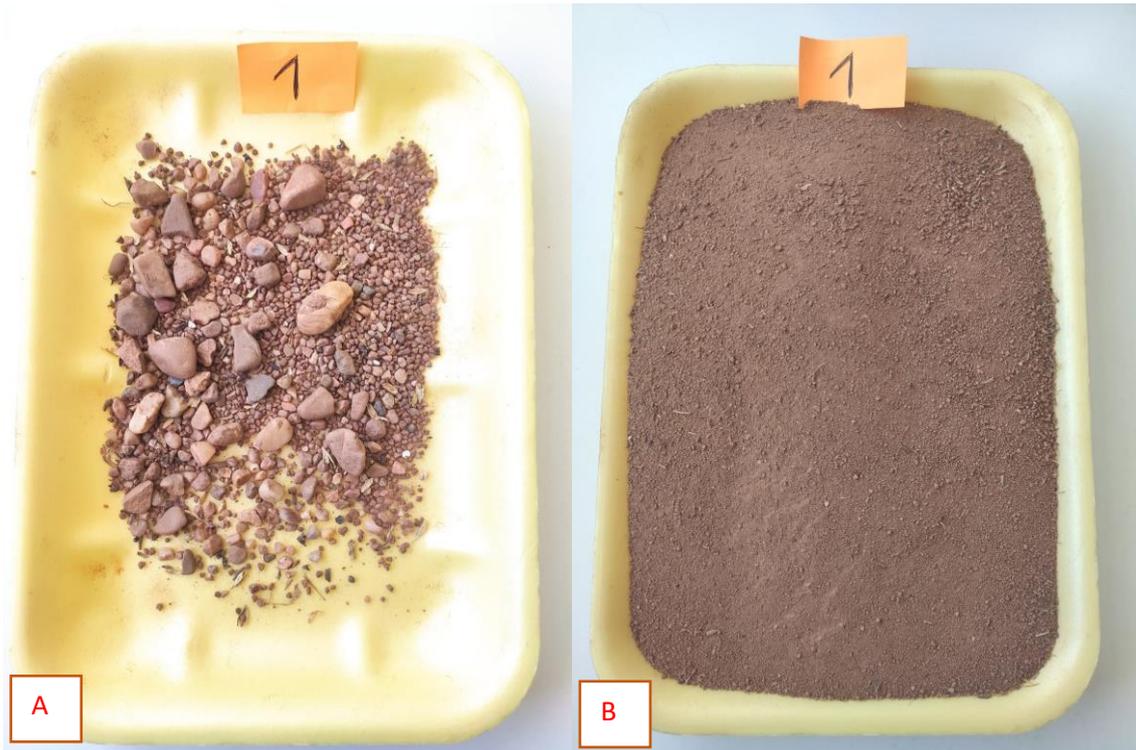


Figura 2. (A) Elementos gruesos del horizonte 1. Fuente: elaboración propia.  
(B) Tierra fina del horizonte 1. Fuente: elaboración propia.

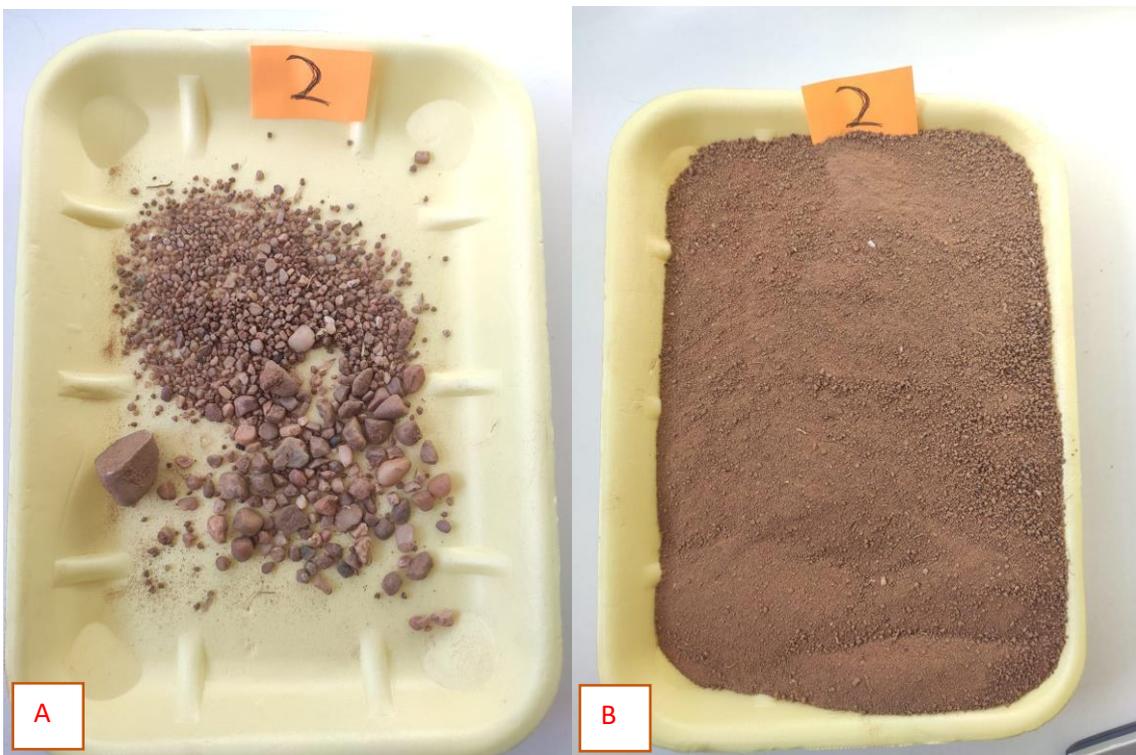


Figura 3. (A) Elementos gruesos horizonte 2. Fuente: elaboración propia.  
(B) Tierra fina del horizonte 2. Fuente: elaboración propia.

## 5.2. Determinación de la textura

La textura del suelo es la cantidad de partículas de cada tipo que posee. Los términos de arena, limo y arcilla se aluden a tamaños relativos de cada tipo de partícula. En base al porcentaje que tengan de cada una se clasificarán en diferentes grupos texturales.

Para la determinación de la textura del suelo se debe primero oxidar la materia orgánica presente y dispersar la muestra. La materia orgánica se oxida mediante su reacción con agua oxigenada. La dispersión de la muestra permite deshacer los agregados rompiendo los puentes que sirven de unión entre las diferentes partículas que forman el suelo; para ello se utiliza oxalato sódico.

La separación de partículas elementales según tamaños se hizo siguiendo la ley de Stokes y el método de la pipeta. Se utiliza una pipeta Robinson para tomar alícuotas de la suspensión suelo-agua a una determinada profundidad (10 cm) y a unos determinados tiempos de sedimentación. A continuación, se secaron las alícuotas tomadas en la estufa para posteriormente pesarlas y calcular el porcentaje de arena, limo y arcilla presente en cada horizonte y así determinar su clase textural.

Tabla 2. Valores recogidos en laboratorio y resultados de los cálculos para la determinación de la textura. Fuente: elaboración propia.

<b>H1</b>		<b>H2</b>		<b>HH 1</b>	0,0103
				<b>HH 2</b>	0,0094
<b>Ps<sub>1</sub> (g)</b>	10,012	<b>Ps<sub>2</sub> (g)</b>	10,045	<b>Vprob (ml)</b>	1000
<b>Pcr<sub>7</sub> (g)</b>	25,722	<b>Pcr<sub>8</sub> (g)</b>	23,553		
<b>Pcr<sub>9</sub> (g)</b>	24,679	<b>Pcr<sub>10</sub> (g)</b>	25,937		
<b>Pcr<sub>11</sub> (g)</b>	24,197	<b>Pcr<sub>12</sub> (g)</b>	22,952		
<b>Pcr<sub>7+46"</sub> (g)</b>	25,773	<b>Pcr<sub>8+46"</sub> (g)</b>	23,608		
<b>Pcr<sub>9+4'48"</sub> (g)</b>	24,723	<b>Pcr<sub>10+4'48"</sub> (g)</b>	25,989		
<b>Pcr<sub>11+8h</sub> (g)</b>	24,225	<b>Pcr<sub>12+8h</sub> (g)</b>	22,979		
<b>Valic (ml)</b>	20	<b>Valic (ml)</b>	20		
<b>Psts<sub>1</sub> (g)</b>	9,909	<b>Psts<sub>2</sub> (g)</b>	9,951		
<b>P1<sub>46"</sub> (g)</b>	0,051	<b>P2<sub>46"</sub> (g)</b>	0,055		
<b>P1<sub>4'48"</sub> (g)</b>	0,044	<b>P2<sub>4'48"</sub> (g)</b>	0,052		
<b>P1<sub>8h</sub> (g)</b>	0,028	<b>P2<sub>8h</sub> (g)</b>	0,027		
<b>%arc 1</b>	14,13%	<b>%arc 2</b>	13,57%		
<b>%lim ISSS 1</b>	8,07%	<b>%lim ISSS 2</b>	12,56%		
<b>%are ISSS 1</b>	77,80%	<b>%are ISSS 2</b>	73,87%		
<b>%lim USDA 1</b>	11,61%	<b>%lim USDA 2</b>	14,07%		
<b>%are USDA 1</b>	74,27%	<b>%are USDA 2</b>	72,36%		

Para realizar la clasificación textural, se han utilizado el sistema de la ISSS y de la USDA, ya que cambian los valores del tamaño de las partículas entre ambas. A continuación se muestran los tiempos de muestreo que se han utilizado según el tamaño de las fracciones que siguen en suspensión:

- 46": fracciones <0,05 mm (limo + arcilla según USDA)
- 4'48": fracciones <0,02 mm (limo + arcilla según ISSS)
- 8 h: fracciones <0,002 mm (arcilla)

Tabla 3. Tabla resumen de la textura de cada horizonte. Fuente: elaboración propia.

	<b>Horizonte 1</b>	<b>Horizonte 2</b>
<b>Arcilla (%)</b>	14,13	13,57
<b>Limo<sub>ISSS</sub> (%)</b>	8,07	12,56
<b>Arena<sub>ISSS</sub> (%)</b>	77,80	73,87
<b>Limo<sub>USDA</sub> (%)</b>	11,60	14,07
<b>Arena<sub>USDA</sub> (%)</b>	74,27	72,36
<b>Textura</b>	Franco arenosa	Franco arenosa

A partir de estos datos, se van a realizar tres diagramas para la representación de los horizontes.

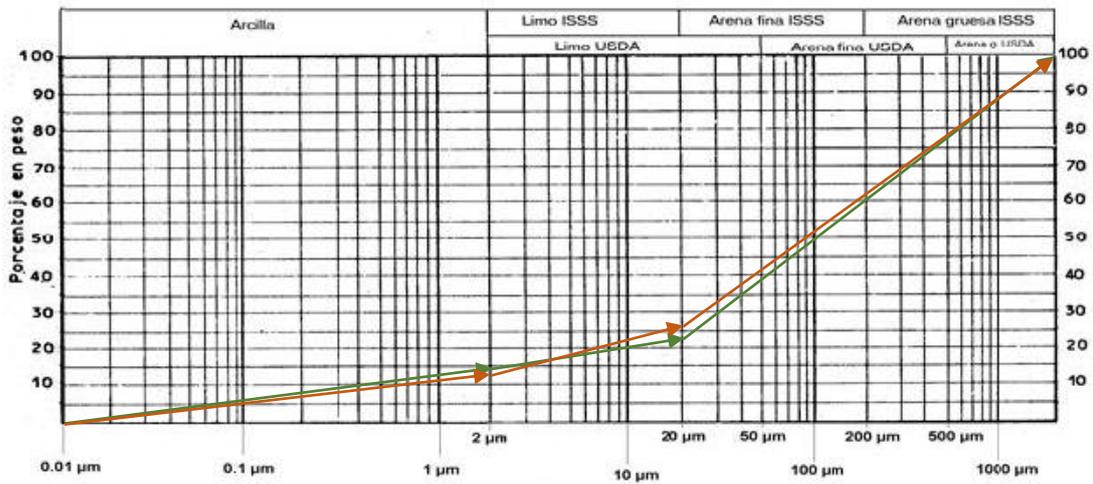


Figura 4. Diagrama semilogarítmico para ISSS (Horizonte 1 en verde, Horizonte 2 en naranja). Fuente: Apuntes de edafología con representación de elaboración propia.

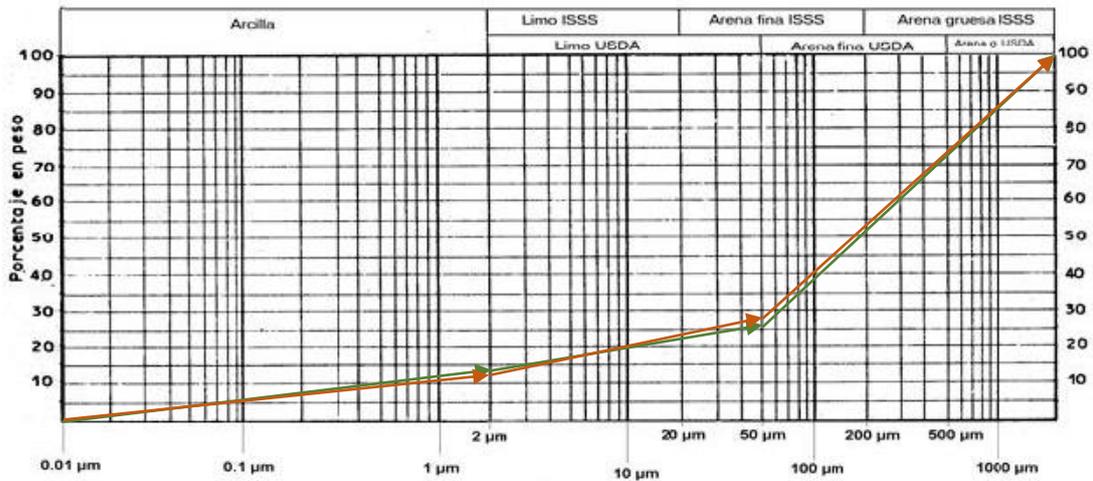


Figura 5. Diagrama semilogarítmico para USDA (Horizonte 1 en verde, Horizonte 2 en naranja). Fuente: Apuntes de edafología con representación de elaboración propia.

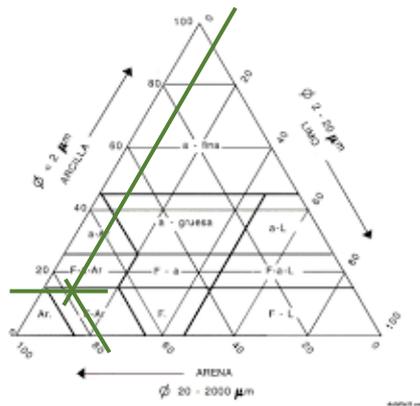


Figura 6. Diagrama de texturas ISSS (Horizonte 1).  
Fuente: Apuntes de edafología con representación de elaboración propia.

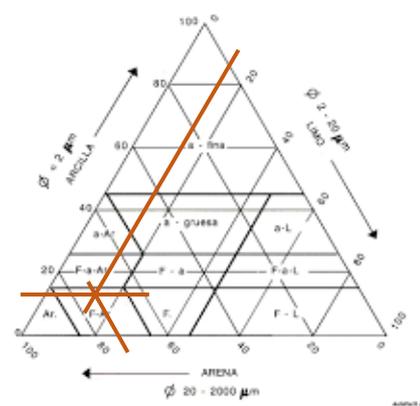


Figura 7. Diagrama de texturas ISSS (Horizonte 2).  
Fuente: Apuntes de edafología con representación de elaboración propia.

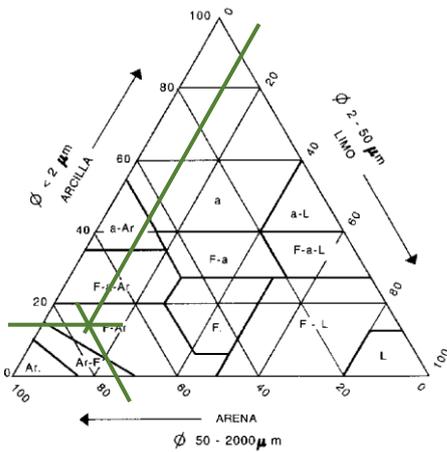


Figura 8. Diagrama de texturas USDA (Horizonte 1).  
Fuente: Apuntes de edafología con representación de elaboración propia.

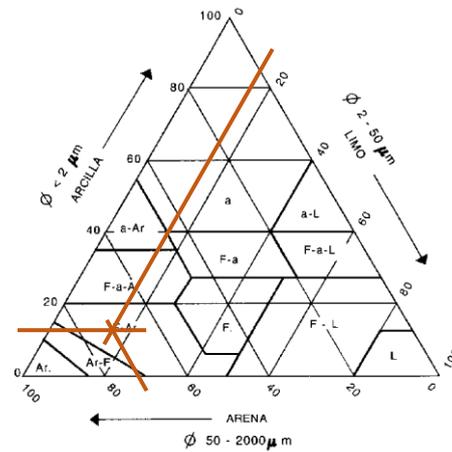


Figura 9. Diagrama de texturas USDA (Horizonte 2).  
Fuente: Apuntes de edafología con representación de elaboración propia.

### 5.3. Determinaciones relacionadas con el agua del suelo

Los coeficientes que se van a analizar sirven para expresar la cantidad de agua que hay en el suelo en momentos concretos, se darán en porcentaje respecto al peso del suelo técnicamente seco. Éste último es un suelo seco en estufa a 105º durante 24 horas (hasta peso constante), la única agua que permanece en él es el agua de constitución de los minerales.

Exceptuando el agua útil, para cada coeficiente se ha seguido un proceso de humedecer la muestra distinto que se comentaran en sus respectivos apartados. Para secar las muestras todas se han secado en la estufa como anteriormente se ha explicado. A la hora de hacer los cálculos se ha seguido la misma fórmula en los cuatro:

$$\% \text{Humedad} = 100 * (P_{\text{SueloHúmedo}} - P_{\text{SueloTécnicamenteSeco}}) / P_{\text{SueloTécnicamenteSeco}}$$

A continuación, se adjuntan las tablas hechas en Excel con las mediciones del laboratorio y los resultados obtenidos, Tabla 4 y Tabla 5. Todo el procedimiento se ha realizado por duplicado para asegurar que los resultados no variaran en exceso y verificar que están bien. El resultado final ha sido la media de ambos.

Tabla 4. Valores recogidos en laboratorio y resultados de los cálculos para las determinaciones relacionadas con el agua del suelo (Horizonte 1). Fuente: elaboración propia.

H1							
HH 1	HS 1		PM 1		CC 1		
Pr <sub>11</sub> (g)	20,250	Pr <sub>11</sub> (g)	20,219	Pr <sub>11</sub> (g)	20,216	Pr <sub>11</sub> (g)	23,345
Pr <sub>12</sub> (g)	21,180	Pr <sub>12</sub> (g)	22,659	Pr <sub>12</sub> (g)	21,591	Pr <sub>12</sub> (g)	24,651
Ps <sub>11</sub> (g)	9,723	PsHS <sub>11</sub> (g)	9,677	Pr+sPM <sub>11</sub> (g)	38,122	PsCC <sub>11</sub> (g)	7,986
Ps <sub>12</sub> (g)	9,672	PsHS <sub>12</sub> (g)	9,740	Pr+sPM <sub>12</sub> (g)	40,861	PsCC <sub>12</sub> (g)	7,548
Pr+sts <sub>11</sub> (g)	29,868	Pr+sts <sub>11</sub> (g)	27,842	Pr+sts <sub>11</sub> (g)	37,384	Pr+sts <sub>11</sub> (g)	30,364
Pr+sts <sub>12</sub> (g)	30,759	Pr+sts <sub>12</sub> (g)	30,328	Pr+sts <sub>12</sub> (g)	40,077	Pr+sts <sub>12</sub> (g)	31,292
				PsPM <sub>11</sub> (g)	17,906		
				PsPM <sub>12</sub> (g)	19,27		
Psts <sub>11</sub> (g)	9,618	Psts <sub>11</sub> (g)	7,623	Psts <sub>11</sub> (g)	17,168	Psts <sub>11</sub> (g)	7,019
Psts <sub>12</sub> (g)	9,579	Psts <sub>12</sub> (g)	7,669	Psts <sub>12</sub> (g)	18,486	Psts <sub>12</sub> (g)	6,641
% HH 11	1,09%	% HS 11	26,94%	% PM 11	4,30%	% CC 11	13,78%
% HH 12	0,97%	% HS 12	27,00%	% PM 12	4,24%	% CC 12	13,66%
<b>% HH 1</b>	<b>1,03%</b>	<b>% HS 1</b>	<b>26,97%</b>	<b>% PM 1</b>	<b>4,27%</b>	<b>% CC 1</b>	<b>13,72%</b>
<b>AGUA UTIL 1</b>	<b>9,45%</b>						

Tabla 5. Valores recogidos en laboratorio y resultados de los cálculos para las determinaciones relacionadas con el agua del suelo (Horizonte 2). Fuente: elaboración propia.

H2							
HH 2	HS 2		PM 2		CC 2		
Pr <sub>21</sub> (g)	29,568	Pr <sub>21</sub> (g)	20,211	Pr <sub>21</sub> (g)	21,177	Pr <sub>21</sub> (g)	22,814
Pr <sub>22</sub> (g)	29,170	Pr <sub>22</sub> (g)	21,591	Pr <sub>22</sub> (g)	29,568	Pr <sub>22</sub> (g)	16,736
Ps <sub>21</sub> (g)	9,569	PsHS <sub>21</sub> (g)	9,562	Pr+sPM <sub>21</sub> (g)	40,473	PsCC <sub>21</sub> (g)	8,331
Ps <sub>22</sub> (g)	9,771	PsHS <sub>22</sub> (g)	9,528	Pr+sPM <sub>22</sub> (g)	48,436	PsCC <sub>22</sub> (g)	8,242
Pr+sts <sub>21</sub> (g)	39,047	Pr+sts <sub>21</sub> (g)	27,858	Pr+sts <sub>21</sub> (g)	39,748	Pr+sts <sub>21</sub> (g)	30,472
Pr+sts <sub>22</sub> (g)	38,851	Pr+sts <sub>22</sub> (g)	29,220	Pr+sts <sub>22</sub> (g)	47,732	Pr+sts <sub>22</sub> (g)	24,405
				PsPM <sub>21</sub> (g)	19,296		
				PsPM <sub>22</sub> (g)	18,868		
Psts <sub>21</sub> (g)	9,479	Psts <sub>21</sub> (g)	7,647	Psts <sub>21</sub> (g)	18,571	Psts <sub>21</sub> (g)	7,658
Psts <sub>22</sub> (g)	9,681	Psts <sub>22</sub> (g)	7,629	Psts <sub>22</sub> (g)	18,164	Psts <sub>22</sub> (g)	7,669
% HH 21	0,95%	% HS 21	25,04%	% PM 21	3,90%	% CC 21	8,79%
% HH 22	0,93%	% HS 22	24,89%	% PM 22	3,88%	% CC 22	7,47%
<b>% HH 2</b>	<b>0,94%</b>	<b>% HS 2</b>	<b>24,97%</b>	<b>% PM 2</b>	<b>3,89%</b>	<b>% CC 2</b>	<b>8,13%</b>
<b>AGUA UTIL 2</b>	<b>4,24%</b>						

### 5.3.1. Humedad Higroscópica

Se denomina humedad higroscópica a la humedad del suelo seco al aire respecto al suelo técnicamente seco. El suelo húmedo en este caso es el suelo seco al aire.

Tabla 6. Humedad higroscópica. Fuente: elaboración propia.

HH Horizonte 1 (%)	HH Horizonte 2 (%)
1,03	0,94

### 5.3.2. Humedad de Saturación

La humedad de saturación se denomina a la tierra que tiene la totalidad de los espacios porosos ocupados por agua.

Sera necesario realizar una pasta saturada poniendo unos 50 gramos de tierra fina en un cuenco, y a esto ir añadiéndole agua destilada por las partes poco a poco para que lo absorba por capilaridad. Estará en el punto de saturación una vez que la pasta brille, pero no esté encharcada, y al hacerle una raja se mantenga abierta, pero al darle unos ligeros golpes se cierre.

Tabla 7. Humedad de saturación. Fuente: elaboración propia.

HS Horizonte 1 (%)	HS Horizonte 2 (%)
26,97	24,97

### 5.3.3. Coeficiente de Marchitamiento o Punto de Marchitez

El coeficiente de marchitez teóricamente es el contenido de agua en el suelo, por debajo del cual las plantas no son capaces de absorberlo.

En este caso se meterá la pasta saturada preparada en un anillo y se llevará al equipo de pF 5 días a 15 atm. Se pesará y llevará a secar toda la tierra del anillo.

Tabla 8. Punto de marchitez. Fuente: elaboración propia.

PM Horizonte 1 (%)	PM Horizonte 2 (%)
4,27	3,89

### 5.3.4. Capacidad de Campo

Es la cantidad de agua que retiene un suelo que drena libremente.

Se usará un cilindro metálico para rellenarlo 1/3 de tierra fina, previamente tapado con una tela por la parte inferior, y se pondrá a saturar en una bandeja con agua. Una vez esté saturado se llevará al equipo de pF de 1/3 atm durante 48 horas. La tierra húmeda que se coja será de la parte central del cilindro, habiendo eliminado la capa superior.

Tabla 9. Capacidad de campo. Fuente: elaboración propia.

CC Horizonte 1 (%)	CC Horizonte 2 (%)
13,72	8,13

### 5.3.5. Agua útil

Agua útil es el agua que hay en el suelo y que pueden usar las plantas.

No se ha hecho ningún análisis ya que es la diferencia entre la capacidad de campo y el coeficiente de marchitamiento.

Tabla 10. Agua útil. Fuente: elaboración propia.

AU Horizonte 1 (%)	AU Horizonte 2 (%)
9,45	4,24

## 5.4. Determinación de la porosidad

Se denomina espacio poroso del suelo a la parte que ocupan la fase líquida y la gaseosa. Ese espacio se divide en macroporos y microporos en un suelo húmedo y bien drenado. El porcentaje de estos está ligado al tipo de estructura del suelo, la textura y el porcentaje de materia orgánica, entre otros.

### 5.4.1. Densidad real

La densidad de las partículas individuales que componen el suelo o la relación de la masa total de las partículas sólidas a su volumen total (se excluye el espacio poroso). En suelos minerales

se suele considerar una media de 2,65 g/cm<sup>3</sup> (equivalente a g/ml), en cambio en suelos orgánicos 0,9 g/cm<sup>3</sup>.

El procedimiento ha necesitado primero el calibrado de los picnómetros, para posteriormente llenarlos con la tierra y agua destilada y desgasificada, y introducirlos al desecador al vacío aplicando una tensión negativa para extraer el aire atrapado entre partículas. Se ha realizado en triplicado para cada horizonte.

Tabla 11. Valores recogidos en laboratorio y resultados de los cálculos para la determinación de la densidad real. Fuente: elaboración propia.

H1			H2			Temp agua (°C)	D agua (g/ml)
						25	0,99707
Pp <sub>11</sub> (g)	48,685	Papic <sub>11</sub> (g)	52,759	Pp <sub>21</sub> (g)	46,440	27	0,99651
Pp <sub>12</sub> (g)	49,081	Papic <sub>12</sub> (g)	46,429	Pp <sub>22</sub> (g)	44,640	30	0,99567
Pp <sub>13</sub> (g)	48,266	Papic <sub>13</sub> (g)	53,062	Pp <sub>23</sub> (g)	45,351		
Pp+a <sub>11</sub> (g)	101,444	Vpic <sub>11</sub> (ml)	52,944	Pp+a <sub>21</sub> (g)	91,984		
Pp+a <sub>12</sub> (g)	95,510	Vpic <sub>12</sub> (ml)	46,592	Pp+a <sub>22</sub> (g)	92,970		
Pp+a <sub>13</sub> (g)	101,328	Vpic <sub>13</sub> (ml)	53,248	Pp+a <sub>23</sub> (g)	90,829		
Pp+s <sub>11</sub> (g)	58,704	Ps <sub>11</sub> (g)	10,019	Pp+s <sub>21</sub> (g)	56,489	Ps <sub>11</sub> (g)	10,049
Pp+s <sub>12</sub> (g)	59,105	Ps <sub>12</sub> (g)	10,024	Pp+s <sub>22</sub> (g)	54,653	Ps <sub>12</sub> (g)	10,013
Pp+s <sub>13</sub> (g)	58,267	Ps <sub>13</sub> (g)	10,001	Pp+s <sub>23</sub> (g)	55,363	Ps <sub>13</sub> (g)	10,012
Pp+s+a <sub>11</sub> (g)	107,636	Pa <sub>11</sub> (g)	48,932	Pp+s+a <sub>21</sub> (g)	98,459	Pa <sub>11</sub> (g)	41,970
Pp+s+a <sub>12</sub> (g)	101,581	Pa <sub>12</sub> (g)	42,476	Pp+s+a <sub>22</sub> (g)	99,175	Pa <sub>12</sub> (g)	44,522
Pp+s+a <sub>13</sub> (g)	107,461	Pa <sub>13</sub> (g)	49,194	Pp+s+a <sub>23</sub> (g)	97,117	Pa <sub>13</sub> (g)	41,754
		Va <sub>11</sub> (ml)	49,103			Va <sub>11</sub> (ml)	42,117
		Va <sub>12</sub> (ml)	42,625			Va <sub>12</sub> (ml)	44,678
		Va <sub>13</sub> (ml)	49,366			Va <sub>13</sub> (ml)	41,900
		Dr <sub>11</sub> (g/ml)	2,609			Dr <sub>11</sub> (g/ml)	2,802
		Dr <sub>12</sub> (g/ml)	2,527			Dr <sub>12</sub> (g/ml)	2,620
		Dr <sub>13</sub> (g/ml)	2,577			Dr <sub>13</sub> (g/ml)	2,679
		Dr H1 (g/ml)	2,571			Dr H2 (g/ml)	2,700

#### 5.4.2. Densidad aparente

Es la densidad de un bloque de suelo inalterado o la relación de la masa de suelo seco al volumen ocupado por las partículas sólidas más el volumen de los poros.

Tabla 12. Valores recogidos en laboratorio y resultados de los cálculos para la determinación de la densidad aparente. Fuente: elaboración propia.

H1		H2	
h <sub>1</sub> (cm)	5,08	h <sub>2</sub> (cm)	4,96
r <sub>1</sub> (cm)	4,755	r <sub>2</sub> (cm)	4,77
Vc <sub>1</sub> (cm <sup>3</sup> )	360,84	Vc <sub>2</sub> (cm <sup>3</sup> )	354,54
Pr <sub>1</sub> (g)	107,404	Pr <sub>2</sub> (g)	117,182
Pr+sts <sub>1</sub> (g)	235,277	Pr+sts <sub>2</sub> (g)	257,248
Dap <sub>1</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	0,354	Dap <sub>2</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	0,395

Los valores de densidad aparente suelen variar entre 1,1 y 1,7 g/cm<sup>3</sup>. Los obtenidos son demasiado pequeños, esto puede ser a causa de la dificultad de coger la muestra inalterada, ya que el primer horizonte estaba demasiado seco y al ser tan arenoso se vaciaba el cilindro, y el segundo horizonte era demasiado duro y al dar fuerte con el mazo para introducir el cilindro se haya estropeado.

En la primera tabla de porosidad (Tabla 14) se ha dejado con los valores obtenidos para poder ver la porosidad que se obtiene con estos datos. En cambio, en la segunda tabla (Tabla 15) se han puesto unos valores medios para el tipo de suelo.

Para los suelos franco-arenosos se estima una densidad aparente de 1,5 g/cm<sup>3</sup>, la cual aumenta con la compactación y con la cantidad de elementos gruesos y disminuye con la materia orgánica. Por estos criterios, se ha estimado que la del horizonte 1 (1,4 g/cm<sup>3</sup>) es menor que la del 2 (1,5 g/cm<sup>3</sup>).

#### 5.4.3. Porosidad

La porosidad es el porcentaje de suelo que ocupan los poros respecto del total, y se determina en base a la densidad aparente y la densidad real. Estos valores suelen oscilar entre el 30 y 60%, para los suelos de textura gruesa o de textura fina respectivamente.

$$\% \text{ Porosidad} = 100 * [1 - (\text{densidad}_{\text{aparente}} / \text{densidad}_{\text{real}})]$$

Tabla 13. Cálculos y resultados de la determinación de la porosidad. Fuente: elaboración propia.

H1		H2	
<b>%Porosid H1</b>	86,22%	<b>%Porosid H2</b>	85,37%
<b>Dap<sub>1</sub> (g/cm<sup>3</sup>)</b>	0,35437594	<b>Dap<sub>2</sub> (g/cm<sup>3</sup>)</b>	0,39506124
<b>Dr<sub>11</sub> (g/ml)</b>	2,57077892	<b>Dr<sub>21</sub> (g/ml)</b>	2,70043144

Tabla 14. Determinación de la porosidad con valores de densidad aparente de 1,4 y 1,5 g/cm<sup>3</sup>. Fuente: elaboración propia.

H1		H2	
<b>%Porosid H1</b>	45,54%	<b>%Porosid H2</b>	44,45%
<b>Dap<sub>1</sub> (g/cm<sup>3</sup>)</b>	1,4	<b>Dap<sub>2</sub> (g/cm<sup>3</sup>)</b>	1,5
<b>Dr<sub>11</sub> (g/ml)</b>	2,57077892	<b>Dr<sub>21</sub> (g/ml)</b>	2,70043144

#### 5.5. Determinación de la materia orgánica

Se van a hacer dos determinaciones de materia orgánica diferentes, la total y la fácilmente oxidable. La primera incluye los compuestos orgánicos que se encuentran en el suelo, es por

esto que influye en las propiedades físicas y químicas. Entre ambas hay una relación establecida por un coeficiente de 0,77, la misma relación existe entre el carbono orgánico fácilmente oxidable y el carbono orgánico total.

El contenido en carbono de la materia orgánica es variable, pero hace mucho tiempo que se estableció que contenía un 58% de C, así a la hora de realizar los cálculos se multiplica la cantidad de C por 100/58 ya que se sigue usando.

### 5.5.1. Materia orgánica total

Este tipo de materia orgánica se determina por medio de la oxidación a altas temperaturas. Para ello se somete a la calcinación en la mufla durante 4 horas a 400 °C.

El proceso se ha hecho por triplicado, pero la media final únicamente se ha realizado con los valores más similares; en el caso del horizonte 1 con el 1 y el 3, y en el horizonte 2, con el 2 y el 6.

Tabla 15. Valores recogidos en laboratorio y resultados de los cálculos para la determinación de la materia orgánica total. Fuente: elaboración propia.

H1		H2	
Pr <sub>1</sub> (g)	33,282	Pr <sub>2</sub> (g)	23,070
Pr <sub>3</sub> (g)	24,176	Pr <sub>4</sub> (g)	27,524
Pr <sub>5</sub> (g)	34,687	Pr <sub>6</sub> (g)	27,859
Ps <sub>1</sub> (g)	3,012	Ps <sub>2</sub> (g)	3,015
Ps <sub>3</sub> (g)	3,016	Ps <sub>4</sub> (g)	3,017
Ps <sub>5</sub> (g)	3,019	Ps <sub>6</sub> (g)	3,005
Pr+sts <sub>1</sub> (g)	36,263	Pr+sts <sub>2</sub> (g)	26,053
Pr+sts <sub>3</sub> (g)	27,161	Pr+sts <sub>4</sub> (g)	30,509
Pr+sts <sub>5</sub> (g)	37,675	Pr+sts <sub>6</sub> (g)	30,836
Pr+sc <sub>1</sub> (g)	36,217	Pr+sc <sub>2</sub> (g)	26,019
Pr+sc <sub>3</sub> (g)	27,120	Pr+sc <sub>4</sub> (g)	30,483
Pr+sc <sub>5</sub> (g)	37,631	Pr+sc <sub>6</sub> (g)	30,804
%MOT <sub>1</sub>	1,54%	%MOT <sub>2</sub>	1,14%
%MOT <sub>3</sub>	1,37%	%MOT <sub>4</sub>	0,87%
%MOT <sub>5</sub>	1,47%	%MOT <sub>6</sub>	1,07%
<b>%MOT H1</b>	<b>1,51%</b>	<b>%MOT H2</b>	<b>1,11%</b>

### 5.5.2. Materia orgánica fácilmente oxidable

El método usado ha sido el de Walkley y Black, que esta basado en una oxidación más débil mediante el dicromato potásico (reactivo químico oxidante). Con este procedimiento se determina el carbono fácilmente oxidable y después se transforma en materia orgánica fácilmente oxidable por medio del coeficiente anteriormente mencionado.

Este método trata los siguientes pasos: reducir el cromo, oxidar la materia orgánica y finalmente valorar el exceso de oxidante mediante la sal de Möhr. Se ha realizado todo el procedimiento por duplicado para cada horizonte.

Tabla 16. Valores recogidos en laboratorio y resultados de los cálculos para la determinación de la materia orgánica fácilmente oxidable. Fuente: elaboración propia.

BLANCO	H1	H2
V Dicr (ml)	10	V Dicr (ml) 10
N Dicr (N)	1	P molec C 12,011
M Dicr (M)	0,17	P molec C 12,011
	Ps <sub>11</sub> (mg) 1004	Ps <sub>21</sub> (mg) 1026
	Ps <sub>12</sub> (mg) 1024	Ps <sub>22</sub> (mg) 1026
V Sal 1 (ml)	22,5	
V Sal 2 (ml)	21	V Sal <sub>11</sub> (ml) 17,5
	V Sal <sub>12</sub> (ml) 17,6	V Sal <sub>21</sub> (ml) 18,7
N Sal 1 (N)	0,44	V Sal <sub>22</sub> (ml) 18,6
N Sal 2 (N)	0,48	mmol Dicr 1 0,324
	mmol Dicr 2 0,316	mmol Dicr 1 0,232
N Sal (N)	0,46	mmol Dicr 2 0,240
M Sal (M)	0,46	mmol C 1 0,486
	mmol C 2 0,475	mmol C 1 0,348
	mg C 1 5,84	mmol C 2 0,360
	mg C 2 5,70	mg C 1 4,18
	% Cfox 1 0,58%	mg C 2 4,32
	% Cfox 2 0,56%	% Cfox 1 0,41%
	%Cfox 0,57%	% Cfox 2 0,42%
	% MOfox 0,98%	%Cfox 0,41%
		% MOfox 0,71%

### 5.6. Determinación del pH y de la conductividad eléctrica

En un primer lugar se muestra la Tabla 17, y a continuación se explicarán los parámetros medidos.

Tabla 17. Valores recogidos en laboratorio para la determinación del pH y la conductividad eléctrica. Fuente: elaboración propia.

H1	H2
pH agua	8,3
pH KCl	7,4
CE (dS/m)	0,1152
%sales <sub>1</sub>	0,037

pH agua	8,3
pH KCl	7,3
CE (dS/m)	0,0802
%sales <sub>2</sub>	0,026

#### 5.6.1. pH

El pH del suelo informa sobre la acidez o basicidad de éste, afectando a la movilidad de los elementos químicos, limitando la disponibilidad de nutrientes y el riesgo de toxicidad.

Los protones en el suelo pueden encontrarse de varias formas: unidos por enlaces químicos a diferentes componentes, adsorbidos por los coloides o libres en la solución. Al determinar el pH en una suspensión de suelo en agua (1:2,5) determinamos los que se encuentran libres. En cambio, al determinarlo en una solución salina neutra de KCl (1:2,5) se obtiene una mayor concentración de iones ácidos en la solución ya que los iones K<sup>+</sup> reemplazan a los protones H<sup>+</sup> e iones Al<sup>3+</sup>, por lo tanto, el pH disminuye.

La zona de estudio tiene un pH medianamente básico (7,3-7,8) o básico (7,8-8,4) según la clasificación USDA.

#### 5.6.2. Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica define si un sustrato es salino o no. Las unidades de medida son tomadas a 25 °C, de forma que si la solución no estuviera a esa temperatura se necesitaría hacer una corrección. El conductímetro usado en el laboratorio ya hace esa corrección, por lo tanto, no será necesario hacerlo de forma manual.

Para esta medición se usará una solución suelo-agua (1:1,5), y en el caso de que el resultado fuera mayor a 1 dS/m sería necesaria la repetición de esta medida en el extracto saturado.

Los datos obtenidos de ambos horizontes afirman la evidencia, y es que no es un suelo salino ya que la conductividad es menor a 0,75 dS/m.

## 5.7. Determinación de carbonatos totales

Tabla 18. Valores recogidos en laboratorio y resultados de los cálculos para la determinación de los carbonatos totales. Fuente: elaboración propia.

H1		H2		BLANCO	
				P CaCO <sub>3</sub> (g)	0,102
Ps <sub>11</sub> (g)	1,017	Ps <sub>21</sub> (g)	1,000	V CO <sub>2</sub> (ml)	25,4
Ps <sub>12</sub> (g)	1,014	Ps <sub>22</sub> (g)	1,020		
V CO <sub>2 11</sub> (ml)	7,0	V CO <sub>2 21</sub> (ml)	5,8		
V CO <sub>2 12</sub> (ml)	6,9	V CO <sub>2 22</sub> (ml)	6,0		
%Carb <sub>11</sub>	2,76%	%Carb <sub>21</sub>	2,33%		
%Carb <sub>12</sub>	2,73%	%Carb <sub>22</sub>	2,36%		
<b>%Carb H1</b>	<b>2,75%</b>	<b>%Carb H2</b>	<b>2,35%</b>		

La última determinación se ha realizado por un método gasométrico, al reaccionar los carbonatos con ácido se desprende CO<sub>2</sub>, y se mide el volumen desprendido. Esta reacción se produce en el Calcímetro de Bernard, el cual es un dispositivo cerrado, a temperatura y presión constante.

Para la determinación del contenido en carbonatos de cada horizonte se hará una comparación con el CO<sub>2</sub> que desprenden las muestras de suelo, y el CO<sub>2</sub> que desprende una muestra de CaCO<sub>3</sub> puro.

## 6. Resumen de los resultados

Por último, se añadirá una tabla resumen, Tabla 19, con los resultados de todos los parámetros calculados para ambos horizontes.

Tabla 19. Tabla resumen de todos los parámetros calculados para cada uno de los horizontes. Fuente: elaboración propia.

Parámetro calculado	Horizonte 1	Horizonte 2
% Elementos gruesos	9,38 %	7,71 %
% Elementos finos	90,62 %	92,29 %
Roca	No caliza	No caliza
Textura	Franco arenosa	Franco arenosa
Humedad Higroscópica	1,03 %	0,94 %
Humedad de Saturación	26,97 %	24,97 %
Punto de Marchitez	4,27 %	3,89 %
Capacidad de Campo	13,72 %	8,13 %
Agua Útil	9,45 %	4,24 %

Densidad Real	2,571 g/cm <sup>3</sup>	2,700 g/cm <sup>3</sup>
Densidad Aparente	0,354 g/cm <sup>3</sup>	0,385 g/cm <sup>3</sup>
Porosidad	45,54 %	44,45 %
Materia Orgánica Total	1,51 %	1,11 %
Materia Orgánica Fácilmente Oxidable	0,98 %	0,71 %
pH (en agua)	8,3	8,3
pH (en KCl)	7,4	7,3
Conductividad eléctrica	0,1152 dS/m	0,0802 dS/m
% Sales	0,037 dS/m	0,026 %
Carbonatos totales	2,75 %	2,35 %

# Anejos a la memoria

## Anejo nº4. Estudio de vegetación y fauna

## ÍNDICE ANEJO IV

1. Vegetación .....	2
1.1. Arborea .....	2
1.2. Arbustiva .....	2
1.3. Cultivos.....	2
2. Fauna .....	3
2.1. Invertebrados.....	3
2.2. Reptiles .....	3
2.3. Anfibios .....	3
2.4. Aves .....	3
2.5. Mamíferos.....	4

## 1. Vegetación

Tanto la vegetación actual como los usos a los que se ha sometido el suelo se han visto directamente afectados por la actividad humana, modificándolos frecuentemente. A continuación, se va a mencionar la vegetación de la zona del proyecto y los alrededores. Se encuentra tanto vegetación propia de la zona, como cultivos de cereales o vid, incluyendo alguna repoblación forestal.

La lista se ha hecho en base a la observación directa, mediante búsqueda por internet y gracias a gente de la zona que ha aportado especies.

### 1.1. Arborea

- Almendro (*Prunus dulcis*)
- Higuera (*Ficus carica*)
- Moral (*Morus nigra*)
- Jerral (*Sorbus domestica*)
- Nogal (*Juglans regia*)
- Olmo negrillo (*Ulmus minor*)
- Chopo (*Populus nigra*)
- Álamo blanco (*Populus alba*)
- Álamo negro de Canadá (*Populus x canadensis*)
- Sauce (*Salix* sp.)
- Encina (*Quercus ilex*)
- Quejigo (*Quercus faginea*)
- Roble común (*Quercus robur*)
- Sabina albar (*Juniperus thurifera*)
- Enebro (*Juniperus communis*)
- Pino carrasco (*Pinus halepensis*)
- Pino piñonero (*Pinus pinea*)

### 1.2. Arbustiva

- Tomillo (*Thymus vulgaris*)
- Romero (*Rosmarinus officinalis*)
- Zarzamora (*Rubus ulmifolius*)
- Manzanilla (*Chamaemelum nobile*)
- Espliego (*Lavandula* sp.)
- Aliaga (*Genista scorpius*)

### 1.3. Cultivos

- Girasol (*Helianthus annuus*)
- Trigo (*Triticum* sp.)
- Cebada (*Hordeum vulgare*)
- Vid (*Vitis vinifera*)

## 2. Fauna

En cuanto a la fauna, se ha procedido de idéntica forma. Se ha hecho un listado habiendo tomado las especies mas representativas de la zona, vistas in situ, habiendo observado sus rastros, en guías de fauna y según el visor IDECyL.

### 2.1. Invertebrados

- Grillo de campo (*Gryllus campestris*)
- Saltamontes (*Oedipoda* sp.)
- Zapatero (*Pyrrhocoris apterus*)
- Mariquita (*Coccinella septempunctata*)
- Lombriz de tierra (*Lumbricus terrestris*)
- Milpiés (*Julus* sp.)
- Moscas (Orden Dípteros)
- Abeja (*Apis mellifera*)
- Avispa (*Vespula vulgaris*)

### 2.2. Reptiles

- Eslizón tridáctilo (*Chalcides striatus*)
- Lagartija ibérica (*Podarcis hispánica*)
- Lagarto ocelado (*Lacerta lepida*)
- Culebra bastarda (*Malpolon monspessulanus*)
- Culebra viperina (*Natrix maura*)

### 2.3. Anfibios

- Sapo común (*Bufo bufo*)
- Rana común (*Pelophylax perezi*)
- Sapo partero común (*Alytes obstetricans*)
- Sapo corredor (*Epidalea calamita*)

### 2.4. Aves

- Águila real (*Aquila chrysaetos*)
- Águila perdicera (*Aquila fasciata*)
- Milano real (*Milvus milvus*)
- Gavilán (*Accipiter nisus*)
- Cigüeña blanca (*Ciconia ciconia*)
- Garza real (*Ardea cinerea*)
- Mirlo común (*Turdus merula*)
- Paloma torcaz (*Columbus palumbus*)
- Perdiz roja (*Alectoris rufa*)
- Aguilucho cenizo (*Circus pygargus*)
- Vencejo común (*Apus apus*)

- Golondrina común (*Hirundo rustica*)
- Alondra ricotí (*Chersophilus duponti*)
- Urraca (*Pica pica*)
- Gorrión común (*Passer domesticus*)
- Mochuelo común (*Athene noctua*)
- Búho real (*Bubo bubo*)
- Estornino negro (*Sturnus unicolor*)
- Lechuza común (*Tyto alba*)

## 2.5. Mamíferos

- Liebre ibérica (*Lepus granatensis*)
- Conejo común (*Oryctolagus cuniculus*)
- Tejón europeo (*Meles meles*)
- Zorro rojo (*Vulpes vulpes*)
- Corzo (*Capreolus capreolus*)
- Jabalí (*Sus scrofa*)
- Erizo europeo (*Erinaceus europaeus*)
- Topillo campesino (*Microtus arvalis*)
- Topo común (*Talpa europaea*)
- Ratón de campo (*Apodemus sylvaticus*)
- Murciélago enano (*Pipistrellus pipistrellus*)
- Murciélago ratonero grande (*Myotis myotis*)
- Lirón careto (*Eliomys quercinus*)
- Tejón (*Meles meles*)
- Comadreja (*Mustela nivalis*)
- Turón (*Mustela putorius*)
- Jineta (*Genetta genetta*)
- Garduña (*Martes foina*)

# Anejos a la memoria

## Anejo nº5. Estudio de alternativas

## ÍNDICE ANEJO V

1. Introducción.....	2
1.1. Cuaderno de zona .....	2
1.1.1. Descripción de la zona 15 .....	4
1.2. Restricciones impuestas por los condicionantes .....	7
1.2.1. Condiciones impuestas por la promotora .....	7
1.2.2. Condicionantes internos .....	7
2. Elección de especies .....	8
2.1. Identificación de las alternativas.....	8
2.2. Evaluación de las alternativas .....	8
2.3. Elección de las alternativas .....	10
3. Elección del marco de plantación .....	11
3.1. Identificación y evaluación de las alternativas.....	11
3.2. Elección de la alternativa .....	12
4. Tratamiento de la vegetación preexistente .....	12
5. Preparación del terreno.....	12
5.1. Identificación de las alternativas.....	13
5.2. Evaluación de las alternativas .....	14
5.3. Elección de la alternativa .....	15
6. Implantación vegetal.....	15
6.1. Identificación de las alternativas.....	15
6.2. Evaluación de las alternativas .....	16
6.3. Elección de la alternativa .....	16
7. Métodos de protección.....	17
7.1. Identificación de las alternativas.....	17
7.2. Evaluación de las alternativas .....	17
7.3. Elección de la alternativa .....	19

## 1. Introducción

En este documento se mostrarán las diferentes alternativas existentes para cada una de las decisiones que se deben tomar a la hora de realizar este proyecto. Además, se justificarán los motivos que llevan a elegir las decisiones finalmente adoptadas.

### 1.1. Cuaderno de zona

La Junta de Castilla y León, por medio de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, creó el Programa Regional de Forestación de Tierras Agrícolas de Castilla y León en el año 1994. Este programa fijaba el marco y las actuaciones para conseguir forestar las tierras agrícolas y mejorar las superficies ya forestadas.

La Comunidad de Castilla y León realizó una Orden de bases reguladoras para la aprobación de ayudas cofinanciadas por el FEADER, destinadas a la reforestación y creación de superficies forestales, en el marco del Programa de Desarrollo Rural de Castilla y León 2014-2020, en la que se aprueban los Cuadernos de Zona y los Requerimientos Técnicos. La convocatoria anual de la ayuda se realiza mediante Orden de la Consejería de Fomento y Medio Ambiente, a la que tienen que acogerse todos aquellos que deseen solicitarla.

En base a las características del medio natural, la disposición de estas ayudas divide el territorio de la Comunidad Autónoma de Castilla y León en 13 Comarcas Naturales, que al mismo tiempo se subdividen en 35 zonas de repoblación, habiendo realizado un “Cuaderno de Zona” para cada una de estas zonas. Las zonas agrupadas según diferentes comarcas son las siguientes:

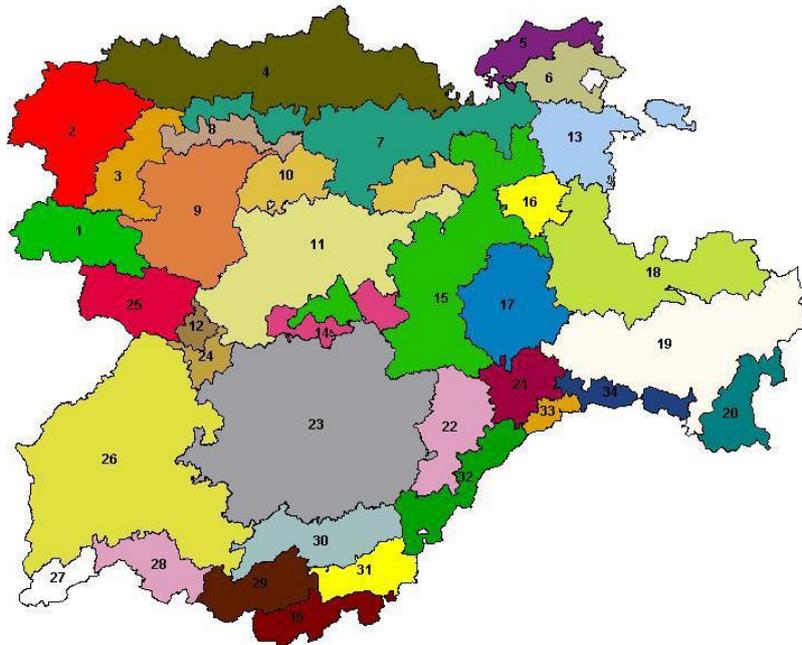


Figura 1. Mapa de zonificación de las zonas. Fuente: CUADERNO DE ZONA 15 “Torozos-Cerratos”.

**Comarca 1 MONTAÑA NORTE:**

- Zona 1 "Sanabria"
- Zona 2 "Bierzo-Cabrera"
- Zona 3 "Montes de León"
- Zona 4 "Montaña Cantábrica"
- Zona 5 "Espinosa-Mena"
- Zona 6 "Villarcayo-Losa"

**Comarca 2 TRANSICIÓN:**

- Zona 7 "Transición"

**Comarca 3 PÁRAMOS RIBERAS:**

- Zona 8 "León"
- Zona 9 "Páramos-Riberas"

**Comarca 4 TIERRA DE CAMPOS:**

- Zona 10 "Campos Norte"
- Zona 11 "Campos Centro"
- Zona 12 "Campos Oeste"

**Comarca 5 LA BUREBA:**

- Zona 13 "La Bureba"

**Comarca 6 PÁRAMOS CERRATOS:**

- Zona 14 "Cerratos Oeste"
- Zona 15 "Torozos-Cerratos"
- Zona 16 "Burgos"
- Zona 17 "Aranda"

**Comarca 7 DEMANDA URBIÓN**

- Zona 18 "Demanda-Urbión"

**Comarca 8 SORIA CENTRO**

- Zona 19 "Soria Centro"

**Comarca 9 JALÓN**

- Zona 20 "Jalón"

**Comarca 10 TIERRA DE PINARES**

- Zona 21 "Sepúlveda"
- Zona 22 "Cantalejo"
- Zona 23 "Pinares Centro"
- Zona 24 "Zamora"

**Comarca 11 OESTE**

- Zona 25 "Aliste"
- Zona 26 "Dehesas-Sayago"

- Zona 27 “El Rebollar”

#### Comarca 12 MONTAÑA SUR

- Zona 28 “Sierra de Salamanca”
- Zona 29 “Gredos”
- Zona 30 “Sierra de Ávila”
- Zona 31 “Alberche”
- Zona 32 “Guadarrama”
- Zona 33 “Ayllón”
- Zona 34 “Sierra de Pela”

#### Comarca 13 TIÉTAR

- Zona 35 “Tiétar”

El presente proyecto de forestación se ubica en el Cuaderno de Zona nº 15 (Subcomarca Torozos-Cerratos), dentro de la comarca 6 (Páramos Cerratos).

##### 1.1.1. Descripción de la zona 15

Esta subcomarca natural abarca los valles y páramos de los ríos Arlanza, Duero, Duratón, Esgueva, Jaramiel y Pisuegra correspondiendo a las provincias de Burgos, Palencia, Segovia y Valladolid.

Las laderas de los páramos están formadas por margas continentales, con frecuencia de yesos en algunas zonas. En estas laderas las pendientes son más acusadas, superando el 60% en los tramos superiores, en los cuales ha acabado al descubierto la roca madre caliza por culpa de los fuertes procesos erosivos. Se trata de un territorio de relieve irregular, estando las zonas de ribera a 700 m de altitud y pudiendo alcanzar más de 900 m en los páramos. La temperatura media anual es de 11-12 °C y la precipitación media anual supera los 500 mm. Generalmente posee suelos calcimórficos, de textura franca y muy poca cantidad de materia orgánica.

La vegetación natural está presente en áreas pequeñas y fragmentadas, ya que la gran parte de los páramos se destinan al cultivo agrícola de secano o de regadío. En cambio, muchas laderas han sido repobladas con pino carrasco. Los pocos bosquetes de quejigo y encina que se conservan poseen un porte arbustivo a causa del aprovechamiento tradicional de monte bajo para la producción de leñas y el carboneo.

Según el cuaderno de zona 15 “Toroza-Cerratoa” la relación de especies arbóreas y arbustivas que se pueden emplear para la repoblación de esta subcomarca son las que aparecen en las Tablas 1 y 2, diferenciado según coníferas y frondosaa respectivamente.

En estas mismas tablas (Tablas 1 y 2) se diferencian las especies que se pueden usar en esta subcomarca según las posibilidades que ofrece cada especie. Pueden ser especies principales (forman la masa principal) o accesorias (no forman la masa principal y por lo tanto se dan en pequeños porcentajes). A su vez las principales se dividen en aconsejables o posibles según criterios técnicos y ecológicos.

Tabla 1. Relación de especies coníferas que se pueden emplear para la reforestación en la subcomarca Torozos-Cerratos. Fuente: CUADERNO DE ZONA 15 "ToroZos-Cerratos".

Nombre científico	Nombre común	Tipo		
		Aconsejable	Posible	Accesoria
<i>Juniperus communis</i>	Enebro			•
<i>Juniperus oxycedrus</i>	Enebro de la Miera			•
<i>Juniperus thurifera</i>	Sabina albar		•	•
<i>Pinus halepensis</i>	Pino carrasco	•	•	
<i>Pinus nigra</i>	Pino laricio	•	•	
<i>Pinus pinaster</i>	Pino negral	•	•	
<i>Pinus pinea</i>	Pino piñonero	•	•	

\**Pinus nigra* se recomienda únicamente en la provincia de Burgos.

Tabla 2. Relación de especies frondosas que se pueden emplear para la reforestación en la subcomarca Torozos-Cerratos. Fuente: CUADERNO DE ZONA 15 "ToroZos-Cerratos".

Nombre científico	Nombre común	Tipo		
		Aconsejable	Posible	Accesoria
<i>Alnus glutinosa</i>	Aliso			•
<i>Amygdalus communis</i>	Almendra			•
<i>Crataegus monogyna</i>	Espino majuelo			•
<i>Cytisus scoparius</i>	Escoba negra			•
<i>Fraxinus angustifolia</i>	Fresno el país	•		
<i>Juglans sp.</i>	Nogal		•	
<i>Morus alba</i>	Morera			•
<i>Populus alba</i>	Álamo blanco	•	•	
<i>Populus nigra</i>	Chopo del país	•	•	
<i>Prunus avium</i>	Cerezo		•	
<i>Prunus spinosa</i>	Endrino			•
<i>Quercus faginea</i>	Quejigo	•	•	
<i>Quercus ilex</i>	Encina	•	•	
<i>Quercus coccifera</i>	Coscoja			•
<i>Retama sphaerocarpa</i>	Retama de bolas			•
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Romero			•
<i>Salix alba</i>	Sauce blanco			•
<i>Sorbus domestica</i>	Serbal		•	•
<i>Spartium junceum</i>	Retama negra			•

Para realizar la forestación en las mejores condiciones, es necesario tomar las decisiones oportunas según la estación o estaciones (Tabla 3) que caractericen los terrenos a repoblar. La estación se considera al terreno que es similar en ciertas características ecológicas como la altitud, pendiente, tipo de suelo, clima, vegetación, etc.

En el Anejo 3: Edafología, se estudió el suelo frente al que nos encontramos y se determinó su textura, resultando en franco arenosa. También se ha visto anteriormente como una zona tiene una pendiente media del 5,9 % (<10 %) y la otra del 11,9 % (10-30 %). Por lo tanto, el terreno a forestar pertenece a las estaciones 8 y 9.

Tabla 3. Clave de estaciones de la zona 15. Fuente: CUADERNO DE ZONA 15 "Torozos-Cerratos".

Suelo	Pendiente	Estación
Arenoso	<10 %	1
Arenoso con horizonte de acumulación de arcilla	<10 %	2
Margas yesíferas	10-30 %	3
	30-60 %	4
	>60 %	5
Calizas	<30 %	6
	>30 %	7
Franco	< 10 %	8
	10-30 %	9
Franco, fresco y profundo	<10 %	10
Arcilloso	<10 %	11
	10-30 %	12
	30-60 %	13
Arcilloso, fresco y profundo	<10 %	14
Fondos fluviales, riberas	<10 %	15
Zonas húmedas, prados juncuales, bodones y otros, con influencia de acuíferos y alta salinidad	No aceptable ecológicamente la forestación	

Finalmente, las Tablas 4 y 5, indican las especies vegetales que son aconsejables, posibles y accesorias según las estaciones anteriormente comentadas, junto a la preparación del terreno más adecuada que se deberá realizar. En este caso se tratarán de escoger las especies y tratamientos que sean comunes en ambas estaciones, ya que se plantea un mismo tipo de forestación en toda la parcela.

Tabla 4. Estación 8 de la zona 15. Fuente: CUADERNO DE ZONA 15 "Torozos-Cerratos".

<b>Especies aconsejables (0-100 %)</b>	<i>Pinus pinea</i> <i>Pinus pinaster</i> <i>Pinus nigra</i>	Pino piñonero Pino negral Pino laricio
<b>Especies posibles (0-40 %)</b>	<i>Quercus ilex</i> <i>Quercus faginea</i>	Encina Quejigo
<b>Especies accesorias (0-10 %)</b>	<i>Crataegus monogyna</i> <i>Prunus spinosa</i> <i>Amygdalus communis</i> <i>Juniperus oxycedrus</i> <i>Juniperus thurifera</i> <i>Sorbus domestica</i>	Espino majuelo Endrino Almendro Enebro de la Miera Sabina albar Serbal
<b>Preparación del terreno</b>	Subsolado lineal/pleno/doble/cruzado (pte <10 %) con o sin gradeo previo Arado con desfonde lineal con o sin gradeo posterior Laboreo profundo Ahoyado superficial con retroexcavadora (planta pequeña)	
<b>Observaciones</b>	El ahoyado con retroexcavadora se realizará en terrenos irregulares, pedregosos o con cárcavas Las densidades bajas, 600 y 400 pies/ha, se recomiendan para terrenos con vocación productiva	

Tabla 5. Estación 9 de la zona 15. Fuente: CUADERNO DE ZONA 15 "Torozos-Cerratos".

<b>Especies aconsejables (0-100 %)</b>	<i>Pinus pinea</i> <i>Pinus pinaster</i> <i>Pinus nigra</i>	Pino piñonero Pino negral Pino laricio
<b>Especies posibles (0-40 %)</b>	<i>Quercus ilex</i> <i>Quercus faginea</i>	Encina Quejigo
<b>Especies accesorias (0-10 %)</b>	<i>Crataegus monogyna</i> <i>Prunus spinosa</i> <i>Amygdalus communis</i> <i>Juniperus oxycedrus</i> <i>Juniperus thurifera</i> <i>Sorbus domestica</i>	Espino majuelo Endrino Almendro Enebro de la Miera Sabina albar Serbal
<b>Preparación del terreno</b>	Subsolado lineal/pleno/doble/cruzado (pte 10-30 %) con o sin gradeo previo Arado con desfonde lineal con o sin gradeo posterior* Ahoyado con retroaraña	
<b>Observaciones</b>	<i>Quercus faginea</i> en las zonas más frescas y de mejor suelo o mayor humedad *La ejecución del gradeo estará limitada a terrenos con una pendiente inferior al 15 % El ahoyado con retroaraña se realizará en terrenos irregulares, pedregosos o con cárcavas	

## 1.2. Restricciones impuestas por los condicionantes

### 1.2.1. Condiciones impuestas por la promotora

- El impacto ambiental debe ser el mínimo posible.
- Los puestos de trabajo serán para los habitantes del pueblo, teniendo prioridad los menores de 30 años y los mayores de 50.
- La planta que se vaya a usar será de calidad y tendrá que estar micorrizada única y exclusivamente con el hongo *Lactarius deliciosus*, y como mínimo en un 20% de la superficie del cepellón.
- El porcentaje de marras debe ser el mínimo posible.
- La realización del proyecto será lo más ajustada posible al presupuesto, siendo además lo más económica posible.
- Se solicitarán las subvenciones relacionadas con este tipo de trabajos, si las hubiere.

### 1.2.2. Condicionantes internos

- Altitud media: 847,1 msnm
- Precipitación media anual: 479 mm
- Precipitación mensual mínima-máxima: 17,5 – 60,9 mm
- Precipitación estival: 72,5 mm
- Temperatura media anual: 11,5 °C
- Temperatura media mensual mínima-máxima: 3,7 – 20,6 °C
- Temperatura mínima-máxima absoluta: -16,5 – 40 °C

- Periodo de sequía: mediados junio – mediados septiembre
- Pendiente: 5,90 – 11,90%
- Textura del suelo: Franco arenosa
- pH: 7,3 – 8,3 (Básico)
- Litología: Margas, arcillas margosas, niveles calcáreos y yesíferos
- Profundidad desde la superficie: 30 cm
- Elementos gruesos: 7,71 – 9,38 %

## 2. Elección de especies

El níscolo (*Lactarius deliciosus*) es un hongo micorrízico que se asocia con diferentes especies para su desarrollo. A continuación, se tratarán dichas especies hospedantes y se hará la elección en base a diferentes criterios:

- Cuaderno de zona 15 “Torozos-Cerratos”.
- Producción según diferentes micoselviculturas (Anejo 1).
- Condicionantes internos del Proyecto.

### 2.1. Identificación de las alternativas

Las especies hospedantes pueden ser tanto arbóreas como arbustivas y son las siguientes (Oria de Rueda, 2007, como se citó en Fernandez Bueno, 2015):

- *Pinus pinaster* var. *Messogensis* y var. *Atlantica*
- *Pinus pinea*
- *Pinus sylvestris* var. *Pirenaica*
- *Pinus nigra*
- *Calluna vulgaris*
- *Erica vagans*
- *Arctostaphylos uva-ursi*
- *Cistus laurifolius*
- *Juniperus communis*
- *Tuberaria vulagaris*

### 2.2. Evaluación de las alternativas

En un primer lugar se van a descartar las especies que no corresponden a las estaciones 8 y 9 del cuaderno de zona 15, quedando las siguientes como posibles especies hospedantes para el *Lactarius deliciosus*:

- *Pinus pinaster* var. *Messogensis* y var. *Atlantica*
- *Pinus pinea*
- *Pinus nigra*

Entre estas especies, las que mayores rendimientos ofrecen (Oria de Rueda et al., 2011) son el pino resinero (*Pinus pinaster*) y el laricio (*P. nigra*), por lo que se elegirá entre estas dos para tomar la decisión final.

El pino negral o resinero es una especie muy longeva (hasta 300 años), robusta y con un gran sistema de raíces, las cuales lo hacen muy útil para frenar la erosión de los suelos. Posee gran

amplitud ecológica ya que soporta fuertes lluvias, periodos de sequías, inviernos muy fríos y veranos muy calurosos. Vive desde costas y valles hasta mesetas y montañas, pudiendo desarrollarse en todo tipo de sustratos prefiriendo los sueltos, arenosos y escasos en nutrientes; prefiere suelos silíceos, aunque también se puede desarrollar en calizos. En la península Ibérica está distribuido en la zona costera de Portugal, en la costa del mar Cantábrico, en la costa occidental del mar Mediterráneo y en la zona interior de la península. Se divide en dos subespecies: *P. pinaster* var. *Atlantica* y *P. pinaster* var. *Mesogeensis*. La primera, se distribuye por la costa del océano atlántico (Galicia y Asturias) y es considerada estenoica, ya que es más exigente en cuanto a las condiciones ambientales. En cambio, la segunda es una variedad mediterránea, más rústica y tolerante a condiciones climáticas y edáficas limitantes.

El pino laricio se divide principalmente en dos subespecies, *Pinus nigra* subsp. *nigra* y *Pinus nigra* subsp. *salzmannii*, esta segunda es la que se da en la Península Ibérica por lo que es la que se va a considerar en el estudio de alternativas. Este pino es originario del centro y sur de Europa, encontrándose principalmente en zonas montañosas. Frecuentemente constituye poblaciones aisladas, originando subespecies y variedades nuevas. Se localiza en el centro y mitad este de la península en tres áreas geográficas principales: Sistema Ibérico, Pirineos y Sierras Béticas, también se encuentra en núcleos de población como la Sierra de Gredos o la Sierra de los Filabres. Se considera un pino típico de las montañas de clima mediterráneo que tienen sequía estival moderada. Prefiere los sustratos de tipo calizo o dolomítico, encontrándose también sobre silíceos. En cuanto a altitud, aparece desde los 500-800 m hasta los 2000 m.

En la Tabla 6 se compararán estas dos especies según diferentes criterios para poder elegir la que mejor se adapte al terreno del proyecto.

Tabla 6. Cuadro resumen comparativo entre *P. pinaster* var. *mesogeensis* y *P. nigra* subsp. *salzmannii*. Fuente: elaboración propia.

Especie		<i>Pinus pinaster</i> var. <i>mesogeensis</i>	<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>salzmannii</i>
<b>P media anual</b>		Desde 350 mm	Desde 500 mm
<b>Altitud optima</b>		600-1300 m	800-1500 m
<b>Temperamento</b>		Luz	Media sombra
<b>Litología</b>		Prefiere silícea	Prefiere caliza
<b>Textura</b>		Franco y franco-arenosos	Franco limosa o franco limo-arcillosa
<b>pH</b>		5,5-8	5,8-8,5
<b>Profundidad</b>		Tolera suelos poco profundos	No es un limitante
<b>Crecimiento</b>	<b>Régimen moderado de claras</b>	4,1 – 10,4 m <sup>2</sup> /(ha*año)	5,8 – 11 m <sup>2</sup> /(ha*año)
	<b>Régimen fuerte de claras</b>	4 – 9,6 m <sup>2</sup> /(ha*año)	5,7 – 10,4 m <sup>2</sup> /(ha*año)

### 2.3. Elección de las alternativas

Atendiendo a todos los criterios comentados anteriormente, se han ido haciendo descartes según el cuaderno de zona 15, y según la producción micoselvícola (Anejo 1: Micología; Punto 5: Micoselvicultura) que ofrece cada una de ellas. Por último, se ha realizado la Tabla 7 para elegir entre las dos especies restantes (Pino resinero y pino laricio). Aunque haya requerimientos que sean preferidos por alguna de ellas, también subsisten en otros, como por ejemplo la litología: una especie prefiere caliza y otra silíceo, pero podrían desarrollarse en el contrario; por esto, se ha marcado de forma muy estricta ajustándose a las preferencias de cada uno.

Tabla 7. Tabla comparativa de los requerimientos ecológicos entre *P. pinaster* var. *mesogeensis* y *P. nigra* subsp. *salzmannii*. Fuente: elaboración propia.

Especie		<i>P. pinaster</i> var. <i>mesogeensis</i>	<i>P. nigra</i> subsp. <i>salzmannii</i>
<b>P media anual</b>		✓	×
<b>Altitud óptima</b>		✓	✓
<b>Temperamento</b>		✓	×
<b>Litología</b>		✓	×
<b>Textura</b>		✓	×
<b>pH</b>		✓	✓
<b>Profundidad</b>		✓	✓
<b>Crecimiento</b>	<b>Régimen moderado de claras</b>	✓	✓
	<b>Régimen fuerte de claras</b>	✓	✓

La especie que más requisitos cumple en cuanto a las condiciones que se dan en el lugar es el *Pinus pinaster* var. *mesogeensis*, por lo que se ha elegido como especie principal.

Como accesoria se ha seleccionado el almendro (*Prunus dulcis*) para incentivar el aumento de la biodiversidad, ya que es una especie melífera con un gran valor en la apicultura ya que florece abundantemente y de forma espectacular en enero, estimulando así la cría de abejas. Por otro lado, es una especie que se encuentra muy presente en la zona y también se da en las estaciones 8 y 9 del cuaderno de zona 15, por lo que es perfectamente compatible en el lugar de estudio. El nombre más utilizado actualmente es *Prunus dulcis*, a pesar de que *Amygdalus communis* o *Prunus amygdalus* se sigan usando en ciertos textos. Se da en zonas de climas templados, secos y un poco áridos y tolera bien el frío. Suele asentarse en suelos ligeros y un poco arenosos, en los que no tolera el encharcamiento.

Finalmente, el almendro tendrá una representación del 5% sobre el terreno, frente a un 95% del pino resinero. Es decir, de un total de 3,7031 ha, 1851,55 m<sup>2</sup> irán destinados a la plantación de almendros y 35179,45 m<sup>2</sup> a pino resinero.

### 3. Elección del marco de plantación

#### 3.1. Identificación y evaluación de las alternativas

El marco de plantación, es decir, la distancia entre las plantas se deberá escoger de forma que favorezca la iluminación y se obtenga una alta densidad de pies para proteger el terreno de la erosión.

Se podrían utilizar diferentes marcos de plantación con distinta densidad final de plantas (Figura 2 y Tabla 8):

- **Marco real o cuadrado:** la separación entre plantas de la misma hilera y la separación con la siguiente hilera es la misma. La mecanización de las labores se hace muy fácil sin causar daños a plantas y en cualquier dirección.
- **Marco rectangular:** la distancia entre plantas de la misma hilera y entre hileras es diferente. Normalmente, la distancia entre plantas suele ser inferior al de las calles, por esto precisamente, las calles se usan para su mecanización y la única dirección posible es esta.
- **Marco al tresbolillo:** se utiliza para aprovechar mejor el espacio sin afectar la planta, por lo que tiene una densidad mayor que los dos anteriores, ayudando a disminuir la erosión. Las plantas se ponen formando un triángulo equilátero. En este sistema, se permite el paso en tres direcciones diferentes, aunque la mecanización se complica mucho.

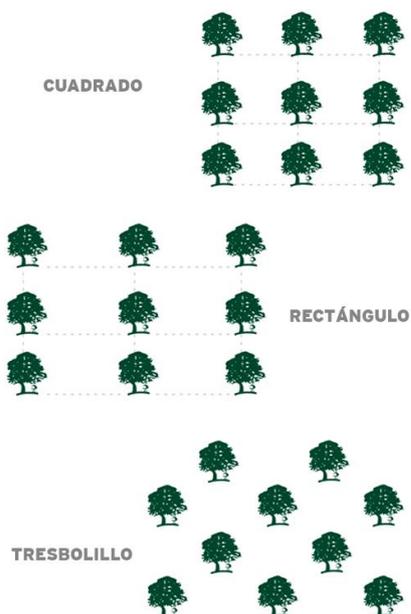


Figura 2. Marcos de plantación. Fuente: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2018/05/28/marco-de-plantacion-trasplante-y-distancia-de-siembra-de-hortalizas/>

Tabla 8. Posibles marcos de plantación y densidades. Fuente: elaboración propia.

Marco (m)	Densidad aproximada (plantas/ha)
2,5x2,5	1600
3x3	1100
2x3	1660

La densidad inicial planteada en el “Manual para la gestión del recurso micológico forestal en Castilla y León” (Oria de Rueda et al., 2011) para este tipo de masa es de 1500-1650 pies/ha; por lo tanto, el marco de plantación a elegir se basará en criterio de densidad de planta. En cuanto al cuaderno de zona 15 las posibilidades que se plantean son las dos primeras de la Tabla 8. El marco al tresbolillo no se ha contemplado ya que dificulta el proceso de mecanización.

### 3.2. Elección de la alternativa

El marco elegido es el marco real 2,5x2,5 m, el cual será usado tanto en los rodales de pino como en los de almendro. En la Tabla 9 queda reflejada la cantidad de pies que se pondrán de cada especie.

Tabla 9. Cantidad de plantas según el marco elegido. Fuente: elaboración propia.

Especie	Superficie (ha)	Marco (m)	Densidad (plantas/ha)	Nº de plantas
<i>Pinus pinaster</i>	3,4998	2,5x2,5	1600	5592
<i>Prunus dulcis</i>	0,1842	2,5x2,5	1600	294

## 4. Tratamiento de la vegetación preexistente

La zona objeto del Proyecto se ha usado con fines agrícolas recientemente y por ello está libre de vegetación. Por lo tanto, no será necesaria la realización de ninguna actuación para la eliminación de la vegetación.

## 5. Preparación del terreno

Normalmente, la preparación del terreno que se hace para una repoblación forestal se basa en modificar las propiedades físicas del perfil de suelo: ampliar la profundidad útil, la capacidad de retención del agua, la posibilidad y velocidad de infiltración del agua, favorecer la penetración de las raíces de las plantas repobladas, mitigar las posibilidades de invasión del matorral tras la plantación o siembra y facilitar dichas labores (Serrada Hierro et al., 2021).

Estas preparaciones se pueden clasificar de diferentes formas. Según la superficie en la que actúen, la preparación del terreno puede ser puntual (mínimo impacto visual), lineal (siguiendo curvas de nivel o excepcionalmente según línea de máxima pendiente), o areal (interesantes en forestaciones de tierras agrícolas). Dependiendo del modo de ejecución, las preparaciones pueden ser manuales (utilizando herramientas) o mecanizadas (usando maquinaria forestal o no forestal pero adaptada). En base a la actuación que se realiza sobre el suelo se dividen en, preparación del terreno con inversión de horizontes o sin ella. Por último, en relación a la profundidad del perfil de suelo se puede considerar baja (0-20 cm), media (20-40 cm) o alta (40-60 cm).

## 5.1. Identificación de las alternativas

Para la identificación de las alternativas de la preparación del terreno se les dará exclusividad a las que aparecen en el cuaderno de zona 15, ya que es un requisito indispensable para la obtención de las ayudas que concede la Junta de Castilla y León.

Según la estación 8 (Tabla 4) tenemos las siguientes posibilidades:

- Subsulado lineal/pleno/doble/cruzado (pte <10%) con o sin gradeo previo.
- Arado con desfonde lineal con o sin gradeo posterior.
- Laboreo profundo.
- Ahoyado superficial con retroexcavadora (planta pequeña) (en terrenos irregulares, pedregosos o con cárcavas).

La estación 9 (Tabla 5) nos ofrece unas alternativas similares:

- Subsulado lineal/pleno/doble/cruzado (pte 10-30%) con o sin gradeo previo.
- Arado con desfonde lineal con o sin gradeo posterior (ejecución del gradeo limitada a terrenos con una pendiente inferior al 15 %).
- Ahoyado con retroaraña (en terrenos irregulares, pedregosos o con cárcavas).

A continuación, se van a describir cada uno de estos procedimientos (Serrada Hierro et al., 2021).

**Subsulado lineal:** Preparación mecanizada y lineal del terreno, generalmente por curvas de nivel, consistente en la rotura del perfil del suelo con una profundidad entre 60 y 100 cm, sin alterar el orden de los horizontes, mediante un apero denominado subsolador o ripper.

**Subsulado doble:** Es una preparación similar a la anterior, con diferencia del número de subsoladores, que en el lineal son siempre impares entre 1-7 y en el doble se ponen dos filas en vez de una, por lo que son pares.

**Subsulado pleno:** Preparación mecánica y areal, consistente en realizar líneas de subsulado paralelas muy próximas entre sí, normalmente separadas 1 m, con una profundidad mínima de 50 cm; no invierte los horizontes.

**Subsulado cruzado:** Preparación mecánica y areal, consistente en ejecutar un subsulado lineal doble, con líneas paralelas separadas 2 m entre sí, en direcciones perpendiculares a terrenos sensiblemente llanos y oblicuas en terrenos con ligera pendiente; no invierte los horizontes.

**Gradeo:** Preparación tradicional, mecánica y areal, consistente el pase de grada con tractor para la eliminación de vegetación normalmente agrícola y superficial; también usado para el control de la vegetación herbácea en plantaciones forestales.

**Arado con desfonde lineal:** Preparación mecánica y lineal, en la que se invierten los horizontes y el terreno queda a distintos niveles, creando surcos de forma lineal.

**Laboreo profundo:** Preparación mecánica y areal, consistente en la eliminación de la vegetación herbácea junto a la labor de gran profundidad mediante aperos de tipo arado de vertedera, de disco o de grada de discos; se invierten los horizontes.

**Ahoyado con retroexcavadora:** Preparación mecánica y puntual, consistente en la remoción del suelo sin extracción, con cuchara de una retroexcavadora

**Ahoyado superficial con retroaraña:** Preparación mecánica y puntual, consistente en la realización de hoyos similares a los de la retroexcavadora, teniendo la ventaja de que permite superar problemas de pendiente y pedregosidad.

Las plantas se desarrollan más rápido y permiten que su sistema radical profundice y garantice una mejor estabilidad sobre el surco subsolado que en el ahoyado. Otra de las ventajas de este primero, es que el rendimiento es más favorable que en el segundo.

## 5.2. Evaluación de las alternativas

Se considera indispensable, que, en la medida de lo posible, se mecanicen los trabajos a realizar, ya que se obtiene un mejor rendimiento, reduciendo el tiempo y el precio debido a la menor necesidad de mano de obra. Los terrenos donde se va a realizar este proyecto presentan pendientes inferiores al 15 % y baja pedregosidad, importantes ventajas a la hora de la elección de los tratamientos necesarios para el terreno.

Se busca una alternativa común para toda la superficie incluida en el proyecto (Tabla 10), teniendo en cuenta un marco de plantación de 2,5x2,5 m, y se descartarán las alternativas de alto coste si no son imprescindibles, las que tengan bajos rendimientos y las que inviertan los horizontes edáficos.

Tabla 10. Evaluación de las alternativas para la preparación del terreno. Fuente: elaboración propia.

<b>Alternativa</b>	<b>Principal ventaja o desventaja</b>
<i>Subsolado lineal</i>	Posible: buen rendimiento y sin inversión de horizontes
<i>Subsolado doble</i>	Posible: buen rendimiento y sin inversión de horizontes
<i>Subsolado pleno</i>	Posible: buen rendimiento y sin inversión de horizontes
<i>Subsolado cruzado</i>	Posible: buen rendimiento y sin inversión de horizontes
<i>Gradeo</i>	Descartada: es innecesario ya que no hay vegetación previa
<i>Arado con desfonde lineal</i>	Descartada: invierte horizontes
<i>Laboreo profundo</i>	Descartada: invierte horizontes
<i>Ahoyado con retroexcavadora</i>	Posible: sin inversión de horizontes
<i>Ahoyado con retroaraña</i>	Descartada: posee un alto coste innecesario ya que la pendiente en ningún momento llega al 65 %

### 5.3. Elección de la alternativa

La alternativa seleccionada es la realización de un subsolado cruzado, el cual fragmentará la roca madre, aumentando así la profundidad útil del perfil hasta los 60 cm o 1 m sin alterar los horizontes. Es el subsolado que mejor se adapta ya que tiene un mayor efecto hidrológico en la pendiente, es decir, a más pendiente menos frena la escorrentía hídrica, pero los terrenos a plantar gozan de pendientes pequeñas (<15 %). El subsolado doble y el pleno se consideran innecesarios. El subsolado cruzado se realizará mediante un apero de subsolado con los rejoneros separados a 2,5m entre sí.

## 6. Implantación vegetal

La última fase de la forestación es la propia implantación vegetal de la especie o especies seleccionadas. Esta fase se puede realizar principalmente de dos modos, con semilla o con planta. La primera opción es totalmente inviable ya que la repoblación está enfocada a la producción de níscolo. Al ser un hongo micorrízico necesita de una planta para poder desarrollarse, por lo que necesitamos utilizar plantas previamente micorrizadas con el hongo para conseguir el objetivo de este proyecto. Con el almendro también se descarta la siembra ya que se usará el mismo método de implantación para ambas especies.

La plantación tiene diversas ventajas, como son la posibilidad de implantación de la planta ya micorrizada a su marco definitivo de plantación, una mayor probabilidad de éxito ya que las plantas son más resistentes a los distintos riesgos meteorológicos, menos gastos en cuanto a tratamientos silvícolas posteriores, ocupación instantánea del terreno y un menor riesgo de plagas y enfermedades en los primeros años.

Sin embargo, este método también presenta ciertas desventajas como la necesaria disposición de mano de obra especializada y/o maquinaria concreta, un precio de compra más elevado, mayores costes en trabajos de poda ya que al realizar la plantación con menor densidad, la poda natural será más tardía y mayor plazo de tiempo para realizar la plantación que en el caso de la siembra.

### 6.1. Identificación de las alternativas

Para la plantación, se utilizará planta producida en vivero y que cumpla unos mínimos requisitos de sanidad vegetal, calidad exterior e identidad genética.

Las diferentes alternativas según el tipo de planta son: planta a raíz desnuda (se extraen del vivero con la raíz al aire para implantarse así) o plantas en contenedor (se cultivan en envases con sustrato, para después implantarse con el cepellón).

En base a la forma de ejecución hay dos opciones: plantación manual (la plantación la hace un operario utilizando herramientas para la realización del hoyo en un terreno previamente preparado) o mecanizada (la plantación se realiza a través de un tractor que arrastra una máquina plantadora).

Por último, se tendrá que tomar la decisión que corresponde al momento de la plantación, es decir, si la preparación del suelo es previa a esta o es simultánea.

## 6.2. Evaluación de las alternativas

Se van a considerar las diferentes alternativas recientemente comentadas, y según sus ventajas y desventajas se decidirá la forma definitiva de plantación (Tabla 11).

Si en alguna decisión se da más de una opción como válida se elegirá la de mayor rendimiento, abaratando los costes de mano de obra y reduciendo el tiempo de plantación.

Tabla 11. Evaluación de las alternativas para la implantación vegetal. Fuente: elaboración propia.

Alternativa		Principal ventaja o desventaja
Tipo de planta	A raíz desnuda	Descartada: menor porcentaje de supervivencia, por lo que habrá que reponer un mayor número de marras, la ventaja es que la planta es más barata
	En contenedor	Elegida: mayor porcentaje de supervivencia sobre todo en climas con aridez, aunque costes mayores de planta, embalaje y transporte
Forma de ejecución	Manual	Descartada: menores rendimientos
	Mecanizada	Elegida: pendiente y pedregosidad baja y mayor rendimiento
Preparación del terreno y plantación	Previa la preparación	Elegida
	Simultáneas	Descartada: el único procedimiento lineal y mecanizado de preparación del suelo que permite la plantación simultánea es el acaballonado con desfonde (Serrada Hierro et al., 2021)

## 6.3. Elección de la alternativa

Finalmente se ha elegido una plantación mecanizada, ya que se trata de un terreno de poca pendiente y pedregosidad, realizada por medio de una máquina plantadora de reja, indicada para preparaciones lineales o areales, arrastrada por un tractor y que consta de un rejón que abrirá el surco donde el operario colocará la planta y 2 ruedas convergentes que cerrarán el surco comprimiendo la tierra y asentando la planta.

La planta usada de *Pinus pinaster* será micorrizada con el hongo *Lactarius deliciosus* y tanto esta primera como la planta de *Prunus dulcis* vendrán en contenedor.

En la Tabla 12 se muestran las características de las especies que se van a usar en la forestación del presente Proyecto, así como la procedencia, tamaño y tipo de planta. Estas indicaciones serán de obligatorio cumplimiento, en el Documento nº3: Pliego de condiciones se especifican las condiciones por las cuales no fueran obligatorias estas características.

Tabla 12. Procedencias de las especies, tamaño y tipo de planta. Fuente: CUADERNO DE ZONA 15 "Torozos-Cerratos".

Especie	Procedencia	Categoría mínima exigible	Uso	Tipo	Tamaño y volumen contenedor
<i>Prunus dulcis</i>	RIU nº 16 y 17	-	Recomendada	1 o 2 savias en envase forestal	+ de 300 cc
<i>Pinus pinaster</i>	8- Meseta Castellana	Seleccionado (etiqueta verde)	Recomendada	1 o 2 savias en envase forestal	+ de 200 cc

## 7. Métodos de protección

Una de las causas por la que la forestación puede fracasar son los diferentes tipos de daños que pueden causar los animales herbívoros en las plántulas durante los primeros meses y años de la plantación. Por ello, es fundamental tener en cuenta qué especies de herbívoros habitan en la zona de estudio (ver Anejo nº4: Vegetación y fauna) para establecer los métodos de protección de la masa más adecuados, principalmente durante sus primeros años.

### 7.1. Identificación de las alternativas

Se adjunta la Tabla 13 para identificar las diferentes alternativas según el tipo de herbívoros del que queramos proteger la masa.

Tabla 13. Alternativas para la protección del repoblado. Fuente: Serrada Hierro et al., 2021 (adaptado de Hodge y Pepper 1998).

Especie	Cerramiento perimetral metálico	Cerramiento perimetral eléctrico	Repelentes	Protectores individuales
<b>Roedores</b>	No viable	No viable	Opcional	Eficaz
<b>Conejos y liebres</b>	Eficaz	Eficaz	Opcional	Eficaz
<b>Corzos, ciervos y cabras</b>	Eficaz	Opcional	Opcional	Eficaz
<b>Jabalí</b>	Eficaz	Eficaz	Opcional	No viable, a excepción de las jaulas metálicas
<b>Ganado doméstico</b>	Eficaz	Eficaz	No viable	Opcional

### 7.2. Evaluación de las alternativas

La evaluación de las alternativas se ha hecho en base al precio que tienen cada opción, su viabilidad según la Tabla 13, y su impacto ambiental y paisajístico, buscando siempre el mínimo impacto.

Como se va a observar en la Tabla 14, la alternativa más viable es la colocación de protectores individuales. Los cerramientos se han excluido, ya que no hay problema porque la fauna circule por dentro de la finca, siempre que no dañen la repoblación. Por otro lado, la colocación genera un elevado coste, y los repelentes han excluido ya que son una opción, pero eso no indica que sea la más viable.

La única finalidad que se busca por medio de los protectores es la protección física de la planta, por lo que se descartarán los tubos de invernadero y las mallas de sombreo.

En cuanto a los protectores enrollables, son materiales plásticos que se enrollan alrededor del árbol, sin tutores, por lo que necesitan que el tronco esté libre de ramas y sea rígido para mantenerlo en pie. Son una mala opción ya que frecuentemente, los insectos perforadores causan daños en las plántulas gracias al microclima que se genera, y también porque el único fin de los protectores es protegerlas los primeros años de vida, por lo que aún son demasiado pequeñas como para enrollarlos alrededor del tronco.

Por lo tanto, la alternativa más favorable son las mallas cinegéticas, ya que ofrecen la protección física deseada no suponiendo un sobrecoste en el presupuesto. Este tipo de mallas se colocan normalmente mediante tutores, dos o tres, aunque también es habitual colocarlas sin ellos. Una vez transcurrido el tiempo necesario para que la planta pueda sobrevivir sin esa protección se quitarán.

Además de todas las opciones de la Tabla 14, existen diferentes alternativas que no aparecen en ella, como los tubos protectores biodegradables, los cuales son una buena opción, ya que en un futuro no hay que quitarlos y en unos 6 años aproximadamente se degradan.

También ofrece ese efecto invernadero anteriormente comentado, pero con la ventaja de que en este caso los tubos son transpirables por lo que es menos probable que surja una plaga o enfermedad. Estos últimos también se pueden colocar con tutor o sin él.

Tabla 14. Modelos de protectores individuales. Fuente: Serrada Hierro et al., 2021.

Tipo de material		Finalidad	Variables ambientales que modifica	Parámetros a definir
<b>Protectores enrollables</b>		Protección física	-	Modelo, altura
<b>Protectores de malla</b>	<b>Mallas cinegéticas</b>	Protección física	-	Material, altura, diámetro, luz de la malla y gramaje (plásticos), tipo de alambre y características (metálicas)
	<b>Mallas de sombreo</b>	Protección física Creación de un ambiente favorable para el crecimiento	Luz, viento	Altura, diámetro, luz de la malla y gramaje

---

<b>Tubos invernadero</b>	Protección física Creación de un ambiente favorable para el crecimiento	Luz, temperatura, humedad, viento, concentración de CO <sub>2</sub>	Color, altura, ventilación, montaje
--------------------------	--	---	-------------------------------------

### 7.3. Elección de la alternativa

La alternativa elegida es la utilización de tubos protectores biodegradables, de 60 cm de altura y sin tutores. Esta altura se ha elegido en base a que se instalan plántulas de 1 o 2 savias, por lo que si se ponen protecciones mucho más altas, podría ocasionar daños en la planta. El tutor no se ha considerado necesario a priori, ya que no es una zona de excesivo viento y con una buena colocación se podrá evitar su caída.

# Anejos a la memoria

## Anejo nº6. Ingeniería del proyecto

## ÍNDICE ANEJO VI

1. Ingeniería del proceso.....	2
1.1. Preparación del terreno .....	2
1.1.1. Maquinaria y aperos a utilizar .....	2
1.1.2. Procedimiento.....	2
1.1.3. Rendimiento.....	2
1.2. Implantación vegetal.....	2
1.2.1. Maquinaria y aperos a utilizar .....	2
1.2.2. Procedimiento.....	3
1.2.3. Rendimiento.....	3
1.3. Colocación de protectores .....	3
2. Ingeniería de las obras .....	4
3. Cuidados posteriores .....	4

## 1. Ingeniería del proceso

### 1.1. Preparación del terreno

Ya que se ha considerado innecesaria la realización de tratamientos para la eliminación de la vegetación, el primer trabajo a realizar será la preparación del terreno por medio de un subsolado cruzado.

#### 1.1.1. Maquinaria y aperos a utilizar

Para realizar el subsolado a una profundidad de 60 cm, se utilizará un tractor de cadenas de entre 171/190 CV (127,52/141,68 kW) con un subsolador de ancho ajustable y bastidor recto y rígido de elevación hidráulica con 2 rejonos a una distancia de 2,5 m.

#### 1.1.2. Procedimiento

Previamente, se realizará un marcaje de las distancias entre líneas. A continuación, se procederá con el subsolado lineal a 60 cm de profundidad, sin inversión de horizontes y haciendo pases paralelos separados a 2,5 m entre sí. A continuación, se hará otro subsolado lineal perpendicularmente a éste, repitiendo los pases paralelos a 2,5 m entre sí para obtener el subsolado cruzado.

Esta acción se debe efectuar en tiempo seco, preferiblemente, para ejecutar un mejor mullido del suelo. Por lo tanto, es mejor realizar el subsolado en verano si la plantación se va a realizar en otoño.

#### 1.1.3. Rendimiento

Al tener menos de un 20 % de pendiente, el rendimiento del bulldozer con 2 rejonos será de 1,008 h/km. Teniendo en cuenta que los jornales serán de 8 horas, se tardarán 0,126 jornales por cada km de subsolado.

El marco de plantación es de 2,5x2,5 m, por lo que las líneas de subsolado se harán cada 2,5 m; esto se traduce a 4000 m/ha en cada sentido. Sabiendo que el terreno tiene una superficie de 3,7 ha, se tardarán 3,73 jornales en preparar el terreno de toda la parcela a forestar.

### 1.2. Implantación vegetal

No será necesaria la realización del replanteo, ya que los puntos a plantar serán las intersecciones que han creado las líneas del subsolado; esto se puede observar en el Plano nº5: Transformación de la parcela.

#### 1.2.1. Maquinaria y aperos a utilizar

Para la plantación se utilizará un tractor de ruedas o cadenas de 80 CV (59,66 kW) que arrastre una plantadora de reja sobre el surco subsolado.

El personal necesario será el maquinista del tractor, el operario que va en la plantadora y un capataz que supervise.

#### 1.2.2. Procedimiento

La plantadora avanza por el surco del subsolado, y el operario subido a ella sujeta la planta por la parte aérea y la introduce en el surco abierto que van a comprimir las ruedas compactadoras. Detrás camina un capataz supervisando la operación y corrigiendo manualmente los errores que se hayan podido producir.

#### 1.2.3. Rendimiento

Con la plantadora se pueden hacer simultáneamente dos filas o una única. Haciendo una fila de plantación, el rendimiento obtenido es de 700-800 plantas/hora. Teniendo un total de 5886 plantas, y promediando la plantación de 750 plantas/hora, en un jornal, 8 horas, dará tiempo a hacer toda la plantación, ya que se estima un rendimiento de 0,981 jornales.

#### 1.3. Colocación de protectores

Para finalizar con la forestación, habrá que colocar los tubos protectores. Esto se hará de forma manual y posterior a la implantación vegetal. Se estima que el rendimiento es de 20 tubos a la hora, por lo que se necesitarían 37 jornales para la colocación de 5886 protectores. Por ello se necesitarán 5 operarios para la reducción del tiempo a 7,36 jornales. Además de éstos deberá haber un capataz que supervise la colocación.



Figura 1. Tubo protector biodegradable. Fuente: [www.cuidatree.es](http://www.cuidatree.es)

## 2. Ingeniería de las obras

No será necesaria la realización de ninguna infraestructura, ni adecuación en las vías de acceso, ya que al estar frecuentados debido a los cultivos agrícolas que hay, los caminos de acceso se encuentran en buen estado para el paso de la maquinaria.

## 3. Cuidados posteriores

Durante el verano siguiente se harán riegos de mantenimiento por medio de un camión cisterna pie a pie. Se suministrarán unos 5 litros por planta en julio y otros 5 litros en agosto.

El año siguiente de la plantación se realizará la reposición de marras y la colocación de tubos protectores de estas, eliminando las plantas que estén dañadas o no hayan arraigado y poniendo plantas nuevas procedentes del mismo vivero que se obtuvieron las del inicio.

La reposición no será obligatoria, sino que será necesario evaluar el porcentaje de marras para tomar la decisión. El límite que se ha establecido en el proyecto es en base a los valores orientativos que propone Serrada.

Tabla 1. Límite admisible de marras en función de la densidad inicial. Fuente: Serrada, 2000, como se citó en Serrada Hierro et al., 2021.

Densidad inicial (pies/ha)	Porcentaje de marras admisible (%)
400-1000	<5
1000-2000	<10
2000-2500	15
>2500	20

La densidad inicial de la plantación es de 1600 pies/ha, y siguiendo las indicaciones de la Tabla 1 se establece un valor de marras admisible máximo del 6 %. Si se supera este valor se procederá a la reposición de las plantas muertas.

# Anejos a la memoria

## Anejo nº7. Programa de ejecución y puesta en marcha

## ÍNDICE ANEJO VII

1. Introducción.....	2
2. Calendario de tiempos y actividades.....	2

## 1. Introducción

Para la ejecución de los trabajos, se ha realizado el calendario de la Tabla 1. Para ello se ha tenido en cuenta que las jornadas son de 8 h, y que los sábados y domingos son días festivos, además de los días festivos nacionales, de Castilla y León, de Burgos y de Villahoz.

## 2. Calendario de tiempos y actividades

Tabla 1. Calendario de actuaciones de la obra. Fuente: elaboración propia.

	2023							2024									
	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
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																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30									X								
31	X			X		X			X		X		X			X	

Siendo:

X: días que no existen en ese mes

Festivo

Subsolado cruzado

Plantación

Colocación de protectores

Riegos de mantenimiento

Reposición de mallas y colocación de tubos protectores

# Anejos a la memoria

## Anejo nº8. Justificación de precios

## ÍNDICE ANEJO VIII

1. Precio simple.....	2
1.1. Mano de obra.....	2
1.2. Maquinaria.....	2
1.3. Materiales.....	2
2. Cuadro de precios por unidades de obra.....	3
2.1. Capítulo I: Preparación del terreno.....	3
2.2. Capítulo II: Implantación vegetal.....	3
2.3. Capítulo III: Colocación de protectores.....	4
2.4. Capítulo IV: Riegos de mantenimiento.....	5

## 1. Precio simple

Los precios se han obtenido de las Tarifas de TRAGSA 2022 sujetas a impuestos.

### 1.1. Mano de obra

La mano de obra será lo más cercana posible a la zona, por lo que el transporte quedará a su cargo. La jornada laboral será de lunes a viernes excluyendo los días festivos con jornales de 8 horas.

Tabla 1. Tabla de precios de la mano de obra. Fuente: Elaboración propia según las Tarifas TRAGSA 2022.

Código	Resumen	Precio simple (€/h)
O01001	Capataz	26,46
O01003	Maquinista o conductor	26,84
O01007	Jefe de cuadrilla forestal	22,23
O01009	Peón	20,91

### 1.2. Maquinaria

Los precios que aparecen en la siguiente tabla son de la maquinaria que se usará, teniendo en cuenta al maquinista, excepto la plantadora que únicamente es el precio de la máquina.

Tabla 2. Tabla de precios de la maquinaria. Fuente: Elaboración propia según las Tarifas TRAGSA 2022.

Código	Resumen	Precio simple (€/h)
M01010	Camión cisterna riego agua 131/160 CV	41,35
M01039	Tractor orugas 171/190 CV	79,80
M01044	Tractor ruedas hasta 100 CV	42,77
M03021	Plantadora, sin mano de obra	7,19

### 1.3. Materiales

Los costes de la planta son aproximaciones obtenidas según el precio de distintos viveros. En los precios de la planta se incluye el transporte hasta la zona de plantación. En cuanto a los protectores de la marca Cuidatree, el precio incluye transporte, pero no colocación.

Tabla 3. Tabla de precios de los materiales. Fuente: Elaboración propia.

Código	Resumen	Precio simple (€/ud)
-	Planta de <i>Pinus pinaster</i> micorrizado con <i>Lactarius deliciosus</i> de 1 savia, en contenedor de 350 cc	2,76
-	Planta de <i>Prunus dulcis</i> de 1 savia, en contenedor de 300 cc	0,74
-	Tubo protector perforado biodegradable de 60x14cm	0,42
P01001	Agua (p.o.)	0,88

## 2. Cuadro de precios por unidades de obra

### 2.1. Capítulo I: Preparación del terreno

Tabla 4. Cuadro de precios (€) descompuestos del Capítulo I. Fuente: Elaboración propia.

Nº	Código	Ud	Resumen	Rend.	Precio simple	Precio	
1	F01172	ha	<b>Subsolado &gt; 50 cm suelo tránsito, pendiente &lt;= 20 %</b> Preparación de suelos tránsito mediante subsolado por curvas de nivel con ripper de 2 ó 3 vástagos a una profundidad mayor de 50 cm, en pendiente inferior o igual al 20%.	0,9000	135,94	122,35	
		M01039	h %			Tractor orugas 171/190 CV 2,5 Costes indirectos	3,06
						<b>Total partida</b>	<b>125,41</b>

### 2.2. Capítulo II: Implantación vegetal

Tabla 5. Cuadro de precios (€) descompuestos del Capítulo II. Fuente: Elaboración propia.

Nº	Código	Ud	Resumen	Rend.	Precio simple	Precio	
2.1	F02079	mil	<b>Distribución planta bandeja &gt;250 cm<sup>3</sup>, distancia &lt;=500 m, pte&lt;50 %</b> Reparto dentro del tajo, con distancia menor o igual de 500 m, de planta en bandeja con envase termoformado o rígido con capacidad > 250 cm <sup>3</sup> empleada en los distintos métodos de plantación, en terreno con pendiente inferior o igual al 50 %.	1,6630	20,91	34,77	
		001009	h			Peón	6,30
		001001	h			Capataz	1,03
		%				2,5 Costes indirectos	
						<b>Total partida</b>	<b>42,1</b>
2.2	-	ud	<b>Planta <i>Prunus dulcis</i></b> Unidad de planta de una savia de la especie <i>Prunus dulcis</i> en envase 300 cm <sup>3</sup> . Incluye transporte.	1	0,74	0,74	
		ud	Planta de <i>Prunus dulcis</i> , 1 savia en envase 300 cm <sup>3</sup>			0,02	
		%	2,5 Costes indirectos				
						<b>Total partida</b>	<b>0,76</b>
2.3	-	ud	<b>Planta <i>Pinus pinaster</i> micorrizada</b> Unidad de planta de una savia de la especie <i>Pinus pinaster</i> micorrizada con <i>Lactarius</i>				

Estudiante: Lorena Manero Gutierrez

E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS (CAMPUS LA YUTERA, PALENCIA) — UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  
Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

	-	ud %	<i>deliciosus</i> en envase 350 cm <sup>3</sup> . Incluye transporte. Planta de <i>Pinus pinaster</i> 1 savia micorrizada con <i>Lactarius deliciosus</i> en envase 400 cm <sup>3</sup> 2,5 Costes indirectos	1	2,76	2,76 0,07
				<b>Total partida</b>		<b>2,83</b>
<b>2.4</b>	-	ha	<b>Plantación mecanizada de bandeja &gt; 250 cm<sup>3</sup>, 1 fila, pendiente &lt;= 20 %</b> Plantación mecanizada de planta en bandeja con envase termoformado o rígido con capacidad > 250 cm <sup>3</sup> , con plantadora de reja de una fila, en pendiente inferior o igual al 20%.			
	M01044	h	Tractor ruedas hasta 100 CV	2,13	42,77	91,10
	M03021	h	Plantadora, sin mano de obra	2,13	7,19	15,31
	O01009	h	Peón	2,13	20,91	44,54
	O01001	h	Capataz	0,10	26,46	2,65
		%	2,5 Costes indirectos			3,84
				<b>Total partida</b>		<b>157,44</b>

### 2.3. Capítulo III: Colocación de protectores

Tabla 6. Cuadro de precios (€) descompuestos del Capítulo III. Fuente: Elaboración propia.

Nº	Código	Ud	Resumen	Rend.	Precio simple	Precio
<b>3.1</b>	<b>F02145</b>	mil	<b>Distribución de tubo protector 60 cm D &lt;=500 m pendiente &lt;= 50%</b> Reparto dentro del tajo, con distancia menor o igual de 500 m, de tubo protector de 60 cm, en terreno con pendiente inferior o igual al 50%.			
	O01009	h	Peón	1,1640	20,91	24,34
	O01001	h	Capataz	0,1660	26,46	4,39
		%	2,5 Costes indirectos			0,72
				<b>Total partida</b>		<b>29,45</b>
<b>3.2</b>	-	ud	<b>Tubo protector de 60 cm</b> Unidad de tubo protector perforado biodegradable de dimensiones 60x14 cm. Incluye transporte.			
		ud	Tubo protector perforado biodegradable de 60 cm	1	0,42	0,42
		%	2,5 Costes indirectos			0,01
				<b>Total partida</b>		<b>0,43</b>

<b>3.3</b>	<b>F02140</b>	<b>mil</b>	<b>Colocación tubo protector 60 cm de altura sin tutor</b> Colocación de tubo protector biodegradable de hasta 60 cm de altura, para la protección de planta de repoblación. No se incluye ni el precio del tubo, etc., ni el transporte de los mismos al tajo.				
		O01009	h	Peón	38,00	20,91	794,58
		O01001	h	Capataz	4,75	26,46	125,69
		%		2,5 Costes indirectos			23,01
					<b>Total partida</b>		

#### 2.4. Capítulo IV: Riegos de mantenimiento

Tabla 7. Cuadro de precios (€) descompuestos del Capítulo IV. Fuente: Elaboración propia.

Nº	Código	Ud	Resumen	Rend.	Precio simple	Precio	
<b>4</b>	-	<b>ud</b>	<b>Riegos de planta forestal de 5 l</b> Riegos de mantenimiento durante el periodo estival de 5 litros por planta.				
		M01010	h	Camión cisterna riego agua 131/160 CV de 10000 l	0,004	41,35	0,17
		O01001	h	Capataz	0,001	26,46	0,03
		P01001	m <sup>3</sup>	Agua (p.o.)	0,005	0,88	0,004
		%		2,5 Costes indirectos			0,005
			<b>Total partida</b>			<b>0,21</b>	

Llodio, enero de 2023  
Fdo: Lorena Manero Gutierrez

Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

# Anejos a la memoria

## Anejo nº9. Estudio básico de Seguridad y Salud

## ÍNDICE ANEJO IX

1. Datos generales.....	2
1.1. Justificación y objetivos del estudio básico de seguridad y salud .....	2
1.2. Agentes implicados .....	2
1.3. Características del proyecto.....	2
1.4. Descripción de la obra.....	3
1.5. Instalaciones provisionales .....	3
1.6. Asistencia sanitaria.....	3
1.7. Formación .....	5
2. Evaluación de riesgos y medidas preventivas .....	5
2.1. Preparación del terreno .....	5
2.2. Implantación vegetal.....	6
2.3. Colocación de protectores de la planta .....	6
2.4. Riegos de mantenimiento .....	7
3. Protección de la obra .....	7
3.1. Protección individual (EPIs).....	7
3.2. Protección colectiva y medidas preventivas .....	8
3.3. Prevención de riesgos a terceros .....	8
4. Presupuesto .....	8
5. Normativa en materia de seguridad y salud .....	8

## 1. Datos generales

### 1.1. Justificación y objetivos del estudio básico de seguridad y salud

El Real Decreto 1627/1997, del 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales dicta las condiciones (artículo 4, apartado 1) que se dan para la elaboración del estudio de seguridad y salud. En caso de que no se cumpla ninguno de los supuestos del apartado 2 del mismo artículo será necesaria la realización de un estudio básico de seguridad y salud durante la redacción del proyecto:

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 75 millones de pesetas (450759,078 €).
- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

El estudio básico de seguridad y salud deberá detallar las normas de seguridad y salud aplicables a la obra. Para ello, considerará la identificación de los posibles riesgos laborales evitables y la indicación de las medidas técnicas necesarias; listado de riesgos laborales que no pueden ser eliminados de la forma descrita anteriormente, especificando las medidas preventivas y de protección técnica encaminadas a controlar y reducir dichos riesgos y evaluando su eficacia, especialmente a la hora de proponer alternativas.

Los objetivos más indispensables que pretende alcanzar este estudio son los siguientes:

- La prevención de accidentes laborales, garantizando la seguridad, salud e integridad física de los trabajadores.
- La instauración de un ambiente saludable para prevenir enfermedades laborales.
- La ejecución de protocolos precisos si se produjera un accidente.
- La definición de medidas preventivas tanto a nivel individual como colectivo en función del riesgo.

### 1.2. Agentes implicados

Las partes implicadas en este proyecto en lo relativo a seguridad y salud son las siguientes:

- Promotora: Merche Gutierrez Arenas
- Autora del proyecto: Lorena Manero Gutierrez
- Autora del estudio básico de seguridad y salud: Lorena Manero Gutierrez
- Jefe de obra: A concretar
- Coordinador de seguridad y salud: A concretar

### 1.3. Características del proyecto

Las características del proyecto de referencia que serán de utilidad en este estudio básico de seguridad y salud son las siguientes:

- Nombre del proyecto: Proyecto de forestación de tierras agrícolas (4 ha) para producción de *Lactarius deliciosus* en el término municipal de Villahoz (Burgos)
- Emplazamiento: Parcela agrícola de la localidad burgalesa de Villahoz, ver plano nº1: Localización
- Presupuesto de Ejecución Material: 27506,57 €
- Presupuesto de Ejecución por Contrata: 39606,70 €
- Número máximo de trabajadores simultáneamente: 5 peones y 1 capataz
- Plazo de ejecución: 14 días (sin reposición de marras) distribuidos entre el 5 de junio de 2023 y el 16 de agosto de 2023

#### 1.4. Descripción de la obra

La obra tiene por objeto la producción de niscalos, mediante el cambio de uso del suelo de agrícola a forestal, gracias a la implantación de pino resinero y en un 5% almendros. Las unidades de obra que se usarán son las siguientes:

- Preparación del terreno: Subsulado cruzado
- Implantación: Plantación mecanizada mediante plantadora
- Colocación de protectores de la planta: Colocación manual de tubos protectores
- Riegos: Riegos de mantenimiento en periodo estival

La maquinaria que se utilizará durante la ejecución es la siguiente:

- Camión cisterna riego agua 131/160 CV
- Tractor orugas 171/190 CV
- Tractor ruedas hasta 100 CV
- Plantadora

Todo ello puede consultarse de forma más detallada en el Documento nº1: Memoria y en los anejos nº5: Estudio de las alternativas, nº6: Ingeniería del proyecto, nº8: Ejecución y puesta en marcha y nº9: Justificación de precios.

#### 1.5. Instalaciones provisionales

Debido a la cercanía del lugar del proyecto al pueblo, y teniendo en cuenta que los trabajadores serán de la zona, no se contempla ninguna instalación provisional durante la ejecución del proyecto.

#### 1.6. Asistencia sanitaria

En todo momento habrá un botiquín en buen estado, protegido ante la humedad, el calor y los contaminantes externos, con los elementos de primeros auxilios que se van a mencionar a continuación, el cual se comprobará al inicio de cada jornada. Todos los trabajadores tendrán conocimiento del lugar en el que se encuentra dicho botiquín.

- Algodón hidrófilo
- Antisépticos autorizados
- Apósitos adhesivos
- Colirio
- Compresas de gasa estéril

- Compresa fría instantánea
- Crema protectora solar
- Desinfectantes
- Esparadrapo hipo alérgico
- Gasas estériles
- Guantes desechables estériles
- Jabón antiséptico
- Pinzas
- Puntos de aproximación
- Tijeras
- Venda

Si ocurriera un accidente es de necesaria obligación llamar a los servicios pertinentes y personas encargadas como pudieran ser:

- Bomberos: 085
- Emergencias: 112
- Emergencia médica: 061
- Policía nacional: 091
- Policía municipal: 092
- Seprona (Guardia Civil): 062
- Jefe de obra: A concretar
- Coordinador de seguridad y salud: A concretar

El centro de asistencia primaria más cercano con urgencias es el consultorio de Villalmanzo, a 17 km por la carretera N-622.

- Dirección: C. las Carretas, 5, 09390 Villalmanzo, Burgos
- Teléfono: 947 17 29 35

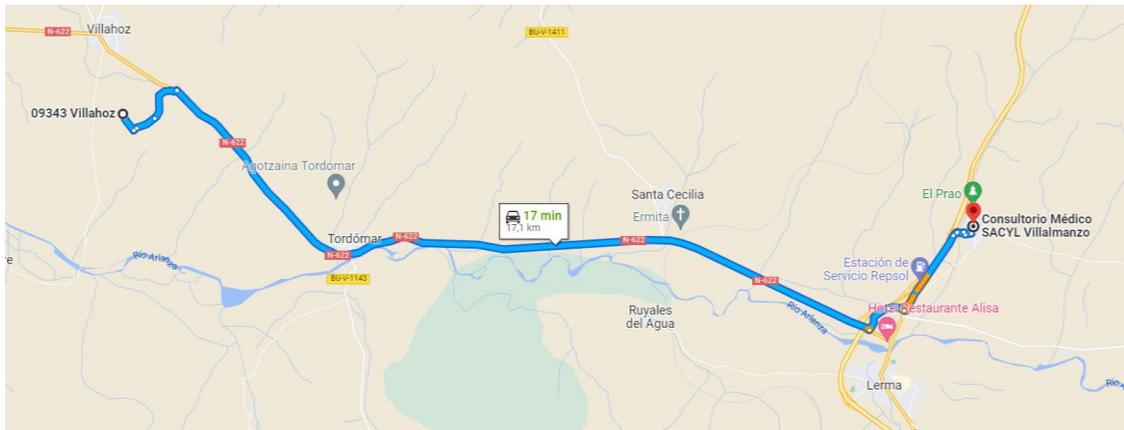


Figura 1. Trayecto al consultorio de Villalmanzo desde la parcela. Fuente: Google Maps

Para asistencia especializada habrá que acudir al Hospital Universitario de Burgos, a 54 km por la carretera A-1 y a 42,7 km por la BU-100.

- Dirección: Av. Islas Baleares, 3, 09006 Burgos
- Teléfono: 947 28 18 00
- Horario: abierto 24 horas

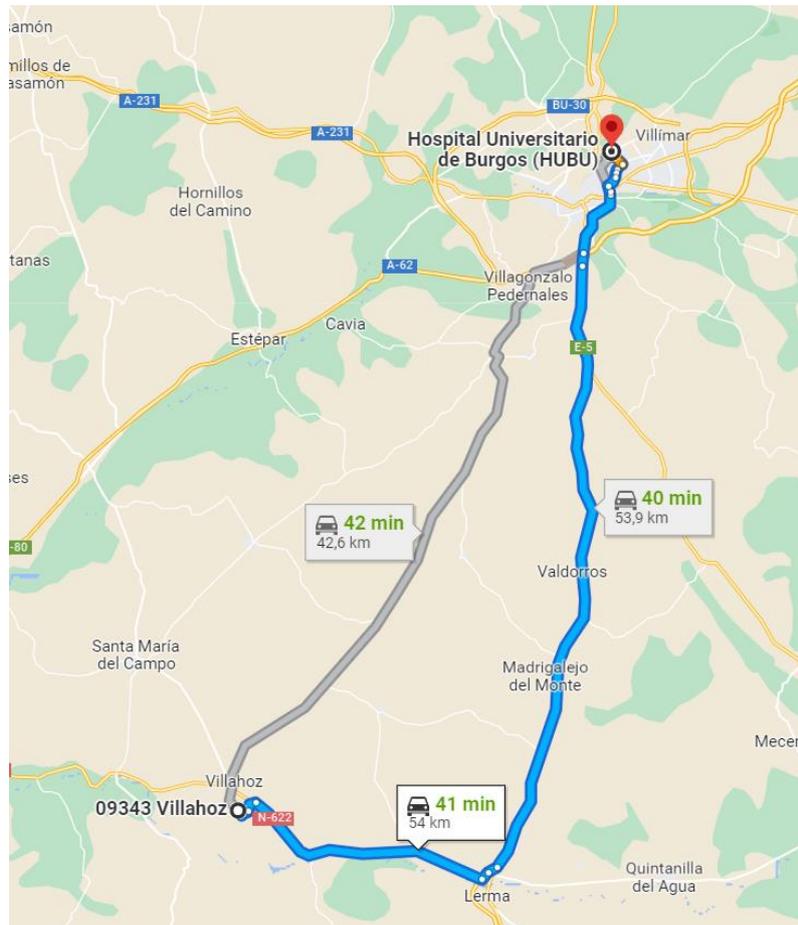


Figura 2. Trayectos al Hospital Universitario de Burgos desde la parcela. Fuente: Google Maps

## 1.7. Formación

De forma imprescindible, todo el personal deberá recibir instrucciones sobre los métodos de trabajo y las medidas de seguridad para poder evitar accidentes y minimizar los riesgos. También habrá que insistir de la necesidad de la utilización de los EPIs obligándoles a usarlo, ya que es muy frecuente la no utilización de estos por comodidad de los trabajadores. El personal de la obra también recibirá un cursillo básico de primeros auxilios.

## 2. Evaluación de riesgos y medidas preventivas

### 2.1. Preparación del terreno

#### Riesgos:

- Atropellos o choques debido a maniobras mal ejecutadas
- Caída de los operarios a distinto nivel
- Caída de los operarios al mismo nivel
- Cortes o daños por objetos punzantes
- Daños por proyección de partículas y objetos

- Daños por volcado de maquinaria
- Golpes de calor o deshidratación por temperaturas elevadas
- Lesiones o percances debidos al trabajo bajo condiciones climáticas adversas
- Polvo en suspensión
- Ruido por la maquinaria
- Vibraciones

Medidas preventivas:

- Mantener el área de trabajo en orden y recogido para evitar golpes o caídas
- Permanecer a una distancia de seguridad fuera del radio de acción de la maquinaria
- Prohibición de aparcamiento en las zonas habilitadas para la entrada y salida
- Realizar una correcta hidratación y evitar trabajar con temperaturas mayores a 35 °C
- Utilización correcta de los EPIs para evitar daños por su falta o uso incorrecto

## 2.2. Implantación vegetal

Riesgos:

- Atropellos o choques debido a maniobras mal ejecutadas
- Accidentes de vehículos por exceso de carga o inadecuada colocación
- Caída de los operarios a distinto nivel
- Caída de los operarios al mismo nivel
- Cortes o daños por objetos punzantes
- Daños por proyección de partículas y objetos
- Daños por volcado de maquinaria
- Golpes de calor o deshidratación por temperaturas elevadas
- Lesiones o percances debidos al trabajo bajo condiciones climáticas adversas
- Polvo en suspensión
- Ruido por la maquinaria
- Vibraciones

Medidas preventivas:

- Mantener el área de trabajo en orden y recogido para evitar golpes o caídas
- Permanecer a una distancia de seguridad fuera del radio de acción de la maquinaria
- Prohibición de aparcamiento en las zonas habilitadas para la entrada y salida
- Realizar una correcta hidratación y evitar trabajar con temperaturas mayores a 35 °C
- Utilización correcta de los EPIs para evitar daños por su falta o uso incorrecto

## 2.3. Colocación de protectores de la planta

Riesgos:

- Caída de los operarios al mismo nivel
- Cortes o daños por objetos punzantes
- Daños por mala postura o sobreesfuerzo
- Daños por proyección de partículas y objetos
- Golpes de calor o deshidratación por temperaturas elevadas
- Lesiones o percances debidos al trabajo bajo condiciones climáticas adversas
- Polvo en suspensión

**Medidas preventivas:**

- Mantener el área de trabajo en orden y recogido para evitar golpes o caídas
- Realizar una correcta hidratación y evitar trabajar con temperaturas mayores a 35 °C
- Utilización correcta de los EPIs para evitar daños por su falta o uso incorrecto

## 2.4. Riegos de mantenimiento

**Riesgos:**

- Atropellos o choques debido a maniobras mal ejecutadas
- Caída de los operarios a distinto nivel
- Caída de los operarios al mismo nivel
- Cortes o daños por objetos punzantes
- Daños por proyección de partículas y objetos
- Daños por volcado de maquinaria
- Golpes de calor o deshidratación por temperaturas elevadas
- Lesiones o percances debidos al trabajo bajo condiciones climáticas adversas
- Polvo en suspensión
- Ruido por la maquinaria

**Medidas preventivas:**

- Mantener el área de trabajo en orden y recogido para evitar golpes o caídas
- Permanecer a una distancia de seguridad fuera del radio de acción de la maquinaria
- Prohibición de aparcamiento en las zonas habilitadas para la entrada y salida
- Realizar una correcta hidratación y evitar trabajar con temperaturas mayores a 35 °C
- Utilización correcta de los EPIs para evitar daños por su falta o uso incorrecto

## 3. Protección de la obra

### 3.1. Protección individual (EPIs)

En base al RD 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, se entiende por EPI (Artículo 2) a cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o salud, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin.

Para ello se establecen los siguientes:

- Auriculares o cascos para protección auditiva
- Calzado de seguridad
- Cantimplora con agua
- Casco de seguridad de pantalla frontal abatible
- Chaleco reflectante
- Cinturón antivibraciones
- Crema de protección solar
- Faja de protección lumbar
- Gafas de seguridad

- Guantes de protección mecánica
- Mascarilla con filtro mecánico
- Prendas impermeables para protección frente a imprevistos climáticos
- Ropa de trabajo reforzada

### 3.2. Protección colectiva y medidas preventivas

Para asegurar la protección del conjunto de los trabajadores será necesaria la composición de unas medidas preventivas, así como protecciones:

- Botiquín
- Cursos y charlas de formación
- Extintores de polvo seco
- Información específica
- Instalación de señales específicas de entrada y salida de los vehículos
- No permanecer en el radio de acción de la maquinaria
- Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra
- Orden y limpieza de los lugares de trabajo
- Señalización de acceso prohibido a personas ajenas a la obra
- Señalización que obligue del uso de los EPIs

### 3.3. Prevención de riesgos a terceros

Este tipo de riesgos ocurren principalmente con los vehículos o la maquinaria trabajar cerca de la carretera, caminos o parcelas colindantes debido a la circulación de personas ajenas a la obra. Para reducir los posibles riesgos, se darán las siguientes medidas:

- Señalización conforme a la normativa vigente en cuanto a advertencia de obras y de entrada y salida de maquinaria.
- Esta señalización será revisada y actualizada diariamente.
- El personal de la obra irá equipado con ropa visible y con elementos reflectantes.

## 4. Presupuesto

El presupuesto de seguridad y salud se estima en un 2,5 % del presupuesto de ejecución material, resultando en 670,89 €.

## 5. Normativa en materia de seguridad y salud

ORDEN de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo

ORDEN de 11 de junio de 1984 por la que se aprueban las especificaciones técnicas sobre homologación de tractores agrícolas de ruedas en lo que se refiere al frenado

RESOLUCIÓN de 11 de julio de 1984, de la Dirección General de la Producción Agraria, por la que se determinan los tipos de las estructuras de protección que pueden montarse sobre los tractores de cadenas y el espacio mínimo de supervivencia que deben habilitar para el tractorista

Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad

REAL DECRETO 2028/1986, de 6 de junio, por el que se dictan normas para la aplicación de determinadas directivas de la CEE, relativas a la homologación de tipos de vehículos automóviles, remolques y semirremolques, así como de partes y piezas de dichos vehículos

RD 407/1992, de 24 de abril, por el que se aprueba la Norma Básica de Protección Civil

RD 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales modificada parcialmente por la Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales

REAL DECRETO 1993/1995, de 7 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre colaboración de las mutuas de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la seguridad social

Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo

Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbar, para los trabajadores

Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización

Real Decreto 576/1997, de 18 de abril, por el que se modifica el Reglamento General sobre colaboración en la gestión de las Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social, aprobado por Real Decreto 1993/1995, de 7 de diciembre

Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo

Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo

Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual

Real Decreto 949/1997, de 20 de junio, por el que se establece el certificado de profesionalidad de la ocupación de prevencionista de riesgos laborales

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo

Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción

REAL DECRETO 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo de los trabajadores en el ámbito de las empresas de trabajo temporal

ORDEN de 27 de julio de 1999 por la que se determinan las condiciones que deben reunir los extintores de incendios instalados en vehículos de transporte de personas o de mercancías

RD 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre

REAL DECRETO 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas

REAL DECRETO 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido

RD 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro

RESOLUCIÓN de 4 de septiembre de 2009, de la Dirección General de Trabajo, por la que se registra y publica el Acuerdo para la promoción de la seguridad y la salud en el trabajo en el sector agrario

REAL DECRETO 750/2010, de 4 de junio, por el que se regulan los procedimientos de homologación de vehículos de motor y sus remolques, máquinas autopropulsadas o remolcadas, vehículos agrícolas, así como de sistemas, partes y piezas de dichos vehículos

LEY 33/2011, de 4 de octubre, General de Salud Pública

RESOLUCIÓN de 21 de febrero de 2012, de la Dirección General de Empleo, por la que se registra y publica el Acuerdo entre la Federación Española de Asociaciones de Empresas Forestales y del Medio Natural y las Federaciones Agroalimentarias de CC.OO y UGT, para el fomento de la prevención de riesgos laborales, la formación y las cualificaciones profesionales en el sector forestal

REGLAMENTO (UE) nº 167/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de febrero de 2013, relativo a la homologación de los vehículos agrícolas o forestales, y a la vigilancia del mercado de dichos vehículos

REAL DECRETO 893/2013, de 15 de noviembre, por el que se aprueba la Directriz básica de planificación de protección civil de emergencia por incendios forestales

REGLAMENTO DELEGADO (UE) nº 1322/2014 de la Comisión, de 19 de septiembre de 2014, que complementa y modifica el Reglamento (UE) nº 167/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo por lo que respecta a la fabricación y los requisitos generales de homologación de los vehículos agrícolas y forestales

REGLAMENTO DE EJECUCIÓN (UE) 2015/504 de la Comisión, de 11 de marzo de 2015, relativo a la ejecución del Reglamento (UE) nº 167/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que se refiere a los requisitos administrativos para la homologación y la vigilancia del mercado de los vehículos agrícolas y forestales

REGLAMENTO (UE) 2016/425 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2016, relativo a los equipos de protección individual y por el que se deroga la Directiva 89/686/CEE del Consejo

Real Decreto 448/2020, de 10 de marzo, sobre caracterización y registro de la maquinaria agrícola

Ley 2/2021, de 29 de marzo, de medidas urgentes de prevención, contención y coordinación para hacer frente a la crisis sanitaria ocasionada por el COVID-19

Llodio, enero de 2023  
Fdo: Lorena Manero Gutierrez

Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

# Anejos a la memoria

## Anejo nº10. Estudio Económico

## ÍNDICE ANEJO X

1. Introducción y objetivos.....	2
2. Metodología e indicadores de rentabilidad .....	2
2.1. Valor Actual Neto (VAN).....	2
2.2. Relación Beneficio/Inversión (Q).....	3
2.3. Plazo de recuperación o Pay-back .....	3
2.4. Tasa Interna de Rendimiento (TIR).....	3
3. Datos para el análisis.....	4
3.1. Vida útil del Proyecto .....	4
3.2. Pago de la inversión .....	4
3.3. Cobros.....	4
3.3.1. Ordinarios .....	4
3.3.2. Extraordinarios.....	6
3.4. Pagos.....	7
3.4.1. Ordinarios .....	7
3.4.2. Extraordinarios.....	8
3.5. Flujo inicial .....	8
3.6. Tasas de actualización.....	9
3.7. Flujos de caja.....	11
4. Resultados.....	13
4.1. Indicadores.....	13
4.2. Análisis de sensibilidad.....	14
5. Conclusiones .....	15

## 1. Introducción y objetivos

Con el presente anejo se pretende analizar la rentabilidad del Proyecto, valorando los parámetros que fijan la inversión. También se pretende comparar si da mayores ingresos que el uso actual de la parcela.

Para ello se van a suponer la mayor parte de las cifras que se usarán, ya que no se puede saber con exactitud a priori que rendimiento de niscalos van a generar los pinos, o a cuanto se venderán, por ejemplo. Tampoco se puede saber si en un futuro se encarecerá el valor de éstos, o si se abaratará; y también hay que tener en cuenta que no todos los años darán la misma producción, unos será mayor y otros menor.

Los parámetros principales que se considerarán en el presente estudio son los siguientes:

- Pago de la inversión (K): Número de unidades monetarias que el promotor debe desembolsar para conseguir que el proyecto comience su funcionamiento.
- Flujos de caja (R<sub>j</sub>): Diferencia entre los cobros (C<sub>j</sub>) y los pagos (P<sub>j</sub>) generados por el proyecto en un año concreto, incluyendo tanto los ordinarios como los extraordinarios.
- Vida útil del proyecto (n): Número de años que se estima que el proyecto estará funcionando y generando rendimientos positivos, según las previsiones realizadas por el inversor. Esta vida útil suele englobar un periodo de tiempo comprendido entre el inicio del proyecto y la obsolescencia (y la consecuente necesidad de renovación) de partes importantes del proyecto, o simplemente la falta de rentabilidad de la actividad, precisándose una profunda renovación o el cese de la actividad.

## 2. Metodología e indicadores de rentabilidad

Los indicadores de rentabilidad que se emplean para realizar el análisis de los tres parámetros citados en el punto 1 del presente anejo son los siguientes. Por medio de éstos, se puede decretar la viabilidad económica del Proyecto de forma objetiva.

### 2.1. Valor Actual Neto (VAN)

El VAN determina la rentabilidad de la inversión deduciendo las unidades monetarias que el Promotor ha destinado al Proyecto, a la suma homogeneizada total de las unidades monetarias que el Proyecto aporta al Promotor. De esta forma se señala la ganancia neta que el Proyecto genera después de efectuar la actualización de los flujos de caja.

La primordial complicación de este indicador deriva de la correcta elección de la tasa de actualización.

$$VAN = \sum_{j=1}^n (R_j / (1+i)^j) - K$$

Siendo:

- R<sub>j</sub> = flujos de caja
- n = vida útil del proyecto
- i = tasa de actualización

- K = pago de la inversión

Si el resultado del VAN es positivo, la inversión será viable, financieramente hablando. Si en cambio, el VAN es negativo la inversión será inviable. Si el resultado fuera 0, se necesitaría un análisis más profundo antes de tomar decisión alguna.

## 2.2. Relación Beneficio/Inversión (Q)

La relación beneficio/inversión se va a calcular dividiendo el VAN entre el pago de la inversión (K). Es un indicador de rentabilidad relativa, ya que resulta en la ganancia neta del proyecto por unidad monetaria invertida.

$$Q = VAN/K$$

Siendo:

- VAN = Valor Actual Neto
- K = Pago de la inversión

Si la Q es positiva, se considerará que el Proyecto es viable, aumentando el rédito cuanto mayor sea este valor.

## 2.3. Plazo de recuperación o Pay-back

Habiendo obtenido según el VAN y la Q que el Proyecto es viable, se considerará el plazo de recuperación. Éste indicador resulta del número de años que deberán pasar desde que se ejecute la obra hasta que el total de los cobros actualizados se iguale al total de los pagos actualizados, esto es, el momento en el cual los rendimientos netos actualizados se igualen a 0.

De esta forma, se evalúa el tiempo que pasará hasta que el Promotor recupere el dinero invertido.

El pay-back no es un indicador de rentabilidad como tal, es más bien un dato complementario en el que apoyarse a la hora de tomar las decisiones.

## 2.4. Tasa Interna de Rendimiento (TIR)

El TIR estima la inversión como un “préstamo” que el Promotor hace a un ente abstracto, es decir, el Proyecto de la propia inversión. De tal forma determina el tipo de interés que el supuesto prestamista va a obtener por su propio “préstamo”, siendo este las unidades monetarias del pago de la inversión (K).

Otra definición del TIR es la tasa de actualización que equipara el valor actualizado de los beneficios derivados de la propia inversión para el Promotor.

El TIR se calcula por variables internas que delimitan la inversión.

$$K = \sum_{j=1}^n (R_j / (1 + \lambda)^j)$$

Siendo:

- $K$  = pago de la inversión
- $R_j$  = flujos de caja
- $\lambda$  = Tasa Interna de Rendimiento (TIR)

Es viable una inversión cuando su TIR excede el tipo de interés al cual el inversor puede conseguir recursos financieros.

### 3. Datos para el análisis

#### 3.1. Vida útil del Proyecto

La vida útil que se estima al Proyecto es de 60 años. Se ha establecido esta cifra en base a la micoselvicultura que se va a utilizar en este proyecto, comentada en el Anejo nº1: Micología, siendo el turno reducido del *Pinus pinaster*.

#### 3.2. Pago de la inversión

El pago de la inversión del Proyecto se va a realizar en el año 0 de la inversión. La cantidad de este pago se encuentra en el Documento nº5: Presupuesto y deberá tener deducido el Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA).

La inversión, por lo tanto, sin IVA, es de **32732,81 €** (TREINTA Y DOS MIL SETECIENTOS TREINTA Y DOS EUROS Y OCHENTA Y UN CÉNTIMOS).

#### 3.3. Cobros

Están consideradas como cobros, todos los ingresos que habrá durante la vida útil del Proyecto, pudiendo ser éstos ordinarios o extraordinarios, dependiendo de su procedencia, motivo y/o periodicidad.

Todos estos ingresos se evaluarán en pie, es decir, quien compre tanto los niscalos, las almendra o la madera deberá llevar sus propios medios para recogerlo. Esto abaratará su coste, pero también facilitará mucho su proceso de venta.

##### 3.3.1. Ordinarios

Se consideran cobros ordinarios los que se deben a la actividad normal del Proyecto. En este caso lo serán la producción de niscalos, la producción secundaria, si se diera, de almendras y la madera que se obtenga por medio de la ejecución de los tratamientos selvícolas sobre la masa.

#### Niscalos

Como ya se comentó en el Anejo nº1: Micología, la producción de niscalos varía mucho en función del pinar, en algunos podría darse en una única temporada 300 kg/ha. La producción comienza aproximadamente en el tercer año desde la plantación de los pinos y la producción máxima es en las primeras clases de edad (11-40 años), y en las últimas (>60 años).

Según una plantación experimental en campo del pino resinero (Guinberteau et al., 1989) a los 3 años de la plantación, el niscal produce 0,2 kg y a los 7 años 16 kg (medidos en 1100 m<sup>2</sup>). En una hectárea correspondería a una cantidad de 1,81 kg/ha a los 3 años y unos 145 kg/ha a los 7.

A los recolectores de niscalos se les paga muy poco en comparación con el precio en mercado, y los primeros de la temporada se pagan a un precio mucho mas elevado que el resto de temporada. El niscal no está explotado en la zona objeto de Proyecto, por lo que el precio en pie se va a fijar a 5 €/kg durante toda la temporada.

La producción que se estima para el presente estudio económico junto al precio se puede ver en la Tabla 1. Para su realización, se ha diferenciado por producciones entre los años 0-2 careciente de producción, 3-6 producción baja, y 7-40 producción alta y 41-60 producción media. En cuanto a precios, se ha fijado el mismo precio de venta para todos los años, 5 €/kg.

Tabla 1. Producciones y ganancias previstas de los niscalos. Fuente: elaboración propia.

Años	Producción anual por ha	Producción anual total	Producción total en ese periodo	Ganancias anuales por ha	Ganancias anuales totales	Ganancias totales en ese periodo
0-2	-	-	-	-	-	-
3-6	1,81 kg/ha	6,70 kg	26,8 kg	9,05 €/ha	33,49 €	133,94 €
7-40	145 kg/ha	536,5 kg	18241 kg	725 €/ha	2682,5 €	91205 €
41-60	50 kg/ha	185 kg	3700 kg	250 €/ha	925 €	18500 €

Durante los 58 años de producción se ganarán aproximadamente 109838,94 €.

### Almendras

La producción de los almendros en condiciones de secano comienza en el 5 año desde su plantación, dando cada arbol una media de 7 kg. Esta producción, va en aumento cada año, a la quinta campaña se tendría amortizada económicamente la inversión de los almendros, y desde ese momento quedarían unos 25 o 30 años siendo su poroducción máxima.

Siendo esta una producción secundaria, el Proyecto no se va a centran en ella, por lo que no dedicará cuidados concretos a estos árboles.

Se estima que las almendras que produzca se venderán en pie a 1,2 €/kg. Por lo tanto, suponiendo que estos árboles únicamente dieran la producción de 3 kg/árbol entre el año 5 y el 35, debido a que estan en un marco muy reducido y como recientemente se ha comentado, no recibirán cuidados culturales concretos, las ganancias serían las siguientes:

3 kg de almendras por arbol, teniendo un total de 294 almendros equivalen a 882 kg anuales. Siendo su valor de 1,2 €/kg suponen 1058,4 € anualmente.

Durante los 31 años de producción se aproximan las ganancias a 32810,4 €.

### Tratamientos selvícolas

En la Tabla 2 se detalla los tratamientos selvícolas que habrá que realizar sobre la masa de pinos, en que años y las ganancias que van a ofrecer. La superficie que ocupan los pinos es de 3,495 ha.

Para fijar el precio de la madera, se han usado los datos provenientes de la página WEB de la Asociación de Propietarios Forestales de Asturias. Para el volumen en cambio, se han hecho estimaciones en base a las Tablas de Producción de *Pinus pinaster* (García Abejón et al., 1989). El crecimiento de los pinos varía mucho según la densidad que se plante, la selvicultura que se use y la calidad de estación, por ello se han estimado unos volúmenes en base a la Tabla de Producción de Calidad II, en régimen fuerte de claras.

Tabla 2. Tratamientos micoselvícolas sobre la masa. Fuente: Elaboración propia.

Edad (años)	Diámetro (cm)	Densidad después del tratamiento (pies/ha)	Densidad después del tratamiento (pies totales)	Tratamiento (peso)	Volumen a eliminar por ha	Volumen eliminar	Precio	Ganancias
0 (Plantación)	-	1600	5592	-	-	-	-	-
8	-	1100	3845	Clareo	4,75 m <sup>3</sup> /ha	16,60 m <sup>3</sup>	16 €/m <sup>3</sup>	265,60 €
16	8-14	650	2272	Clara fuerte	4,28 m <sup>3</sup> /ha	14,96 m <sup>3</sup>	18 €/m <sup>3</sup>	269,28 €
24	16-20	525	1835	Clara	1,19 m <sup>3</sup> /ha	4,16 m <sup>3</sup>	20 €/m <sup>3</sup>	83,20 €
40	20-29	400	1398	Clara	3,92 m <sup>3</sup> /ha	13,70 m <sup>3</sup>	28 €/m <sup>3</sup>	383,60 €
60	32-39	250	874	Corta final	22,94 m <sup>3</sup> /ha	80,18 m <sup>3</sup>	34 €/m <sup>3</sup>	2726,12 €

Los ingresos que generarán los tratamientos selvícolas serán de un total de 3727,80 € en cuanto al precio de la madera. Estos tratamientos general un valor muy superior desde el punto de vista micoselvícola, favoreciendo la producción óptima de niscalos.

#### 3.3.2. Extraordinarios

Los cobros extraordinarios en su lugar, serán los ingresos que se obtendrán por medio de las ayudas o subvenciones.

### Ayudas a la reforestación y creación de superficies forestales

Son unas ayudas que ofrece la Junta de Castilla y León y que se encuentran cofinanciadas por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER). En estas ayudas para la creación y posterior mantenimiento de estas superficies, hay múltiples variables de necesario cumplimiento, como el tipo de planta que se empleará o los métodos y maquinaria que se

deberá usar durante la ejecución de las obras, que se han tenido en cuenta durante la redacción de todo el Proyecto para poder recibir dicha ayuda.

El importe que se puede recibir con la subvención es un cumulo de diversos factores, y para llegar a esta cifra se necesita de mucho tiempo y datos, convirtiendolo en una tarea muy laboriosa. Este Proyecto está destinado a la forestación de un terreno y esta cifra es meramente informativa, por lo que se va a hacer una estimación del importe que se pudiera recibir. Dicha cifra es de 22000 €, un poco superior a la mitad del coste total del Proyecto.

La ayuda también concede primas de mantenimiento desde el año siguiente a la forestación durante un plazo máximo de 5 años consecutivos. Estas primas son de 300 € por hectárea forestada que cumpla con los requisitos establecidos, por lo que se va a estimar que se recibirán en su totalidad, es decir, 1110 € anualmente, durante esos 5 años posteriores.

### 3.4. Pagos

Se denominan pagos a todas las salidas de dinero que vaya a haber durante la vida útil del Proyecto. Éstos se clasifican en ordinarios o extraordinarios dependiendo de si provienen directamente de la actividad para la cual se realiza el Proyecto o si son imprevistos.

La reposición de marras no se va a considerar debido a que se prevee que será un porcentaje inferior al 6 % del total de la plantación.

#### 3.4.1. Ordinarios

Los pagos ordinarios son los que se derivan de la actividad principal del Proyecto. En esta obra serán las labores a ejecutar sobre la masa para su correcto mantenimiento.

#### **Labores selvícolas**

En la Tabla 3, se detallan los precios de las labores selvícolas que se preveen realizar. Las podas se contemplan únicamente para los pinos, los desbroces en cambio para toda la parcela. Una vez llegado el momento, podría no ser necesaria la realización de alguna o varias de estas. No obstante, se van a incluir en el estudio económico.

Las dos primeras labores que habría que realizar, año 8 y año 16, son muy similares, consisten en la poda de ramas bajas y de un desbroce. Para ello, se contratará un equipo de tratamientos selvícolas de limpieza y mantenimiento ejecutados por dos peones.

Según un estudio de la revista Kurú, el rendimiento de la poda baja de rama delgada puede ser de 784 árboles/jornal. Debido a que el equipo que se contrate constará de dos peones, se aproxima, que a los 8 años pueden tardar 7 días en realizar estas labores y a los 16, debido a la menor densidad de pinos 5 días.

En las labores de los años 24 y 35, se desbrozará por medio de la realización de una roza selectiva con triturado de matorral si el matorral fuera excesivo.

Tabla 3. Labores micoselvícolas sobre la masa. Fuente: Elaboración propia.

Edad (años)	Otras labores	Precio por ud de obra	Precio total
8	Poda de penetración (limpia de rama baja) Desbroce	430,50 €/jornal	3013,50 €
16	Poda de rama baja Desbroce si el matorral abunda en exceso	430,50 €/jornal	2152,50 €
24	Desbroce parcial	735,06 €/ha	2719,72€
40	Desbroce si el matorral abunda en exceso	735,06 €/ha	2719,72€

En el caso de realizarse todas las labores selvícolas recién comentadas, tendrían un coste de 10605,44 €.

#### 3.4.2. Extraordinarios

Se entienden como pagos extraordinarios a los desembolsos monetarios que se pueden producir de forma eventual durante la vida útil de la obra.

En este caso, no se prevee que vaya a haber este tipo de pagos, ya que todos los costes de mantenimiento que pueda haber en cuanto a labores de poda o desbroces están previstos y programados, así como el clareo, las claras y la corta final.

En cuanto a los protectores de los árboles, no habrá que proceder a su retirada ya que son biodegradables, por lo que a los 6 años aproximadamente se irán descomponiendo de forma que no generarán residuos nocivos para el medio ambiente.

#### 3.5. Flujo inicial

El flujo inicial de la parcela sin Proyecto, pertenece a los beneficios procedentes de la actividad agrícola de cultivos de secano. La parcela se usa de forma rotatoria, cultivándose un año girasol, al año siguiente trigo y los dos o tres siguientes cebada.

Para esto, se han estimado los beneficios por hectárea aproximados que tiene actualmente esta parcela, siendo las siguientes cifras:

- Girasol: 170€/ha
- Trigo: 140€/ha
- Cebada: 120 €/ha

Se ha realizado una media en base a estos datos, para calcular aproximadamente el valor anual medio que se obtiene por hectárea, y por parcela, siendo 135,56 €/ha y 501,56 € consecutivamente. Por otro lado, las ayudas PAC (Política Agraria Comunitaria), otorgan a los agricultores en estos casos 100 €/ha y año, por lo que serán 370 € a mayores por toda la parcela. En total ascenderá a una cantidad de 871,56 € anualmente.

### 3.6. Tasas de actualización

Para aplicar los indicadores de rentabilidad de una forma lo más fiable u objetiva posible, se deberán establecer unas tasas de actualización en base a datos reales. Las tasas que se han de considerar son las siguientes:

#### **Tasa de inflación**

La tasa de inflación estipulada para la presente evaluación económica del Proyecto es de 1,90 y se obtiene a partir de los datos de variación de las medias anuales del Índice de Precios de Consumo (IPC), base 2016, para la comunidad autónoma de Castilla y León desde 2002 hasta 2021, publicados por el Instituto Nacional de Estadística (INE). Se establece como tasa de inflación para el Proyecto el promedio de las variaciones de las medias anuales de la serie. Los datos aparecen reflejados en la Tabla 4.

Tabla 4. Variación de las medias anuales del IPC. Base 2016. Periodo 2002 – 2021. Fuente: INE.

<b>Año</b>	<b>Variación de las medias anuales</b>
<b>2002</b>	3,5
<b>2003</b>	3,0
<b>2004</b>	3,0
<b>2005</b>	3,4
<b>2006</b>	3,5
<b>2007</b>	2,8
<b>2008</b>	4,1
<b>2009</b>	-0,3
<b>2010</b>	1,8
<b>2011</b>	3,2
<b>2012</b>	2,4
<b>2013</b>	1,4
<b>2014</b>	-0,2
<b>2015</b>	-0,5
<b>2016</b>	-0,2
<b>2017</b>	2,0
<b>2018</b>	1,7
<b>2019</b>	0,7
<b>2020</b>	-0,3
<b>2021</b>	3,1
<b>Promedio anual</b>	<b>1,9</b>

#### **Tasa de incremento de precios percibidos y pagados por agricultores**

Las tasas de incremento de los precios percibidos y pagados se estipulan a partir de los índices de precios percibidos y pagados por los agricultores, con base en el año 2005 (desde 2000 hasta 2015) y en el año 2015 (desde 2015 hasta 2021), para el conjunto de la nación, publicados por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Por lo tanto, el año 2015

Estudiante: Lorena Manero Gutierrez

E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS (CAMPUS LA YUTERA, PALENCIA) — UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  
Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

está repetido porque la variación entre los años 2014 y 2015 están hechas con base 2005 y la variación entre los años 2015 y 2016 está hecha en base 2015. Se establecen como tasas de incremento de cobros y pagos para el proyecto el promedio de las variaciones interanuales de la serie. Los datos aparecen reflejados en la Tabla 5, siendo la tasa de incremento de los precios percibidos de 1,62, ya la de los precios pagados de 2,47.

Tabla 5. Variación de los precios percibidos y pagados por los agricultores. Base 2005 y 2015. Periodo 2000 – 2021.  
Fuente: MAPA.

	Percibidos /GENERAL	Variación interanual	Pagados/bienes y servicios de consumo corriente	Variación interanual
2000	88,9		90,9	
2001	92,1	3,63	93,0	2,30
2002	89,8	-2,52	93,5	0,60
2003	93,9	4,59	94,6	1,12
2004	95,3	1,53	98,5	4,09
2005	100,8	5,73	100,0	1,57
2006	98,8	-1,95	103,1	3,07
2007	103,8	4,98	111,7	8,34
2008	107,7	3,82	130,1	16,53
2009	95,8	-11,12	115,4	-11,30
2010	101,5	6,00	117,9	2,16
2011	101,9	0,35	132,3	12,18
2012	111,1	9,09	139,5	5,50
2013	115,0	3,53	139,5	-0,05
2014	107,2	-6,79	134,3	-3,71
2015	113,7	6,05	132,2	-1,53
2015	100,0		100	
2016	96,3	-3,67	96,57	-3,43
2017	103,48	7,42	96,87	0,31
2018	102,89	-0,57	100,51	3,76
2019	98,61	-4,16	101,4	0,89
2020	98,8	0,19	98,77	-2,59
2021 (prov)	106,66	7,96	110,74	12,12
<b>Promedio anual</b>		<b>1,62</b>		<b>2,47</b>

### Tasa de actualización

La tasa media de actualización se estipula a partir del tipo de interés medio de las Obligaciones del Estado, considerando el periodo desde 2001 hasta 2021, publicado por el Tesoro Público, Ministerio de Economía y Empresa. Se establece como tasa de actualización para el proyecto el promedio de los tipos de interés de la serie, aplicando una leve mayoración desde el punto de vista de la seguridad, con motivo del riesgo inherente a la inversión planteada. Por ello, el

VAN, el Plazo de recuperación o Pay-back y la Relación Beneficio/Inversión (Q) son calculados en base a la tasa del 6 %, tomando como base la media de las Obligaciones del Estado que es del 4,6 % y dado que este Proyecto supone un riesgo mayor. En la Tabla 6 aparecen reflejados estos datos.

Tabla 6. Tipo de interés medio de las Obligaciones del Estado. Periodo 2002 – 2018. Fuente: Tesoro Público.

	<b>Tipo de interés medio de las Obligaciones del Estado</b>
<b>2001</b>	6,78
<b>2002</b>	6,43
<b>2003</b>	6,07
<b>2004</b>	5,69
<b>2005</b>	5,32
<b>2006</b>	5,05
<b>2007</b>	4,95
<b>2008</b>	4,84
<b>2009</b>	4,63
<b>2010</b>	4,56
<b>2011</b>	4,65
<b>2012</b>	4,70
<b>2013</b>	4,73
<b>2014</b>	4,59
<b>2015</b>	4,22
<b>2016</b>	3,92
<b>2017</b>	3,61
<b>2018</b>	3,34
<b>2019</b>	3,11
<b>2020</b>	2,72
<b>2021</b>	2,34
<b>Promedio anual</b>	<b>4,6</b>
<b>Tasa de actualización</b>	<b>6</b>

### 3.7. Flujos de caja

En la Tabla 7 se indican en los pagos y los cobros, ordinarios y extraordinarios, y los flujos de caja generados y los iniciales, y los incrementos de los flujos respecto a la situación inicial.

Tabla 7. Flujos de caja para el presente Proyecto. Fuente: VALPROIN.

Año	COBROS		PAGOS (Incluida inversión)		FLUJOS		INCREMENTO DE FLUJO
	Ordinarios	Extraordin.	Ordinarios	Extraordin.	Final	Inicial	
0		22.000,00		32.732,81			
1		1.127,98			1.127,98	885,68	242,30
2		1.146,26			1.146,26	900,03	246,23
3	35,14	1.164,82			1.199,97	914,61	285,36
4	35,71	1.183,69			1.219,41	929,42	289,98
5	1.183,25	1.202,87			2.386,12	944,48	1.441,64
6	1.202,41				1.202,41	959,78	242,63
7	1.221,89				1.221,89	975,33	246,56
8	4.556,16		3.663,07		893,09	991,13	-98,04
9	4.323,04				4.323,04	1.007,19	3.315,85
10	4.393,07				4.393,07	1.023,50	3.369,57
11	4.464,24				4.464,24	1.040,08	3.424,15
12	4.536,56				4.536,56	1.056,93	3.479,62
13	4.610,05				4.610,05	1.074,06	3.535,99
14	4.684,73				4.684,73	1.091,46	3.593,28
15	4.760,62				4.760,62	1.109,14	3.651,49
16	5.185,98		3.180,47		2.005,51	1.127,10	878,41
17	4.916,12				4.916,12	1.145,36	3.770,75
18	4.995,76				4.995,76	1.163,92	3.831,84
19	5.076,69				5.076,69	1.182,77	3.893,92
20	5.158,93				5.158,93	1.201,94	3.957,00
21	5.242,51				5.242,51	1.221,41	4.021,10
22	5.327,44				5.327,44	1.241,19	4.086,24
23	5.413,74				5.413,74	1.261,30	4.152,44
24	5.623,80		4.884,79		739,01	1.281,73	-542,72
25	5.590,57				5.590,57	1.302,50	4.288,07
26	5.681,13				5.681,13	1.323,60	4.357,54
27	5.773,17				5.773,17	1.345,04	4.428,13
28	5.866,69				5.866,69	1.366,83	4.499,86
29	5.961,73				5.961,73	1.388,97	4.572,76
30	6.058,31				6.058,31	1.411,47	4.646,84
31	6.156,46				6.156,46	1.434,34	4.722,12
32	6.256,19				6.256,19	1.457,58	4.798,62
33	6.357,54				6.357,54	1.481,19	4.876,35
34	6.460,54				6.460,54	1.505,18	4.955,35
35	6.565,20				6.565,20	1.529,57	5.035,63
36	4.783,99				4.783,99	1.554,35	3.229,65
37	4.861,49				4.861,49	1.579,53	3.281,97
38	4.940,25				4.940,25	1.605,12	3.335,13
39	5.020,28				5.020,28	1.631,12	3.389,16
40	5.831,15		7.217,61		-1.386,47	1.657,54	-3.044,01
41	1.787,67				1.787,67	1.684,40	103,28
42	1.816,64				1.816,64	1.711,68	104,95
43	1.846,06				1.846,06	1.739,41	106,65
44	1.875,97				1.875,97	1.767,59	108,38
45	1.906,36				1.906,36	1.796,23	110,14
46	1.937,24				1.937,24	1.825,32	111,92
47	1.968,63				1.968,63	1.854,89	113,73
48	2.000,52				2.000,52	1.884,94	115,58
49	2.032,93				2.032,93	1.915,48	117,45
50	2.065,86				2.065,86	1.946,51	119,35
51	2.099,33				2.099,33	1.978,04	121,28
52	2.133,34				2.133,34	2.010,09	123,25
53	2.167,90				2.167,90	2.042,65	125,25
54	2.203,02				2.203,02	2.075,74	127,27
55	2.238,71				2.238,71	2.109,37	129,34
56	2.274,97				2.274,97	2.143,54	131,43
57	2.311,83				2.311,83	2.178,27	133,56
58	2.349,28				2.349,28	2.213,56	135,72
59	2.387,34				2.387,34	2.249,41	137,92
60	9.575,85				9.575,85	2.285,86	7.290,00

En la Figura 1, se representa el histograma del valor de los flujos de caja anuales.

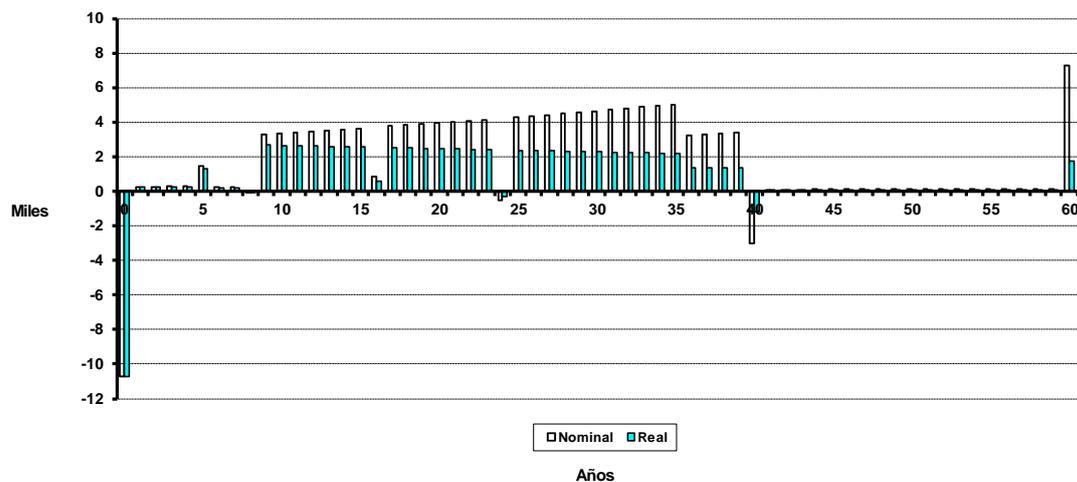


Figura 1. Histograma del valor de los flujos de caja anuales para el presente Proyecto. Fuente: VALPROIN.

#### 4. Resultados

En este apartado se va a realizar el análisis de la inversión para el Proyecto, determinando los indicadores de rentabilidad y realizando el análisis de sensibilidad.

Para la realización del análisis de sensibilidad se establece:

- Variación del pago de la inversión:  $\pm 5,00\%$
- Variación de los flujos de caja:  $\pm 5,00\%$
- Duración mínima del proyecto: 57 años

Con el análisis de sensibilidad de la inversión, se define la influencia de estas variaciones y de la reducción de la vida útil del proyecto sobre los indicadores de rentabilidad VAN y TIR. La combinación más favorable del análisis se corresponderá con aquella que considere una reducción del pago de la inversión del 5,00 %, un incremento de los flujos de caja del 5,00 %, y la vida útil prevista originalmente, de 60 años. A la contra, la combinación más desfavorable se corresponderá con un incremento del pago de la inversión del 5,00 %, una reducción de los flujos de caja del 5,00 %, y la vida útil reducida, de 57 años.

##### 4.1. Indicadores

Se detallan, los indicadores de rentabilidad en la Tabla 8 para diferentes tasas de actualización, entre 0,50 % y 15,00 %, incrementándose progresivamente en 0,50 %. La tasa de actualización de referencia, como se ha indicado anteriormente, se considera de un 6,00 %, tras aplicar un incremento en favor de la seguridad al promedio de 4,60 % de interés medio de las Obligaciones del Estado.

Tabla 8. Indicadores de rentabilidad para el presente Proyecto. Fuente: VALPROIN.

Tasa Interna de Rendimiento (TIR) (%) ..... 10,91

Tasa de actualización (%)	Valor actual neto (VAN)	Tiempo de recuperación (años)	Relación Benefic. Invers. (VAN/Inv.)	Tasa de actualización (%)	Valor actual neto (VAN)	Tiempo de recuperación (años)	Relación Benefic. Invers. (VAN/Inv.)
0,50	59.405,65	12	5,53	8,00	6.618,67	18	0,62
1,00	51.901,68	12	4,84	8,50	5.373,25	18	0,50
1,50	45.393,47	12	4,23	9,00	4.244,92	19	0,40
2,00	39.726,58	12	3,70	9,50	3.220,50	21	0,30
2,50	34.773,82	12	3,24	10,00	2.288,51	22	0,21
3,00	30.429,84	13	2,84	10,50	1.438,93	26	0,13
3,50	26.606,97	13	2,48	11,00	662,97	29	0,06
4,00	23.231,88	13	2,16	11,50	-47,06	--	0,00
4,50	20.242,97	13	1,89	12,00	-697,94	--	-0,07
5,00	17.588,28	14	1,64	12,50	-1.295,65	--	-0,12
5,50	15.223,78	14	1,42	13,00	-1.845,46	--	-0,17
6,00	13.112,06	15	1,22	13,50	-2.352,05	--	-0,22
6,50	11.221,17	15	1,05	14,00	-2.819,54	--	-0,26
7,00	9.523,76	15	0,89	14,50	-3.251,64	--	-0,30
7,50	7.996,35	17	0,75	15,00	-3.651,61	--	-0,34

Se puede observar en la Tabla 8, para la Tasa de actualización del 6 %, que en este caso las ganancias serían de 13112,06 € (VAN), el dinero invertido se recupera en 15 años (pay-back) y por cada euro que se invierte se gana 1,22 (relación beneficio/inversión).

#### 4.2. Análisis de sensibilidad

Se indican en la Tabla 9 los resultados obtenidos en el análisis de sensibilidad de la inversión.

Tabla 9. TIR y VAN de las combinaciones del análisis de sensibilidad. Fuente: VALPROIN.

Clave	TIR	Clave	VAN
D	13,22	D	15.940,94
C	13,22	C	15.862,77
B	12,38	B	13.556,46
A	12,38	A	13.485,73
H	10,75	H	12.667,66
G	10,74	G	12.589,49
F	10,00	F	10.283,18
E	10,00	E	10.212,45

Según el TIR, tanto en la mejor como en la peor opción el Proyecto sigue siendo rentable y según el VAN también. En la mejor situación, la D, sería un TIR de 13,22 % y VAN de 15940,94 y en la peor, la E, el TIR sería de 10,00 % y el VAN de 10212,45.

A continuación, en la Figura 2, se da la representación completa del árbol de sensibilidad.

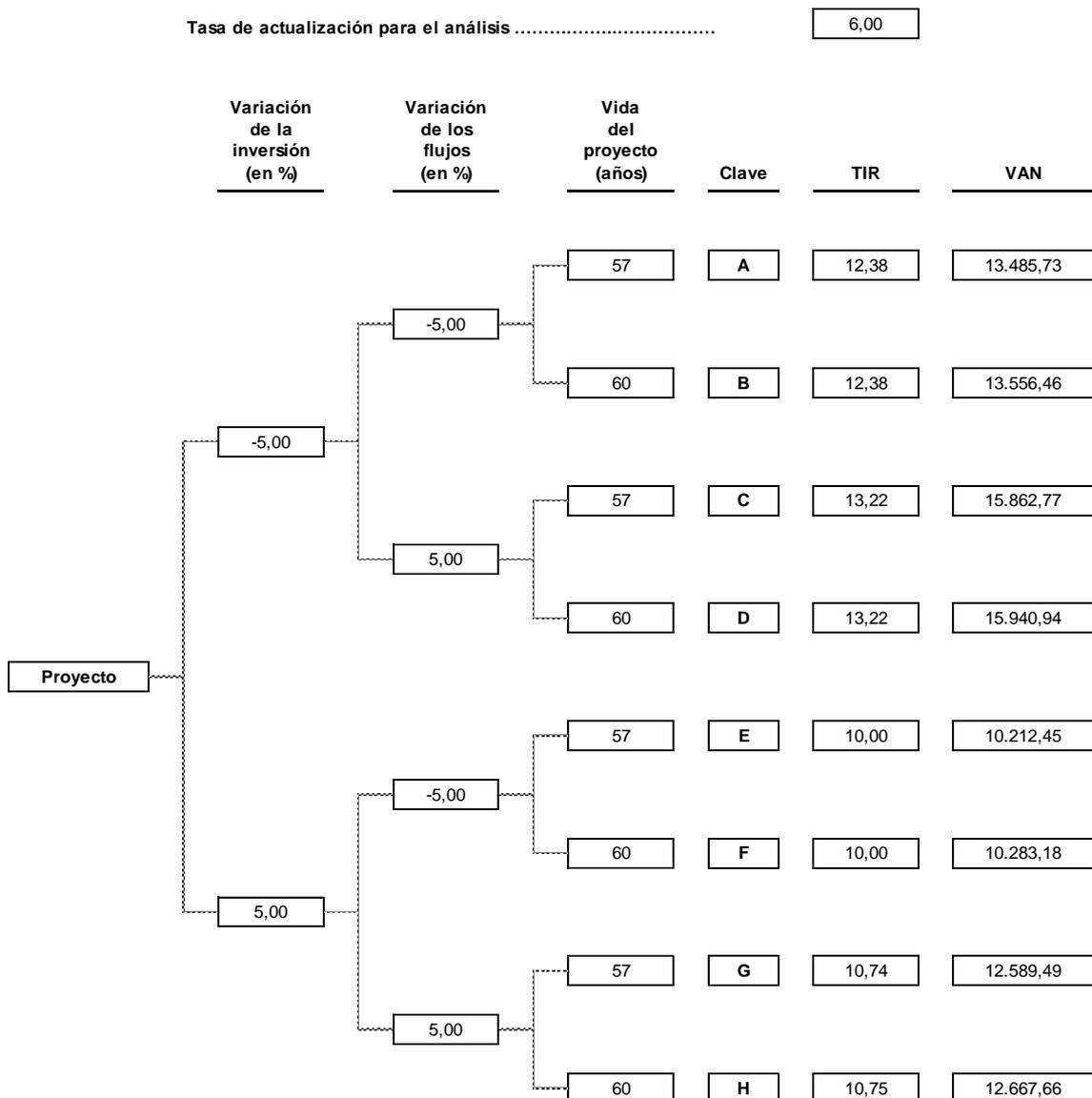


Figura 2. Árbol del análisis de sensibilidad para el presente Proyecto. Fuente: VALPROIN.

## 5. Conclusiones

El estudio económico del “Proyecto de forestación de tierras agrícolas (4 ha) para producción de *Lactarius deliciosus* en el término municipal de Villahoz (Burgos)” confirma que es un Proyecto rentable, siempre y cuando concedan la subvención, sino la rentabilidad bajaría mucho.

Una vez hecho el análisis económico, se justifica la rentabilidad del Proyecto debido a que el VAN son 13112,06 € y TIR 10,91 %, siendo un 6,31 % mayor que lo que me daría el banco por invertir el dinero, es decir, el interés que ofrece la compra de deuda pública en letras del estado.

Bajo supuestos más pesimistas, el análisis de sensibilidad mostraba como seguiría siendo rentable, aunque con unos beneficios menores. Dadas las características del Proyecto, que es una forestación de terrenos agrícolas para producción de hongos, hay que tener en cuenta otro tipo de beneficios no cuantificados económicamente como son la mejora y protección del suelo, la absorción de CO<sub>2</sub>, el aumento de biodiversidad, y los aspectos recreativos, entre otros.

Llodio, enero de 2023  
Fdo: Lorena Manero Gutierrez

Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

# Anejos a la memoria

## Anejo nº11. Bibliografía

## ÍNDICE ANEJO XI

1. Bibliografía .....	2
2. Enlaces WEB.....	3
3. Proyectos consultados .....	4
4. Programas .....	5

## 1. Bibliografía

TURRIÓN, M.B., (2012). *Guión del trabajo de climatología*. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. Universidad de Valladolid.

GETINO ÁLVAREZ, M., LÓPEZ CARCELÉN, O., TURRIÓN NIEVES, M.B., (2022). *Prácticas de edafología*. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. Universidad de Valladolid.

J. PURROY, F. & M. VARELA, J. (2016). *Mamíferos de España*. Descubrir la Naturaleza. Guías. 3ª Edición actualizada. Lynx Edicions.

DE JUANA, E. & M. VARELA, J. (2016). *Aves de España*. Descubrir la Naturaleza. Guías. 3ª Edición actualizada. Lynx Edicions.

GARCÍA ABEJÓN, J.L., GÓMEZ LORANCA, J.A. (1989). Nº.47. *Tablas de producción de densidad variable para Pinus pinaster Ait. en el Sistema Central*. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). Madrid.

GUINBERTEAU J., DUCAMP M., POITOU N., MAMOUN M., OLIVIER J.M. (1989). *Ecology of various competitors from an experimental plot of Pinus pinaster inoculated with Suillus granulatus and Lactarius deliciosus*. Agriculture, Ecosystems and Environmen, Vol. 28, pp. 161-165.

ORIA DE RUEDA, J. A., OLAIZOLA, J., ALONSO PONCE, R., DE LA PARRA, B., ALDEA, J., MARTINEZ PEÑA, F., MARTÍN PINTO, P. (2011). *Manual para la gestión del recurso micológico forestal en Castilla y León*. Somacyl-Junta de Castilla y León.

ORIA DE RUEDA, J. A., (2007). *Hongos y setas. Tesoro de nuestros montes*. Calamo. Pp, 79-82, 224-232.

RODRÍGUEZ, R. J., SERRADA, R., LUCAS, J. A., ALEJANO, R., DEL RÍO, M., TORRES, E., CANTERO, A. (2008). *Selvicultura de Pinus pinaster Ait. subsp. mesogeensis Fieschi & Gausсен*. Compendio de Selvicultura Aplicada en España. Pp, 399-430.

SERRADA HIERRO, R., NAVARRO CERRILLO, R. M., GÓMEZ MAMPASO, V., OCAÑA BUENO, L., PEMÁN GARCÍA, J., (2021). *Bases técnicas y ecológicas del proyecto de repoblación forestal*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). Madrid, 2021.

TARIFAS FORESTALES DE LA CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, DESARROLLO RURAL, POBLACIÓN Y TERRITORIO (2022). Junta de Extremadura. Consejería de Agricultura, Desarrollo Rural, Población y Territorio. Dirección General de Política Forestal.

TARIFAS FORESTALES DE NAVARRA (2022). Gobierno de Navarra. Departamento de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local.

TARIFAS TRAGSA (2022). Grupo Tragsa. Tarifas para encomiendas sujetas a impuestos. Grupo F. Trabajos Forestales y Medioambientales.

TARIFAS TRAGSA (2022). Grupo Tragsa. Precios simples de los recursos.

## 2. Enlaces WEB

<https://idecyl.jcyl.es/vcig/> (Consultado a fecha 27/9/2022)

<https://www1.sedecatastro.gob.es/Cartografia/mapa.aspx?refcat=09450A51400983&from=OVCBusqueda&pest=rc&final=&RCCompleta=09450A%205140%200983%200000JL&ZV=NO&ZR=NO&anyoZV=&tematicos=&anyotem=&del=9&mun=450> (Consultado a fecha 28/9/2022)

<https://sigpac.mapa.gob.es/feqa/visor/> (Consultado a fecha 5/10/2022)

<https://suelos.itacyl.es/mapas> (Consultado a fecha 14/11/2022)

<https://www.adecoar.com/images/adecoar/rutas/guia-turistica-2018/1-64%20general%20arlanza.pdf> (Consultado a fecha 18/11/2022)

[https://www.amivall.com/documentos/REVISIoN%20DE%20LACTARIUS%20\(RUSSULACEAE\).pdf](https://www.amivall.com/documentos/REVISIoN%20DE%20LACTARIUS%20(RUSSULACEAE).pdf) (Consultado a fecha 18/11/2022)

<https://sorianoticias.com/noticia/2021-10-19-asi-estan-los-precios-de-los-distintos-tipos-de-setas-en-soria-83269#:~:text=Por%20especies%2C%20los%20n%C3%ADscalos%20son,los%2016%E2%82%AC%20por%20kilo> (Consultado a fecha 19/11/2022)

<https://www.laumont.shop/collections/best-sellers/products/niscalo-silvestre?variant=34169398689928> (Consultado a fecha 19/11/2022)

<https://medioambiente.jcyl.es/web/es/medio-natural/restauracion-repoblacion-forestal.html> (Consultado a fecha 21/11/2022)

<https://www.tramitacastillayleon.jcyl.es/web/jcyl/AdministracionElectronica/es/Plantilla100Detalle/1251181050732/Ayuda012/1285147452446/Propuesta> (Consultado a fecha 21/11/2022)

<https://biogeografia.net/geobotanica72d.html> (Consultado a fecha 25/11/2022)

<https://www.arbolesibericos.es/especie/pinusnigra> (Consultado a fecha 25/11/2022)

<https://especiesforestales.com/> (Consultado a fecha 4/12/2022)

<https://balam.es/el-marco-de-plantacion/#:~:text=Marco%20de%20plantaci%C3%B3n%20al%20tresbolillo,la%20densidad%20es%20mucho%20mayor> (Consultado a fecha 28/11/2022)

<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1997-22614> (Consultado a fecha 14/12/2022)

<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1997-12735> (Consultado a fecha 15/12/2022)

<https://www.insst.es/normativa> (Consultado a fecha 15/12/2022)

[https://contrataciondelestado.es/wps/wcm/connect/PLACE\\_es/Site/area/docAccCmpnt?srv=cmpnt&cmpntname=GetDocumentsByld&source=library&DocumentIdParam=a71ea33d-6f33-4453-b25e-59a58ffb87f2](https://contrataciondelestado.es/wps/wcm/connect/PLACE_es/Site/area/docAccCmpnt?srv=cmpnt&cmpntname=GetDocumentsByld&source=library&DocumentIdParam=a71ea33d-6f33-4453-b25e-59a58ffb87f2) (Consultado a fecha 09/01/2023)

<https://www.ine.es/intercensal/intercensal.do?search=1&error1=Debe+introducir+un+nombre+de+municipio.&error2=Debe+introducir+al+menos+3+caracteres.&cmbTipoBusq=0&textoMunicipio=villahoz&btnBuscarDenom=Consultar+selecci%C3%B3n> (Consultado a fecha 17/01/2023)

[https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Clasificaci%C3%B3n\\_clim%C3%A1tica\\_de\\_Espa%C3%B1a\\_seg%C3%BA\\_n\\_Koppen\\_1981-2010\\_mapa\\_15815\\_spa.jpg](https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Clasificaci%C3%B3n_clim%C3%A1tica_de_Espa%C3%B1a_seg%C3%BA_n_Koppen_1981-2010_mapa_15815_spa.jpg) (Consultado a 18/01/2023)

<https://www.profoas.com/mercado-de-la-madera-en-asturias/> (Consultado a 24/01/2023)

<https://blog.crisolar.es/?p=6366> (Consultado a 24/01/2023)

### 3. Proyectos consultados

ALONSO MORENO, I. (2015). *Repoblación de Nogales para la producción de madera en el Término Municipal de Villamediana (Palencia)*. Proyecto Fin de Carrera. Tutor: Fermín Garrido Lournaga. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. Universidad de Valladolid.

BLANCO RODRÍGUEZ, M. A. (2020). *Proyecto de recuperación del bosque mixto ripario y la olmeda tradicional de Boñar (León)*. Proyecto Fin de Carrera. Tutora: Pilar Zaldívar García. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. Universidad de Valladolid.

FERNÁNDEZ BUENO, F. (2015). *Repoblación de terrenos agrícolas para producción micológica en Olmedo (Valladolid)*. Proyecto Fin de Carrera. Tutor: Fermín Garrido Lournaga. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. Universidad de Valladolid.

HERRERO GARCÍA, A. (2017). *Proyecto de forestación de tierras agrarias (32 ha) en el término municipal de Villagalijo (Burgos)*. Proyecto Fin de Carrera. Tutor: Pablo Martín Pinto. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. Universidad de Valladolid.

MAGARZO MANCHÓN, A. (2021). *Proyecto de restauración hidrológico forestal de 32 ha de cinco montes del municipio de Valle de Cerrato (Palencia)*. Proyecto Fin de Carrera. Tutor: Joaquín Navarro Hevia. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. Universidad de Valladolid.

MATÉ MUÑOZ, H. (2022). *Proyecto de implantación y gestión de una explotación de encina micorrizada con trufa negra (*Tuber melanosporum*) dotada con mejoras biotecnológicas en el término municipal de Baltanás (Palencia)*. Proyecto Fin de Carrera. Tutor: Juan Andrés Oria de Rueda Salgueiro. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. Universidad de Valladolid

RAMOS FERNANDEZ, R. (2017). *Proyecto de plantación de Cistus ladanifer micorrizada con Boletus edulis en los términos municipales de Rabanales y Rábano de Aliste en la provincia de Zamora*. Proyecto Fin de Carrera. Tutor: Pablo Martín Pinto. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. Universidad de Valladolid.

RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, R. (2016). *Proyecto de repoblación forestal en el término municipal de Torrecilla de la Orden (Valladolid)*. Proyecto Fin de Carrera. Tutor: Fermín Garrido Larnaga. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. Universidad de Valladolid.

VILLAMIDES GORDO, M. (2021). *Proyecto de plantación y puesta en riego en terreno agrícola (5 ha) para la obtención de fruto y madera de calidad de nogal en el T. M. de Sahagún (León)*. Proyecto Fin de Carrera. Tutor: Carlos del Peso Taranco. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. Universidad de Valladolid.

#### 4. Programas

QGIS (Nº de versión 3.16.9). (2020). Windows. QGIS.

Hoja de cálculo Valoración de Proyectos de Inversión (VALPROIN).



---

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

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

**Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural**

**PROYECTO DE FORESTACIÓN DE TIERRAS  
AGRÍCOLAS (4 HA) PARA PRODUCCIÓN DE  
*LACTARIUS DELICIOSUS* EN EL TÉRMINO  
MUNICIPAL DE VILLAHOZ (BURGOS)**

**DOCUMENTO N°2: PLANOS**

**Alumno/a: Lorena Manero Gutierrez**

**Tutor/a: Carlos del Peso Taranco  
Cotutor/a: Ruth C. Martín Sanz**

**Enero de 2023**

# Documento nº2: Planos

## ÍNDICE GENERAL DEL DOCUMENTO Nº2: PLANOS

PLANO Nº1. PLANO DE LOCALIZACIÓN

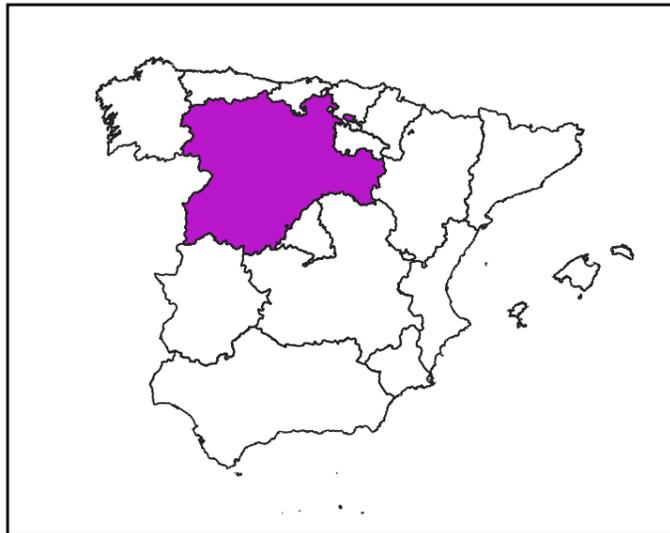
PLANO Nº2. PLANO DE SITUACIÓN

PLANO Nº3. RELACIÓN DE PARCELAS CATASTRALES

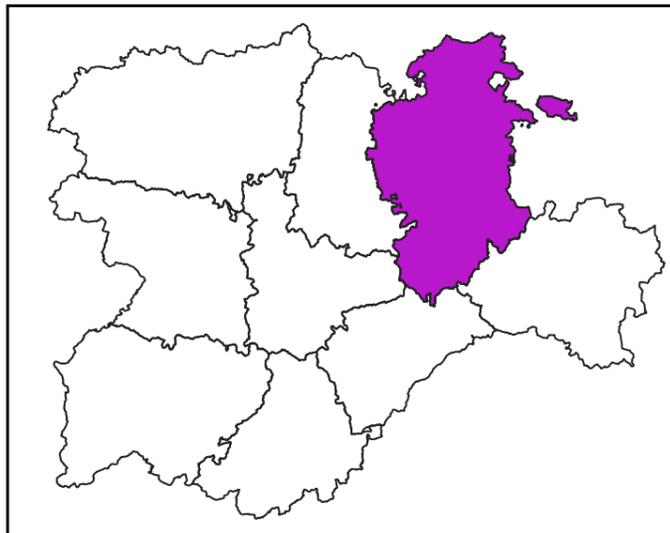
PLANO Nº4. PLANO DE ZONIFICACIÓN

PLANO Nº5. TRANSFORMACIÓN DE LA PARCELA

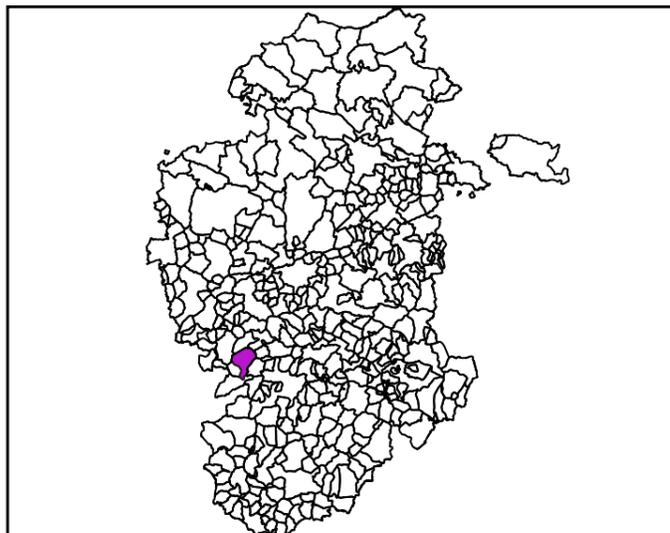
# Plano nº1: Plano de localización



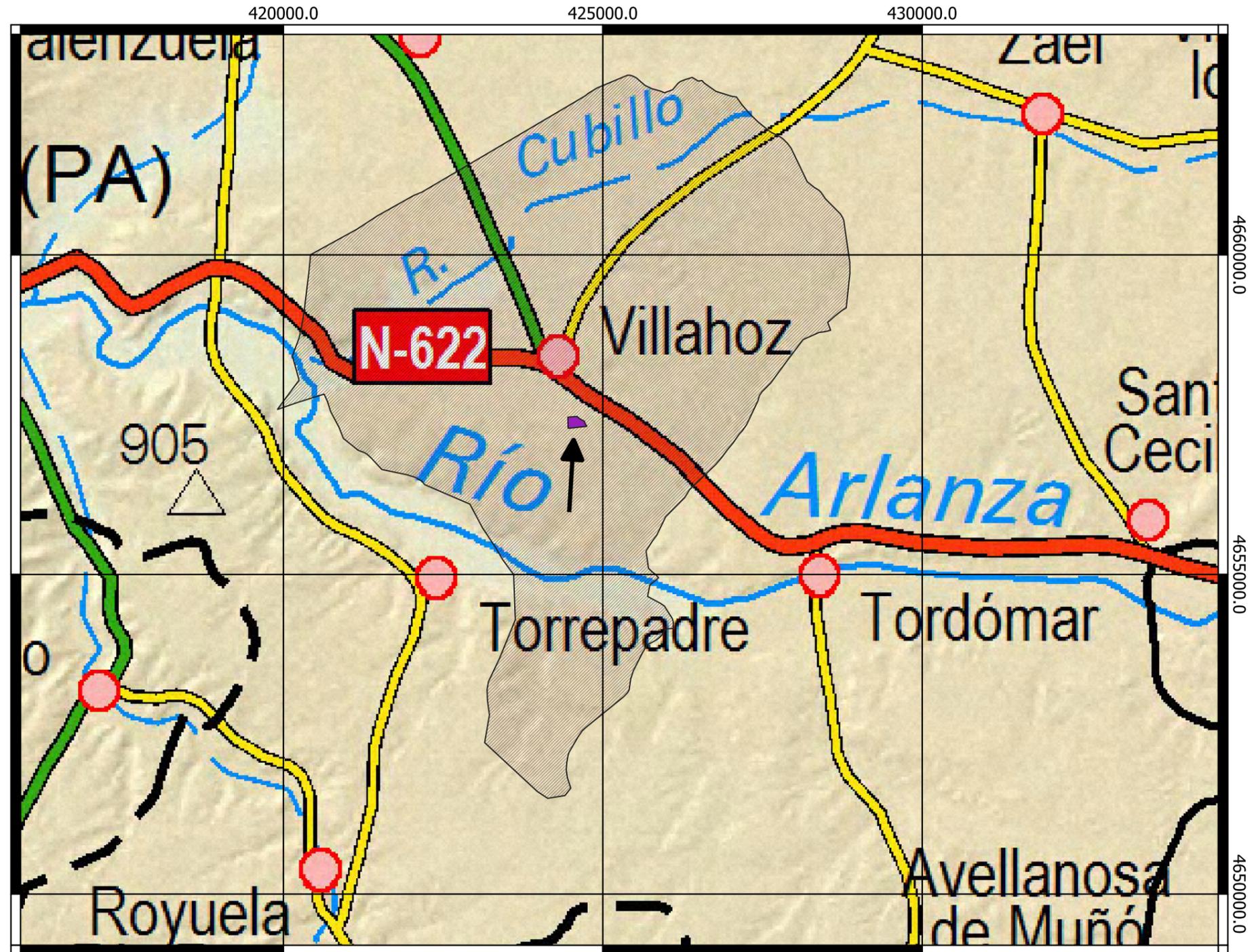
Localización dentro de España. Escala: 1/1500000



Localización dentro de Castilla y León. Escala: 1/500000



Localización dentro de Burgos. Escala: 1/250000

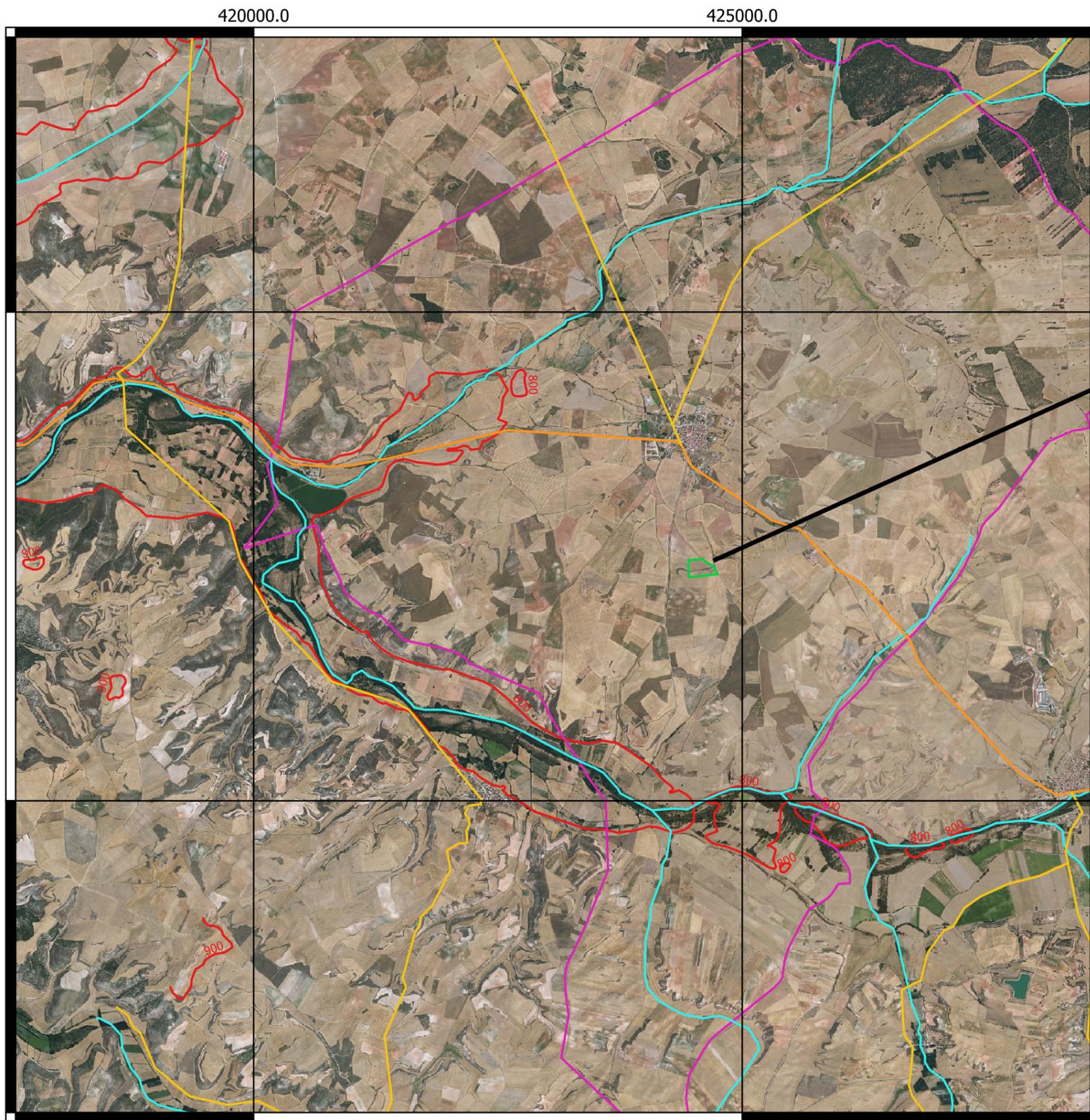


Escala: 1/75000  
 Sistema de referencia: ETRS 89  
 Proyección cartográfica: UTM 30N



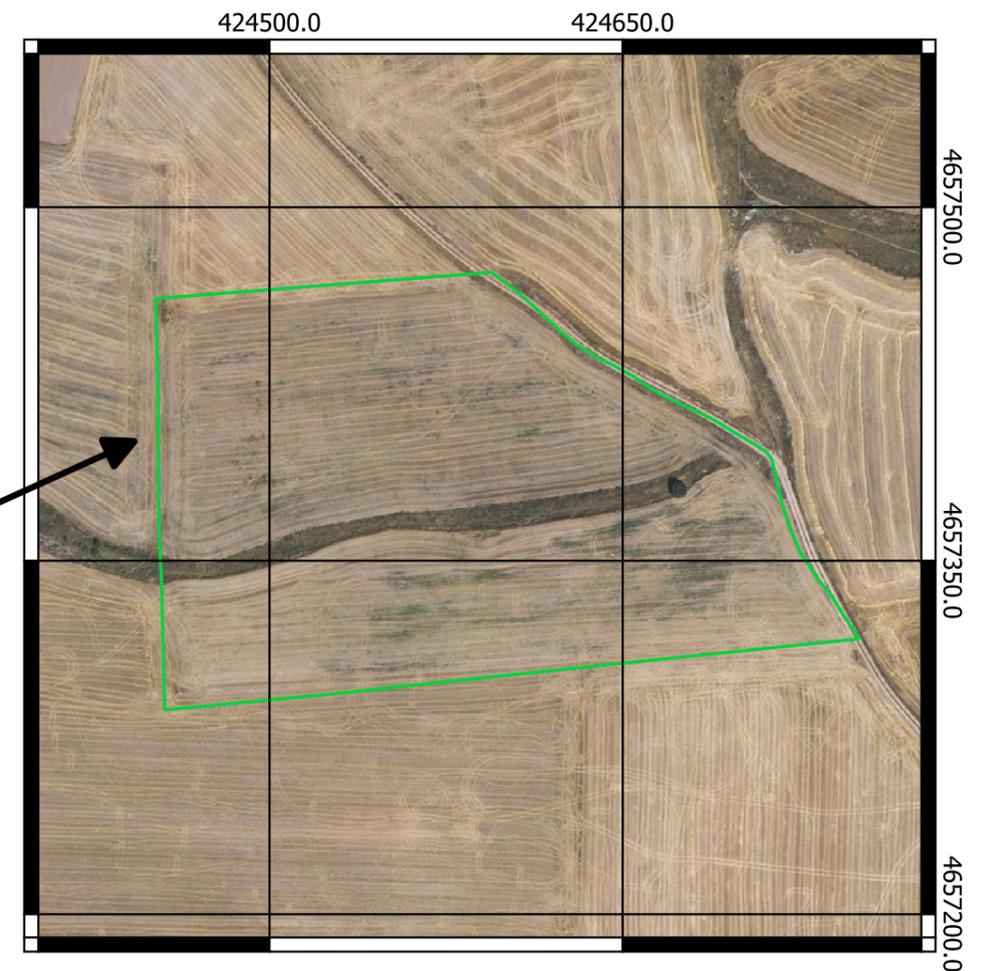
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA) UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
<b>TÍTULO DEL PROYECTO</b> "Proyecto de forestación de tierras agrícolas (4 ha) para producción de <i>Lactarius deliciosus</i> en el término municipal de Villahoz (Burgos)"		
<b>TÍTULO DEL PLANO</b> Plano de localización	<b>Nº PLANO</b> 1	<b>ESCALA</b> Varias escalas
<b>EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO</b> Término municipal de Villahoz (Burgos)	Llodio, enero de 2023	
<b>PROMOTOR</b> Merche Gutierrez Arenas	Fdo.: Lorena Manero Gutierrez Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural	

## Plano nº2: Plano de situación



Escala: 1/50000  
 Sistema de referencia: ETRS 89  
 Proyección cartográfica: UTM 30N  
 Fuente: IGN Ortofoto PNOA Máxima actualidad

0 1 2 3 km



Escala: 1/3000  
 Sistema de referencia: ETRS 89  
 Proyección cartográfica: UTM 30N  
 Fuente: IGN Ortofoto PNOA Máxima actualidad

Leyenda:

- Carreteras autonómicas
- Carreteras nacionales
- Cursos de agua
- Curvas de nivel
- Parcela 983
- Límite municipal de Villahoz



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

TÍTULO DEL PROYECTO

“Proyecto de forestación de tierras agrícolas (4 ha) para producción de *Lactarius deliciosus* en el término municipal de Villahoz (Burgos)”

TÍTULO DEL PLANO

Plano de situación

Nº PLANO

2

ESCALA

Varias escalas

EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO

Término municipal de Villahoz (Burgos)

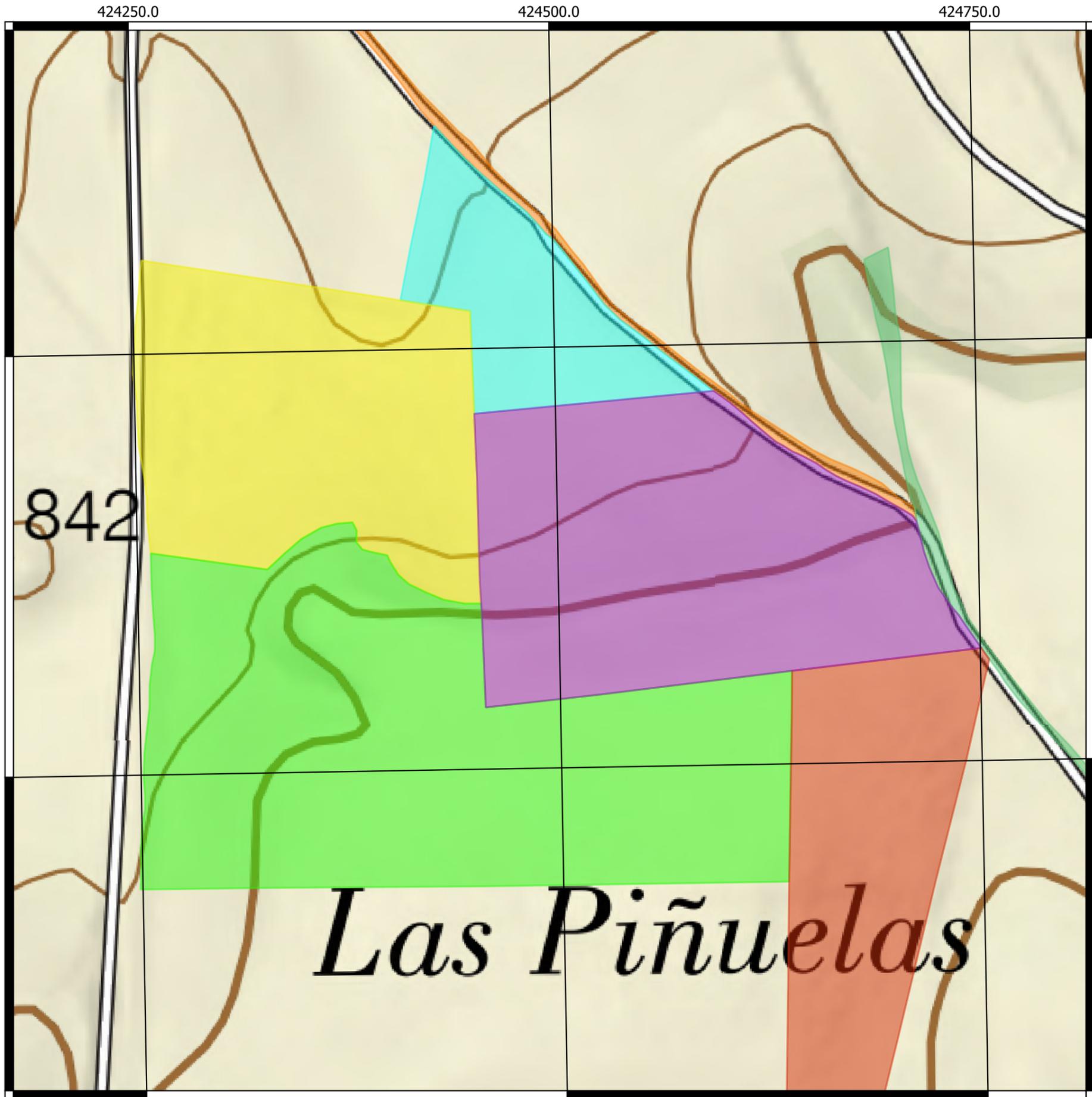
Llodio, enero de 2023

PROMOTOR

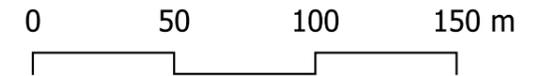
Merche Gutierrez Arenas

Fdo.: Lorena Manero Gutierrez  
 Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

# Plano nº3: Relación de parcelas catastrales



Escala: 1/2500  
 Sistema de referencia: ETRS 89  
 Proyección cartográfica: UTM 30N  
 Fuente parcelas: Visor SIGPAC  
 Fuente mapa raster: IGN (MTN25)



**Leyenda:**

**Parcela del proyecto:**

Parcela 983

**Parcelas colindantes:**

Parcela 982

Parcela 980

Parcela 979

Parcela 984

Camino (9001)

Camino Carrevillahizán (9002)

# Las Piñuelas



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

**TÍTULO DEL PROYECTO**

“Proyecto de forestación de tierras agrícolas (4 ha) para producción de *Lactarius deliciosus* en el término municipal de Villahoz (Burgos)”

**TÍTULO DEL PLANO**

Relación de parcelas catastrales

**Nº PLANO**

3

**ESCALA**

1/2500

**EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO**

Término municipal de Villahoz (Burgos)

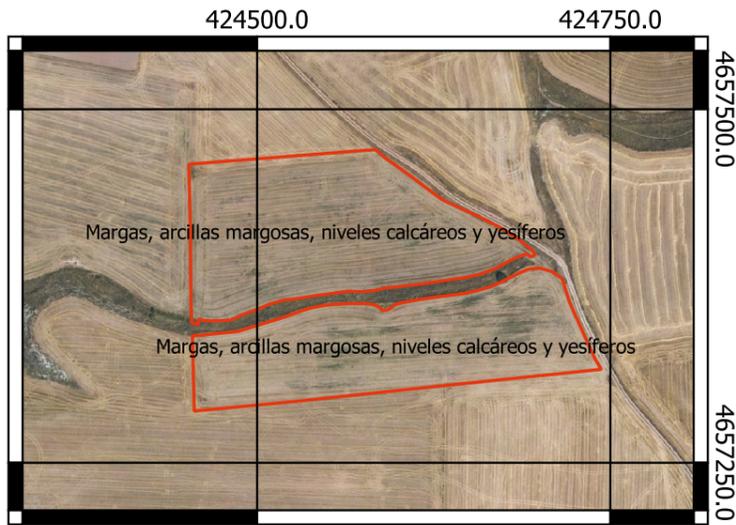
Llodio, enero de 2023

**PROMOTOR**

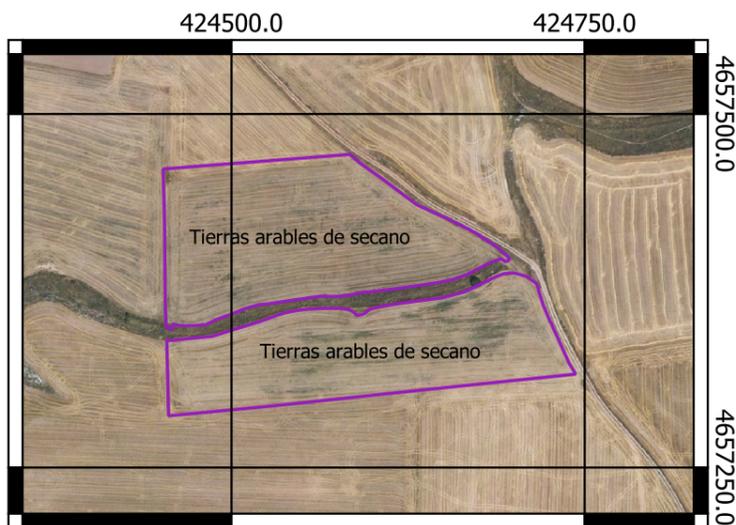
Merche Gutierrez Arenas

Fdo.: Lorena Manero Gutierrez  
 Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

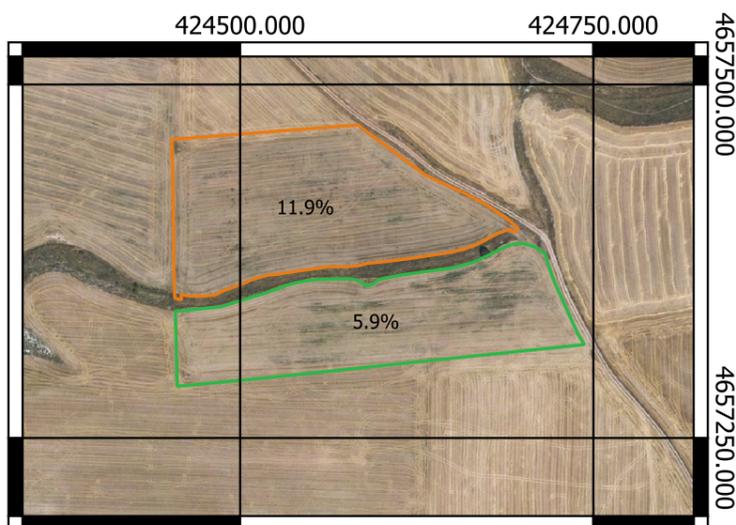
# Plano nº4: Plano de zonificación



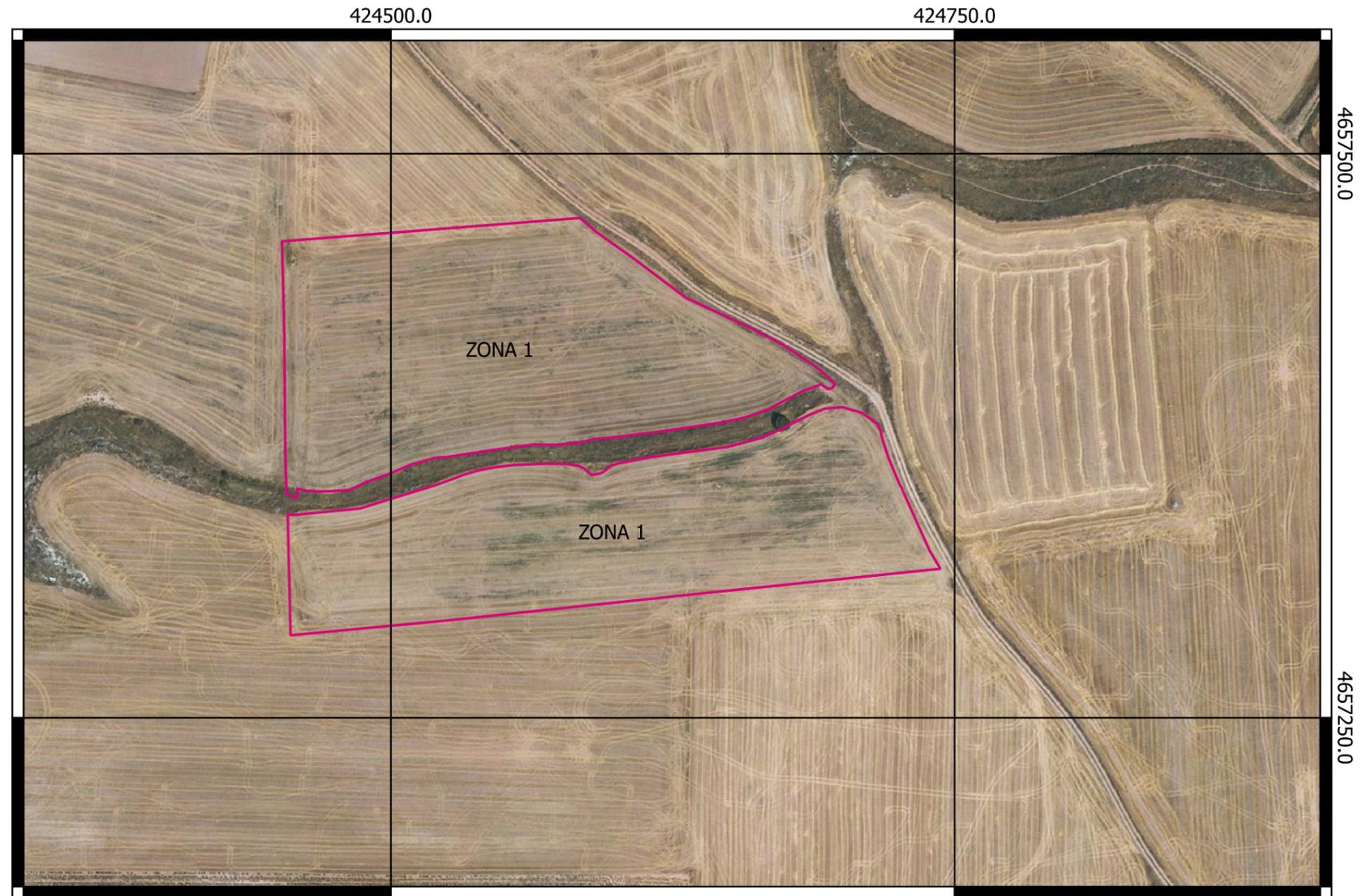
Geología de las parcelas. Escala: 1/5000



Usos del suelo. Escala: 1/5000

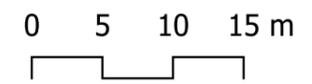


Pendientes medias. Escala: 1/5000



Zonificación. Escala: 1/2500

Sistema de referencia: ETRS 89  
 Proyección cartográfica: UTM 30N  
 Fuente: IGN Ortofoto PNOA Máxima actualidad



**Leyenda:**

Zonificación:

□ Zona 1

Geología de las parcelas:

□ Zona 1

Usos el suelo:

□ Zona 1

Pendientes medias:

□ Zona 1

□ Zona 2

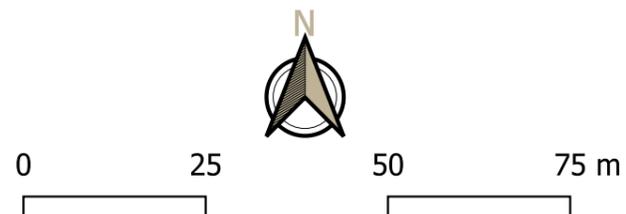
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA) <b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b>		
<b>TÍTULO DEL PROYECTO</b> "Proyecto de forestación de tierras agrícolas (4 ha) para producción de <i>Lactarius deliciosus</i> en el término municipal de Villahoz (Burgos)"		
<b>TÍTULO DEL PLANO</b> Plano de zonificación	<b>Nº PLANO</b> 4	<b>ESCALA</b> Varias escalas
<b>EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO</b> Término municipal de Villahoz (Burgos)		Llodio, enero de 2023
<b>PROMOTOR</b> Merche Gutierrez Arenas		Fdo.: Lorena Manero Gutierrez Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

# Plano nº5: Transformación de la parcela



Transformación de la parcela. Escala: 1/1000

Sistema de referencia: ETRS 89  
 Proyección cartográfica: UTM 30N  
 Fuente: IGN Ortofoto PNOA Máxima actualidad



**Leyenda:**

- Prunus dulcis  
 Nº plantas en el recinto 1: 156  
 Nº plantas en el recinto 3: 138  
 % ocupación: 5 %  
 Marco: 2,5x2,5 m
  - Pinus pinaster  
 Nº plantas en el recinto 1: 2965  
 Nº plantas en el recinto 2: 2627  
 % ocupación: 95 %  
 Marco: 2,5x2,5 m
- Recinto 1  
 Recinto 3

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA) <b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b>		
<b>TÍTULO DEL PROYECTO</b> "Proyecto de forestación de tierras agrícolas (4 ha) para producción de <i>Lactarius deliciosus</i> en el término municipal de Villahoz (Burgos)"		
<b>TÍTULO DEL PLANO</b> Transformación de la parcela	<b>Nº PLANO</b> 5	<b>ESCALA</b> 1/1000
<b>EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO</b> Término municipal de Villahoz (Burgos)		Llodio, enero de 2023
<b>PROMOTOR</b> Merche Gutierrez Arenas		Fdo.: Lorena Manero Gutierrez Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



---

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

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

**Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural**

**PROYECTO DE FORESTACIÓN DE TIERRAS  
AGRÍCOLAS (4 HA) PARA PRODUCCIÓN DE  
*LACTARIUS DELICIOSUS* EN EL TÉRMINO  
MUNICIPAL DE VILLAHOZ (BURGOS)**

**DOCUMENTO N°3: PLIEGO DE CONDICIONES**

**Alumno/a: Lorena Manero Gutierrez**

**Tutor/a: Carlos del Peso Taranco  
Cotutor/a: Ruth C. Martín Sanz**

**Enero de 2023**

# Plano nº3: Pliego de condiciones

## ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES

Disposiciones generales .....	2
Título I: Pliego de condiciones de índole técnica .....	4
Capítulo I: Descripción de las obras .....	4
Capítulo II: Condiciones generales de medición y abono .....	5
Capítulo III: Condiciones que deben cumplir los materiales .....	6
Capítulo IV: Replanteos, control de calidad de los trabajos y pruebas previstas .....	11
Título II: Pliego de condiciones de índole facultativa .....	13
Capítulo I: Autoridad de las obras .....	13
Capítulo II: Responsabilidades especiales del Contratista .....	13
Capítulo III: Trabajos, materiales y medios auxiliares .....	16
Capítulo IV: Dirección e inspección de las obras .....	20
Capítulo V: Recepción y liquidación .....	22
Título III: Pliego de condiciones de índole económica .....	24
Capítulo I: Base fundamental .....	24
Capítulo II: Garantías de cumplimiento y fianzas .....	24
Capítulo III: Precios y revisiones .....	26
Capítulo IV: Valoración y abono de trabajos .....	29
Capítulo V: Varios .....	31
Título IV: Pliego de condiciones de índole legal .....	32
Capítulo I: Documentos que lo definen .....	32
Capítulo II: Disposiciones varias .....	33

## Disposiciones generales

### **Artículo 1. Definición.**

El presente Documento nº3: Pliego de Condiciones es uno de los documentos básicos que integran el Proyecto de forestación de tierras agrícolas (4 ha) para producción de *Lactarius deliciosus* en el término municipal de Villahoz (Burgos). Contiene las condiciones técnicas, facultativas, económicas y legales para evitar los posibles malentendidos o las diferentes interpretaciones no deseadas que pudieran darse. Es un conjunto de artículos que regulan los derechos, responsabilidades, obligaciones y garantías mutuas entre todas las partes que intervienen en la ejecución y desarrollo del Proyecto.

### **Artículo 2. Estructura del pliego de condiciones.**

El pliego de condiciones lo componen cuatro títulos, diferenciados según su naturaleza:

- Título I: Pliego de condiciones de índole técnica.
- Título II: Pliego de condiciones de índole facultativa.
- Título III: Pliego de condiciones de índole económica.
- Título IV: Pliego de condiciones de índole legal.

### **Artículo 3. Documentos del proyecto.**

Los documentos que integran el presente Proyecto son los siguientes:

- Documento nº1: Memoria y anejos.
- Documento nº2: Planos.
- Documento nº3: Pliego de condiciones.
- Documento nº4: Mediciones.
- Documento nº5: Presupuesto.

Si existiera alguna contradicción, laguna o alteración entre los documentos que definen las obras, será solventada por el Ingeniero Director de Obra, quien podrá añadir anejos complementarios o modificar alguno si lo considerara necesario, a condición de que no contradiga lo comprendido en el Proyecto.

### **Artículo 4. Alcance de las prescripciones.**

Las siguientes prescripciones se aplicarán a todos los trabajos que se realizarán en el Proyecto, cuya descripción se encuentra en el Documento nº1: Memoria. Contendrá las condiciones técnicas por las que se regirán las obras, especificará la forma de realizar cada unidad de obra, fijará las características que tendrán que reunir los diferentes materiales junto a los controles de calidad que deberán pasar, detallará las formas de medición, valoración y abono de las distintas unidades de obra y, por último, establecerá el plazo de garantía y detallará como y cuando se deberán realizar las recepciones.

### **Artículo 5. Disposiciones a tener en cuenta.**

Además de lo establecido en los artículos de este Pliego de Condiciones, será de aplicación todo lo dispuesto en cuanto a disposiciones oficiales que existan sobre la materia, de acuerdo

con la Legislación vigente, que guardan relación con la misma, con sus instalaciones auxiliares o con los trabajos necesarios para ejecutarlas.

Si diferentes normas a las que se refiere el párrafo anterior condicionaran de distinta forma algún concepto, se aplicará la más restrictiva.

Son de directa aplicación:

- Decreto 3854/1970, de 31 de diciembre, por el que se aprueba el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales modificada parcialmente por la Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real Decreto 576/1997, de 18 de abril, por el que se modifica el Reglamento General sobre colaboración en la gestión de las Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social, aprobado por Real Decreto 1993/1995, de 7 de diciembre.
- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 949/1997, de 20 de junio, por el que se establece el certificado de profesionalidad de la ocupación de prevencionista de riesgos laborales.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- RD 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.
- Real Decreto 289/2003, de 7 de marzo, sobre comercialización de los materiales forestales de reproducción.
- Ley 30/2007, de 30 de octubre, de Contratos del Sector Público.
- Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.

El Contratista dará toda clase de facilidades para que el Ingeniero Director de Obra efectúe adecuadamente su trabajo.

## Título I: Pliego de condiciones de índole técnica

### Capítulo I: Descripción de las obras

Las obras del presente Proyecto se realizarán en el término municipal de Villahoz, provincia de Burgos, de acuerdo con el Documento nº2: Planos y las ordenes complementarias del Ingeniero Director de obra. La superficie de la obra es de 3,7031 ha; las características de esta zona, distribución en el espacio y las actuaciones proyectadas están ampliamente detalladas en el Documento nº1: Memoria y anejos y en el Documento nº2: Planos, por lo que en el Pliego de condiciones se describirán más brevemente.

#### **Artículo 6. Subsulado cruzado.**

La preparación del terreno se hará mediante un subsulado cruzado, una preparación mecánica y areal, consistente en la ejecución de un subsulado lineal doble, con líneas paralelas separadas a 2,5 m entre sí, en direcciones perpendiculares y a una profundidad de 60 cm sin inversión de horizontes. Esta acción se debe efectuar en tiempo seco, preferiblemente, para ejecutar un mejor mullido del suelo. Por lo tanto, se realizará el subsulado en verano para efectuar la plantación en otoño.

Los equipos utilizados serán un tractor de cadenas de entre 171/190 CV (127,52/141,68 kW) con un subsolador de ancho ajustable y bastidor recto y rígido de elevación hidráulica con 2 rejones a una distancia de 2,5 m. Previamente a los pases paralelos del tractor, se realizará un marcaje de las distancias entre líneas (2,5 m) que deberá seguir. De forma posterior al primer subsulado, se realizará el segundo subsulado, siendo perpendicular a este.

#### **Artículo 7. Plantación mecanizada de planta en contenedor.**

Gracias a la realización del subsulado cruzado, se han obtenido los puntos de plantación ya que el marco de plantación es un marco cuadrado 2,5x2,5 m. Es decir, se plantará en las intersecciones entre las líneas de subsulado perpendiculares. Por ello, no será necesaria la realización de un replanteo. No obstante, en el Plano nº5: Transformación de la parcela, se puede observar la localización de las plantas para utilizarlo como guía.

Para la plantación se utilizará un tractor de ruedas o cadenas de 80 CV (59,66 kW) que arrastre una plantadora de reja sobre el surco subsulado. La plantadora avanza por el surco del subsulado, y un operario subido en ella sujeta la planta por la parte aérea y la introduce en el surco abierto que van a comprimir las ruedas compactadoras.

La planta que se tendrá que usar será planta en contenedor. Para más detalles sobre la planta, observar el Anejo nº5: Estudio de alternativas, Tabla 12: Procedencia de las especies, tamaño y tipo de planta.

La distribución de la planta se realizará al principio de la jornada, siempre que las condiciones climáticas sean favorables. Las bandejas se situarán en los lugares que, previamente calculados, la plantadora se quede sin planta, disminuyendo así el tiempo de parada de la máquina para reabastecerse. Todos los operarios deberán extremar el cuidado de los envases, de tal manera que permita su recuperación y reutilización.

### **Artículo 8. Colocación de tubos protectores biodegradables.**

Posteriormente a la plantación y comprobación de que cada planta se haya plantado de forma correcta, o en su defecto, corrigiendo las que hayan podido quedar torcidas, mal compactadas o cualquier otro error que sufriera, se procederá a la colocación de tubos protectores.

La instalación de las protecciones se hará de forma manual, colocando alrededor de cada planta un tubo protector biodegradable, de 60 cm de altura y 14 cm de diámetro, sin tutores. Después de su instalación también será necesaria la verificación de la correcta colocación de estos, comprobando su verticalidad y que dispone de una sujeción suficiente para evitar que se vuele o caiga. No será necesaria la eliminación de estos protectores ya que en unos 6 años de habrán degradado, habiendo protegido a la planta los años que más vulnerabilidad presenta.

### **Artículo 9. Riegos de mantenimiento.**

En el presente Proyecto se proyecta la realización de riegos de mantenimiento durante el verano siguiente a la plantación, con el fin de asegurar el éxito de la plantación y reducir el número de marras al mínimo.

Se prevé la realización de un riego a mediados de julio y otro a mediados de agosto, de aproximadamente 5 litros por planta, que se realizará mediante un camión cisterna o similar pie a pie. El Ingeniero Director de Obra podrá adaptar estas condiciones según las condiciones climáticas que haya o haya habido.

Capítulo II: Condiciones generales de medición y abono

### **Artículo 10. Medición y abono de las obras.**

Los precios unitarios a los que se refieren las normas de medición y abono comprendidas en este capítulo del presente Pliego de condiciones engloban el suministro, manipulación y transporte de todos los materiales, maquinaria y mano de obra necesaria para su cumplimiento, así como las necesidades ocasionales que se necesitaran para la realización de la obra con arreglo a lo especificado en el presente Pliego y en los planos de este Proyecto.

De igual forma, se entenderán incluidos los gastos ocasionados por la reparación de daños inevitables causados por la maquinaria durante la ejecución y conservación de la forestación durante el plazo de garantía de las obras.

En base a las normas ya descritas, con las que figuran en el Cuadro de Precios y en los otros documentos del presente Proyecto, se medirá y abonará la obra ejecutada. Los trabajos se pagarán de acuerdo con las dimensiones establecidas en el Proyecto, aún cuando las medidas de control muestren una cifra superior. En consecuencia, no se abonarán los excesos de obra que, por conveniencia, error u otras causas ejecute el contratista, salvo que el Ingeniero Director de Obra hubiese encargado, de forma escrita, mayores dimensiones que las ya descritas.

Las mediciones se realizarán en las mismas unidades que las empleadas en el Proyecto. Queda a cargo de la Dirección de Obra la elección de aquellos materiales y/o técnicas más convenientes para la medición.

### Capítulo III: Condiciones que deben cumplir los materiales

Todos los materiales que se utilicen en las obras deberán cumplir las condiciones que se establecen en el presente Pliego de condiciones, además de la normativa vigente, y deberán ser aprobados por el Ingeniero Director de Obra. El contratista tiene libertad para obtener los materiales que las obras precisen en los puntos que estime convenientes sin modificación de los precios establecidos en el presente Proyecto.

#### **Artículo 11. Planta.**

La planta que se vaya a emplear tendrá que cumplir con los requerimientos exigibles según el RD 289/2003, de 7 de marzo, sobre comercialización de los materiales forestales de reproducción, además de todas las indicaciones anteriormente dadas en todos los documentos del presente Proyecto en cuanto a especie, subespecie, procedencia, tamaño, grado de selección y mejora exigida para cada caso.

Si en el Proyecto no estuviera fijado el vivero de origen, el Contratista podrá obtener la planta en los viveros que considere pertinentes exigiendo la procedencia que esté señalada en los documentos informativos del Proyecto y teniendo siempre en cuenta las observaciones complementarias que pudiera haber efectuado el Ingeniero Director de Obra.

Dicha planta será, de forma obligatoria, de la procedencia y origen señalados en el Proyecto. Si se comprobara que la planta disponible en el mercado no es adecuada o suficiente, el Ingeniero Director de Obra determinará un nuevo origen, conforme a las RIUs y plateará la modificación de precios si fuera necesaria.

El promotor no asume la responsabilidad de garantizar que el Contratista encuentre la planta adecuada en la cantidad necesaria, según el lugar de procedencia elegido, para las plantaciones planificadas en el momento de su actuación.

El Contratista debe informar al Ingeniero Director de Obra del vivero del que pretende obtener la planta con antelación suficiente, de tal forma que si el Ingeniero lo requiere deberá aportar muestras y datos necesarios para demostrar la posibilidad de aceptación de la calidad y cantidad de la planta.

Únicamente se podrá usar la planta que previamente haya sido aprobada por el Ingeniero Director de Obra. De todas formas, la aprobación de una planta no será impedimento para ser rechazada posteriormente si se encontraran defectos en su calidad.

Si el contratista acopiara plantas que no cumplieren las condiciones exigidas en este Pliego, el Ingeniero Director de Obra dará ordenes para que, sin peligro de que se produzca una confusión, sean separadas de las que cumplan y sustituirlas por otras adecuadas. El Contratista tendrá la obligación de sustituir todas las plantas rechazadas y correrán a su cargo los gastos

que esto pueda ocasionar, sin que el retraso que se pueda producir repercuta en el plazo de ejecución de la obra.

Cuando la planta proceda de viveros de la Administración, o sea proporcionada por ésta al Contratista, se expedirán acta de recepción y de conformidad en el que se deba indicar la calidad de la planta suministrada, así como los envases entregados junto a ella.

El Contratista debe cumplir con el mayor rigor posible las instrucciones sobre manejo y cuidado de la planta que se detallan en el presente Pliego. Si se diera el caso de incumplirse cualquiera de las instrucciones, será el ingeniero Director de Obra quien pueda ordenar la eliminación de la planta deteriorada que en el caso de que hubiera sido proporcionada por parte de la administración, será cargada al Contratista al precio que figure en el Proyecto.

El Contratista deberá ajustarse a la Normativa europea de Comercialización de Material Genético, presentando documentos como el Pasaporte Sanitario o el Certificado de Procedencia de la Semilla. Bajo ningún concepto se admitirán procedencias de plantas cuyo origen no sea de la Península Ibérica.

La planta deberá presentar un aspecto de no haber sufrido desecaciones o temperaturas elevadas durante el transporte, fundamentalmente en lo referido a turgencia y coloraciones adecuadas. De tal manera, el cuello de la raíz debe estar bien lignificado y las partes verdes notablemente endurecidas. En todo caso se atenderá a lo establecido en la normativa vigente. Se tendrá especial cuidado en su estado fitosanitario.

Asimismo, la planta deberá cumplir las condiciones morfológicas mínimas exigidas por normativa aplicable. Las características de la planta vendrán dadas por los valores mínimos exigibles de los siguientes parámetros:

- Altura: Se define por la longitud desde el extremo de la yema terminal hasta el cuello de la raíz.
- Robustez: Se mide por el diámetro del cuello de la raíz, expresado en mm.
- Longitud total: Distancia en cm desde el extremo de la yema terminal hasta el cuello de la raíz.
- Edad: Viene determinada por el número de savias o tiempo de permanencia en el vivero hasta su trasplante al monte. Se expresa en años o periodos vegetativos.
- Forma del sistema radical: Debe estar ramificado equilibradamente, con numerosas raicillas laterales y abundantes terminaciones meristemáticas, y no haberlas perdido en proporción apreciable durante el arranque. En el caso de las plantas en envase forestal se tendrán en cuenta que el substrato del envase no esté muy compactado, pero si relativamente húmedo en el momento de la plantación. En envase debe tener dispositivos antiespiralizantes incorporados para evitar que las raíces se enrollen y sus paredes deben ser impermeables, impidiendo que las raíces pasen de un envase a otro cuando están juntos. En el vivero los envases deben estar suficientemente elevados para que pueda producirse un correcto autorrepicado.
- Relación de la raíz-parte aérea: Se define en longitud o en peso; si se expresa por este último, el peso de cada una de las partes no deberá rebasar 1,8 veces el peso de la otra.
- Hojas y ramificaciones: La planta de tallo espigado y sin ramificar deberá ser rechazada, pues no dará en el cuello de la raíz los diámetros mínimos exigibles.

También se rechazarán las plantas con fuerte curvatura en el tallo y las que tengan tallos múltiples. Asimismo, la planta no presentara heridas sin cicatrizar, ya que por ellas pueden iniciarse enfermedades o ataques de insectos.

- Estado: No deben mostrar signos de enfermedad, ni prestar coloraciones que puedan atribuirse a deficiencias nutritivas, o haber sufrido temperaturas elevadas o desecaciones durante el transporte. No debe confundirse la coloración por deficiencias con el cambio de coloración que experimenta debido a las heladas, que en nada merma la calidad de la planta.
- Porcentaje de micorrización: Al menos un 50% de la parte radical de la planta debe de estar micorrizada con el hongo en cuestión.

Las características de las plantas que se requerirán en esta plantación se visualizan en la Tabla 1: Procedencias de las especies, tamaño y tipo de planta.

Tabla 1. Procedencias de las especies, tamaño y tipo de planta. Fuente: CUADERNO DE ZONA 15 "Torozos-Cerratos".

Especie	Procedencia	Categoría mínima exigible	Uso	Tipo	Tamaño y volumen contenedor
<i>Prunus dulcis</i>	RIU nº 16 y 17	-	Recomendada	1 o 2 savias en envase forestal	+ de 300 cc
<i>Pinus pinaster</i>	8- Meseta Castellana	Seleccionado (etiqueta verde)	Recomendada	1 o 2 savias en envase forestal	+ de 200 cc

La altura de las plantas no podrá exceder 1,8 veces la del contenedor, ni 6 veces su diámetro. La humedad del contenedor desde la partida hasta el momento de la plantación será casi a humedad de saturación. El sistema radical estará lo suficientemente ramificado, llegando las raíces primarias hasta las pareces y teniendo que estar distribuidas por toda la altura del cepellón.

Los envases tendrán incorporados dispositivos antiespiralizantes y autorrepicado natural de raíz. El compuesto formado por el sistema radical y el cepellón deberá rellenar el envase en su totalidad, para así poder evitar el desmoronamiento del cepellón en el momento de la extracción para plantarlo. Las plantas que presenten deformaciones en el sistema radical debido a defectos en el repicado, riego o volúmenes insuficientes de cepellón serán rechazadas. De forma preceptiva, el Contratista tendrá que devolver los envases suministrados por el vivero en las condiciones y plazos que hayan fijado.

Los lotes de plantas se someterán a un examen de calidad previo a su salida del vivero hacia el monte. Se realizará mediante un muestreo sistemático de extractos de tal forma que la muestra represente un 10% del total de las plantas que haya en el lote. Se realizarán unos exámenes totales y ordenados sobre los extractos, basados en una serie de controles según criterios de forma, sanidad y estado fisiológico. Se descartarán las plantas no admisibles, calculando la proporción de éstas. Estos exámenes deben ser superados por el 95% de las plantas.

Los controles que se realizarán son los siguientes:

- Control de identidad: Será obligatoria la etiqueta o documento de acompañamiento acreditativo de la identidad de la planta.
- Control del método de cultivo: Se verificará si los contenedores, el tipo de sustrato y las demás prescripciones descritas se han cumplido.
- Control del estado sanitario y calidad exterior: Se exigirá el pasaporte fitosanitario y se certificará el cumplimiento de los criterios de sanidad no contemplados en el pasaporte y los de calidad exterior establecidos en el presente Pliego de Condiciones.
- Control de la micorrización: Se comprobará el porcentaje de micorrización que presenta la parte radical de la planta.

Cada recepción de planta dará lugar a la realización de un documento de control que se firmará por ambas partes y se guardará junto a una copia del documento que acompaña al lote. El Ingeniero Director de Obra hará la recepción o designará a otra persona con autoridad. El adjudicatario estará en la obligación de llevarse de la obra los lotes de planta rechazados y proceder a su sustitución.

El proceso de aviverado deberá ser adecuado, de forma que las plantas se agrupen de forma lineal en vez de en manojos, y preferiblemente en zonas poco soleadas. No se utilizará planta con cepellón que no haya sido previamente regada.

Para el manejo de la planta, será necesario la realización de las operaciones con el máximo cuidado. Concretamente:

- Proteger las plántulas en todo momento de la desecación, luz directa, calor excesivo, asfixia, congelación, golpes, roturas, variaciones bruscas de temperatura y contacto de sustancias tóxicas o perjudiciales.
- Cuando la planta fuera almacenada a la intemperie se cuidará de que no sufra la congelación de ninguna de sus partes. Para ello, se cubrirán con lo necesario para que esto no ocurra, incluso, si fuese necesario, se almacenará bajo cubierta o en almacén.
- De ninguna forma se manejará ni utilizará planta con el cepellón total o parcialmente congelado por el riesgo de sufrir daños mecánicos o de otro tipo a los sistemas radicales de las plantas.
- La planta será colocada siempre totalmente vertical sobre la línea de subsolado abierta al efecto, con los sistemas radicales totalmente extendidos, siendo tapado este en su totalidad hasta 2-3 cm por encima del cuello de la raíz de la planta, procediéndose posteriormente al compactado total de la tierra, de tal manera que no queden bolsas de aire que afecten a las raíces.
- Transportar la planta con la mayor prontitud, en las horas de menos calor del día y nunca con vehículos descubiertos.
- Cada planta debe manejarse con delicadeza, separarse con cuidado de las demás y depositarse con rapidez y destreza en el hoyo de plantación.
- Nunca se dejará plántula a la intemperie después de la finalización de cada jornada de trabajo.

## **Artículo 12. Materiales.**

Todas las herramientas y materiales utilizados en la obra cumplirán los requisitos exigidos por la normativa vigente, así como las condiciones mínimas establecidas en este Pliego de condiciones.

El contratista tiene la libertad de obtener los materiales que se precisen en los lugares que estime oportunos sin modificar los precios establecidos. Siempre se lo deberá comunicar al Ingeniero Director de Obra con suficiente antelación la procedencia de los materiales y sus características, aportando muestras y datos necesarios para acordar la posibilidad de aceptación.

Todos estos materiales deberán ser de primera calidad, y deberán ser examinados antes de su empleo por el Ingeniero Director de Obra para dar su aprobación siempre que los considere adecuados. De que no fuera así, el Contratista deberá eliminarlos inmediatamente.

En relación con las disposiciones del presente Pliego acerca de las características de los materiales, el contratista tiene la obligación de presenciar o admitir todos los ensayos o análisis que el Ingeniero Director de Obra considere necesarios realizar para comprobar la calidad y características de los materiales sean o vayan a ser empleados.

Los materiales que fueran a usarse en la obra y no hayan sido especificados en el Pliego deberán ser de primera calidad y no podrán ser usados sin el previo reconocimiento del Ingeniero Director de Obra, quien los admitirá o rechazará en base a las condiciones que tengan y según éste sean exigibles. El Contratista no podrá hacer reclamación alguna al respecto.

El Contratista no podrá hacer acopio de materiales sin una previa autorización por escrito. Dicha autorización le será emitida una vez vistas y aceptadas las muestras de todos los materiales a almacenar que el contratista queda en la obligación de presentar.

Las sustituciones de materiales imprevistas tienen que ser autorizadas por escrito por el Ingeniero Director de Obra, especificando las causas por las cuales es necesaria dicha sustitución. La Dirección de Obra responderá por escrito y acordará, en caso de sustitución justificada, que nuevos materiales serán los que hagan el reemplazo, cumpliendo una función análoga.

Los materiales se almacenarán cuando sea necesario, de forma que se asegure su idoneidad para el empleo y sea posible una inspección en todo momento.

El almacenamiento en obra no supondrá la entrega de los materiales, de tal forma que solo se entenderá la entrega de estos una vez que se ejecute la partida donde deban incluirse.

### **Artículo 13. Medios auxiliares y equipos mecánicos.**

Los medios auxiliares son los costes directos complementarios, calculados en forma porcentual como porcentaje de otros componentes, debido a que representan los costes directos que intervienen en la ejecución de la unidad de obra y que son de difícil cuantificación. Son diferentes para cada unidad de obra.

El Contratista tendrá la obligación de poner a disposición de los trabajadores todos los medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de la unidad de obra; la elección de estos

medios será por parte del Ingeniero Director de Obra, bien por iniciativa propia o propuestos por el Contratista.

Si un medio auxiliar no garantizara las especificaciones indicadas por parte del Ingeniero, o no cumpliera la normativa vigente, será retirado y reemplazado por otro que si cumpla lo anteriormente determinado.

El Contratista tendrá que disponer de los medios mecánicos y del personal cualificado necesario para ejercer las obras.

En todo momento la maquinaria y el resto de elementos deberán estar en las condiciones óptimas para su correcto funcionamiento y quedarán asignados a la obra durante el transcurso de la ejecución de las unidades para las cuales sea necesaria. Deberá realizarse un control y mantenimiento del material y la maquinaria. Sin el permiso del Ingeniero Director de Obra no podrá ser retirada.

Capítulo IV: Replanteos, control de calidad de los trabajos y pruebas previstas

**Artículo 14. Condiciones generales.**

Una vez la obra haya sido adjudicada, la Dirección de Obra ejecutará el replanteo previo a la obra sobre el terreno. Se efectuará en presencia del Contratista o de su representante legalmente autorizado, para comprobar su correspondencia con el Documento nº2: Planos.

En el replanteo se levantará un acta, que la deberán firmar el Contratista y el Ingeniero Director de Obra en la que constará si se puede proceder con el comienzo de la obra.

**Artículo 15. Control de calidad y pruebas previstas.**

Durante la realización de las distintas unidades de obra del presente Proyecto, se irán comprobando las características de cada una, verificando que se efectúan según lo detallado en el presente Pliego de Condiciones.

Los ensayos y reconocimientos que se realicen durante la ejecución de los trabajos no tienen otro carácter que el de simples antecedentes para la recepción. Por ende, la admisión de materiales o piezas que se realicen antes de la recepción no aminora las obligaciones de subsanar o reponer que el Contratista contrae si las obras o instalaciones resultan inaceptables, parcial o totalmente, en el acto de reconocimiento final y pruebas de recepción.

Con carácter general, cuando no sea viable la verificación de la totalidad de las superficies objeto de actuación, las pruebas se realizarán sobre muestras suficientes, en base al número y tamaño de éstas, para una estimación apropiada.

Se podrán aplicar todas las formas y métodos de prueba y control normalizados para la obra civil.

En todo caso se comprobará la existencia de daños a los cultivos o infraestructuras aledañas, por si fueran objeto de deducción, reparación o incluso infracción.

Las pruebas para el control de la ejecución de las distintas unidades de obra serán las siguientes:

Fase de preparación del terreno:

- Dimensiones en los cortes perpendiculares y distancia entre líneas paralelas.

Fase de plantación:

- Distribución de especies.
- Marco de plantación.
- Intento de arranque de plantas para comprobar la compactación del terreno.
- Cuidados de la planta en el tajo.
- Aceptación de la planta de acuerdo con el test de control de la Junta de Castilla y León.

Fase de colocación de protectores:

- Comprobación del anclado e hincado de los tubos.

Realizadas las pruebas pertinentes y emitida la conformidad con los resultados obtenidos, el Director de Obra comenzará el procedimiento para la recepción de las obras y posterior liquidación de las mismas.

En caso de unidades de obra defectuosas, se procederá de acuerdo con lo establecido en el Pliego de Condiciones de Cláusulas Administrativas Generales.

El límite admisible de marras será de un 6% del total de las plantas, de acuerdo con lo estipulado en Pliego de Condiciones de Índole Económica.

Cuando el porcentaje de marras sea superior al 30% de la plantación total, el periodo de garantía de la obra comenzará a partir de la reposición de marras.

Para la recepción definitiva y correspondiente liquidación se volverá a hacer un muestreo sobre el 10% de las plantas.

## Título II: Pliego de condiciones de índole facultativa

### Capítulo I: Autoridad de las obras

#### **Artículo 16. Dirección de Obra.**

La Dirección de Obra o Dirección Facultativa es la responsable de la dirección de la obra, de la interpretación técnica del proyecto, de las posibles modificaciones que pudiera haber y de la vigilancia de los trabajos que se realicen en las obras.

La Contrata no podrá recibir otras órdenes las cuales no provengan del Ingeniero Director de Obra, o en su defecto, de la persona o personas en las que delegue.

### Capítulo II: Responsabilidades especiales del Contratista

#### **Artículo 17. Residencia del Contratista.**

Durante toda la obra, el Contratista, o un representante que autorice, deberá residir en un punto próximo a la zona de forestación y no podrá ausentarse de él sin previo aviso al Ingeniero Director de Obra, al que deberá comunicar la persona que le suplirá durante sus funciones.

#### **Artículo 18. Oficina del tajo.**

El contratista deberá disponer de un lugar, en el que acudan el Contratista y la Dirección de Obra, inspectores de trabajo, etc. para tratar los diversos aspectos referentes a las obras.

En esta oficina, se encontrará un ejemplar del Proyecto supervisado, una copia del Contrato y el Libro de Órdenes e Incidencias en todo momento.

#### **Artículo 19. Ejecución de las obras.**

Todos los materiales necesarios para la obra deberá aportarlos el Contratista, previa aceptación del Ingeniero Director de Obra. También es obligación del Contratista la de ejecutar minuciosamente las obras, satisfaciendo además las condiciones estipuladas en el presente Pliego, y todas las ordenes verbales o escritas le dé el Ingeniero, siempre y cuando no vayan en contra del propio Proyecto.

Si según el Ingeniero hubiera alguna parte de la obra mal ejecutada, el Contratista deberá volver a ejecutarla, tantas veces sea necesario hasta que el Ingeniero Director de Obra dé el visto bueno. Estos aumentos de trabajo, no le darán derecho al Contratista a recibir indemnización de ningún tipo.

#### **Artículo 20. Responsabilidades del Contratista.**

Durante la ejecución de las obras contratadas, el Contratista será el único responsable. De igual forma, si surgieran accidentes por inexperiencia o descuido durante el transcurso de la obra, será responsabilidad del Contratista ante los tribunales.

Los objetos que se encuentren durante las obras también serán responsabilidad del Contratista, debiendo informar al Ingeniero Director de Obra de ello.

**Artículo 21. Obligaciones del Contratista.**

Son obligaciones del Contratista, todas las mencionadas en este Pliego. No obstante, también será su obligación la de devolver los envases forestales utilizados durante la plantación al vivero de procedencia de la planta. De no ser así, se deducirán de la certificación a razón del valor unitario que posea cada envase no devuelto.

Es obligación del contratista adoptar las medidas necesarias para evitar la contaminación del monte, o aguas próximas, fruto de combustibles, aceites, residuos o cualquier otro material dañino para el entorno.

**Artículo 22. Leyes sociales, permisos y licencias.**

El Contratista tiene la obligación de satisfacer todas las órdenes de tipo social estén decretadas o se decreten, en el marco de la presente obra.

El Contratista será el responsable de obtener por su cuenta todos los permisos y licencias que fueran necesarios para la correcta ejecución de las obras, a excepción de los que queden definidos en el contrato.

El pago de arbitrio municipales e impuestos en general, ya sean municipales o de cualquier otro origen, cuyo abono debe hacerse durante el plazo de ejecución de las obras por concepto inherente a los propios trabajos, correrá a cuenta del Contratista.

**Artículo 23. Copia de documentos.**

Siempre que el Contratista necesite hacer copias de cualquier documento del presente Proyecto tendrá derecho a efectuarlas; no sin antes la autorización del Ingeniero Director de Obras, que permitirá realizarlas una vez las obras estén contratadas.

**Artículo 24. Daños y perjuicios.**

El Contratista será el responsable durante el trascurso de las obras de todos los daños y perjuicios, de forma directa o indirecta, que se pudieran producir a cualquier persona, propiedad, o servicio publico o privado, a consecuencia de los actos, omisiones o negligencias del personal a su cargo, o de una deficiente organización en las obras.

Las personas que resultaran afectadas, tendrán que ser compensadas a su cargo adecuadamente.

Las propiedades publicas o privadas que resultaran dañadas deberán ser reparadas a su cargo, recuperando sus condiciones primitivas o compensando adecuadamente los daños.

Los servicios públicos o privados que resultaran dañados deberán ser reparados a su cargo, según proceda en la legislación vigente sobre el particular.

### **Artículo 25. Personal del Contratista.**

Los trabajos del presente Proyecto se realizarán por medio de suficiente personal cualificado para cada actividad recogida en él.

El capataz deberá poseer suficiente experiencia y competencia en la realización de operaciones forestales, además de capacidad de mando sobre el personal y disposición para entender las instrucciones que se le den y hacer que se cumplan. De esta forma, será primordial que sepa hablar y escribir en castellano.

Los peones estarán capacitados para la realización de las operaciones forestales que les sean encomendadas, realizándolas con habilidad y destreza, y en el manejo de las herramientas propias de cada trabajo. Será indispensable que sepan hablar y escribir en castellano.

Los maquinistas deberán estar cualificados y poseer experiencia, y deberán tener en consideración las instrucciones que les indique el Ingeniero Director de Obra, más concretamente, las relativas a la realización de trabajos, horarios de trabajo y evitación de contaminantes.

El Contratista, indicará a las personas que correrán a su costa, y deberán ser admitidos por el Ingeniero Director de Obra, el cual podrá en cualquier momento por causa justificada prescindir de ellos, exigiendo al Contratista su reemplazo.

El Ingeniero, además, podrá prohibir la permanencia en la obra del personal del Contratista, por motivos de falta de respeto y/u obediencia o por actos que comprometan o perturben la evolución de los trabajos.

El Contratista podrá recurrir si opinase que la prohibición no se ha fundado con una causa justificada o suficiente.

El Contratista tiene la obligación de cumplir lo establecido en el Estatuto de los Trabajadores y demás normativas vigentes en materia laboral.

El Contratista tiene la obligación de adoptar las medidas adecuadas y dotar de los elementos necesarios para el cumplimiento de lo establecido en el Anejo nº9: Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Todos los operarios que vayan a trabajar en la obra tienen derecho a reclamar al Contratista todos aquellos elementos que, de acuerdo con la legislación vigente y al Estudio Básico de Seguridad y Salud, garanticen su integridad y seguridad personal durante la preparación y ejecución de dichos trabajos.

El Contratista está obligado a tenerlos siempre a mano en la obra, en buen estado y facilitarlos cuando vayan a ser necesarios.

El Contratista deberá poner en conocimiento del personal estas condiciones, exigiendo a los operarios el empleo de los elementos de seguridad en todo momento, aun y cuando no quieran usarlos.

**Artículo 26. Reclamaciones en caso de no ser atendido por el Contratista.**

Ante cualquier conflicto en el que el Contratista se posicione de forma opuesta a las de la Dirección de Obra, deberá quedar registrada la queja en el Libro de Órdenes, para así ser evaluada por la Dirección de Obra. Una vez que la Dirección dé una resolución, si la Contrata aun estimara que sus intereses se ven dañados, podrá recurrir a instancias superiores dentro de la Administración de Castilla y León.

Capítulo III: Trabajos, materiales y medios auxiliares

**Artículo 27. Comienzo de los trabajos y plazo de ejecución.**

El Contratista dará inicio a las obras el 5 de junio de 2023 y dará parte al Ingeniero Director de Obra de ello, debiéndole éste entregar acuse de recibo.

De forma escrita y de carácter obligatorio, el Contratista notificará al Ingeniero del comienzo de los trabajos al menos 24 horas antes de proceder a su inicio. De forma previa se habrá redactado el acta de replanteo en las condiciones establecidas.

Al ser una obra de realización en un periodo discontinuo de 2 años, las obras del primer año se darán por concluidas en un plazo aproximado de 5 meses.

**Artículo 28. Condiciones generales de ejecución de los trabajos.**

El Contratista deberá emplear la mano de obra y materiales que cumplan todas las condiciones establecidas en el presente Proyecto, más concretamente las condiciones del Pliego y la legislación vigente, desempeñando la obra contratada según lo especificado en los mismos documentos.

Por ende, hasta que la obra tenga la recepción definitiva, el Contratista será el único responsable de la ejecución de los trabajos que se han contratado, y de las faltas o defectos que pudieran ocasionarse por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales usados. Esto no le sirve de excusa ni le consiente ningún derecho al Contratista por la circunstancia de que el Ingeniero Director de Obra no le haya llamado la atención.

**Artículo 29. Comprobación del replanteo.**

A posteriori de la aprobación del Proyecto y previamente a la tramitación del expediente de contratación de la obra, se realizará un replanteo de este, consistente en la comprobación de la realidad geométrica y disponibilidad de los terrenos precisos para su ejecución. De esta forma se deberán comprobar cuantos supuestos figuren en el Proyecto elaborado y sean básicos para la contratación.

Una vez se adjudique la obra, la ejecución del contrato comenzará con el Acta de Comprobación del Replanteo, en la cual se mencionarán las incidencias u observaciones relacionadas con cualquier punto que pudiera afectar al cumplimiento del contrato. Para ello, dentro del plazo que se estipule en el contrato, no pudiendo ser superior a un mes desde la fecha de formalización sin causa justificada, el Servicio de la Administración encargado de las

obras procederá a efectuar la comprobación del replanteo, en presencia del Contratista. Dicho Acta se firmará por ambas partes interesadas en el contrato.

**Artículo 30. Fijación y conservación de los puntos de replanteo.**

La comprobación del replanteo deberá incluir, cuando menos, el perímetro de las parcelas de plantación.

Los detalles e indicaciones necesarias para la ejecución de las obras deben ser objeto de tratamiento singular.

Cuando se considere de vital importancia para la correcta ejecución de las obras, se marcarán los puntos de referencia mediante sólidas estacas o, si hubiere peligro de desaparición, por medio de mojones de hormigón y piedra.

Los datos, cotas y puntos fijados se anotarán en un anejo en el Acta de Comprobación del Replanteo, el cual se unirá al expediente de la obra y entregándose una copia al Contratista.

Será responsabilidad del contratista la conservación de los puntos de replanteo que le hubieran sido entregados.

**Artículo 31. Replanteo del detalle de las obras.**

El Ingeniero Director de Obras aprobará los replanteos de detalle necesarios para la correcta ejecución de las obras y proporcionará al Contratista toda la información que este requiera para que aquellos puedan ser realizados.

El Contratista se autoproveerá de todos los materiales, equipos y mano de obra necesaria para la realización de los replanteos y la determinación de los puntos de referencia que se precisen.

**Artículo 32. Maquinaria.**

El Contratista está en la obligación de, al menos, disponer en la obra de la maquinaria necesaria para el correcto cumplimiento de estas, según se especifica en el Proyecto y de acuerdo con los programas de los trabajos fijados. El Ingeniero Director de Obra será quien apruebe dicha maquinaria.

La maquinaria ya demás elementos para el trabajo, deberán estar en condiciones óptimas de funcionamiento y quedarán asignadas a la obra hasta la ejecución de las unidades para las cuales sean necesarias. A la hora de retirarse, se necesitará el permiso del Ingeniero.

**Artículo 33. Ensayos.**

Todos los materiales y unidades de obra que el Ingeniero Director de Obra considere serán sometidos a ensayos para la determinación de su idoneidad. Los que no lo sean, se retirarán hasta que cumplan las condiciones del presente Pliego.

Todo ensayo que se realice se efectuará conforme a las instrucciones del Ingeniero.

#### **Artículo 34. Trabajos nocturnos.**

Los trabajos nocturnos, serán previa autorización del Ingeniero Director de Obra en el caso de que la contrata los precise, y realizados únicamente en las unidades de les indique.

El Contratista deberá instalar los equipos de iluminación que fueran necesarios y del tipo e intensidad que el Ingeniero mande. También tendrá que mantenerlos en óptimo estado durante el tiempo que transcurran estos trabajos.

#### **Artículo 35. Trabajos no autorizados y/o defectuosos.**

El Contratista será el único responsable de la ejecución de los trabajos que se han contratado, y de las faltas o defectos que pudieran ocasionarse por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales usados. Esto no le sirve de excusa ni le consiente ningún derecho al Contratista por la circunstancia de que el Ingeniero Director de Obra no le haya llamado la atención, ni por el hecho de que haya sido valorado en las certificaciones parciales de la obra, que siempre supone que se extienden y abonan a buena cuenta.

Los trabajos que ejecute el Contratista, modificando lo dispuesto en los documentos contractuales del Proyecto sin consentimiento, no serán abonables, quedando el Contratista obligado a instaurar las condiciones primitivas del terreno en cuanto a su topografía, si el Ingeniero lo exige, y a compensar adecuadamente los daños y perjuicios causados.

El Contratista, también será el responsable del resto de daños y perjuicios que por su causa pudieran derivarse para la Administración. La misma responsabilidad ocasionará al Contratista la ejecución de trabajos que el Ingeniero Director de Obra apunte como defectuosos.

Si la reparación de la obra no fuera técnicamente posible de acuerdo con el Proyecto, se decretarán las penalizaciones necesarias en cuantía proporcional a la importancia de los daños, en relación con el grado de acabado que se pretende en la obra.

si los defectos no fueran subsanados o si fueran de gran importancia, la Administración podrá optar por la rescisión de contrato, previa autorización de la Dirección de Obra, sin perjuicio de las penalizaciones que pudieran acarrear el Contratista en concepto de indemnización.

#### **Artículo 36. Caminos y accesos.**

Si por la necesidad que surgiera posteriormente, fuera necesaria la construcción de vías de acceso a la parcela, el ancho de las rampas provisionales para el movimiento de vehículos y maquinarias será de cuatro metros y medio, ensanchándose en las curvas y sus pendientes no serán mayores del 12% y el 8% respectivamente. En cualquier caso, se tendrá en cuenta la maniobrabilidad de los vehículos usados y se seguirán las órdenes que del Ingeniero Director de Obra.

Lo vehículos de carga, antes de salir de la vía pública, contarán con un tramo horizontal de terreno consistente, de longitud no menor a una vez y media la separación entre ejes, ni mayor a seis metros.

El Contratista, estará obligado a firmar un Acta de Conformidad de los caminos y accesos.

El Contratista, está en la obligación de señalar a su costa las obras objeto del presente Proyecto, con arreglo a las instrucciones y modelos que reciba del Ingeniero Director de Obra.

### **Artículo 37. Precauciones especiales.**

Lluvia: Durante la época de lluvias los trabajos de preparación del terreno y plantación podrán ser suspendidos por el Ingeniero Director de Obra cuando la pesadez del terreno así lo justifique.

Granizadas y nevadas: El granizo y la nieve harán retrasar los trabajos durante el periodo de tiempo necesario hasta que cesen. El Ingeniero Director de Obra es el responsable de paralizar las obras.

Heladas: La hora del comienzo de la jornada, será establecida por el Ingeniero Director de Obra, éste también podría cancelarla si las heladas hubiesen dado problemas.

Sequía: Los trabajos de preparación del terreno y plantación podrán ser suspendidos por el Ingeniero Director de Obra cuando la falta de tempero pueda deducirse en un fracaso en la plantación.

Incendios: Será el Contratista quien se atenga a la legislación vigente en cuanto a la prevención y control de incendios según las instrucciones complementarias del presente Pliego de Condiciones, o que se dicten por el Ingeniero Director de Obra.

Nieblas: La falta de visibilidad a causa de la niebla puede provocar la suspensión temporal de operaciones al dificultar la localización de los puntos de replanteo. Será el Ingeniero Director de Obra quien ordene lo que estime oportuno.

Plagas: Siempre que se observara la propagación de una plaga durante la ejecución de los trabajos, el Ingeniero Director de Obra podrá suspender o posponer la ejecución de los trabajos temporal o definitivamente, en base al estado y evolución de la mencionada plaga.

### **Artículo 38. Plan de obra y ejecución de los trabajos.**

Para la ejecución de las obras se seguirá el orden establecido en el Proyecto, más concretamente en el Documento nº1: Memoria.

El Contratista someterá a la aceptación de la Dirección de Obra el plan de obra previsto, en el cual se establecerán los plazos parciales de las diferentes unidades de obra. Estos plazos serán compatibles con lo establecido en el párrafo anterior.

### **Artículo 39. Modificaciones.**

En la situación de que por razones técnicas imprevistas, como son por ejemplo la falta de disponibilidad de planta por motivos diversos o la aparición de roca en lugares no previstos, se haga inviable la realización de lo proyectado, el Ingeniero Director de Obra podrá modificar el

proyecto realizando la variación técnica que considere oportuna siempre y cuando no se introduzcan modificaciones en los precios unitarios proyectados ni en el presupuesto aprobado.

En el caso de que el Contratista no estuviera Conforme con las indicaciones del Ingeniero Director de Obra, podrá recurrir al Órgano de Contratación de la Administración, que resolverá sobre la procedencia o no de la valoración técnica introducida.

Cuando la Dirección de Obra considere necesaria una modificación del Proyecto solicitará al Órgano de Contratación la autorización para iniciar el correspondiente expediente.

El Ingeniero Director de Obra o el adjudicatario de ninguna forma podrán añadir o realizar modificaciones en las obras comprendidas en el contrato sin la debida aprobación y sin la correspondiente autorización.

#### **Artículo 40. Partes e informes.**

El Contratista está obligado a suscribir, con su debida conformidad o reparo, los partes e informes establecidos sobre las obras, siempre que se requiera para ello.

#### **Artículo 41. Órdenes al Contratista.**

Las ordenes que fueran necesarias darle al Contratista, se le darán por escrito y numeradas correlativamente. Éste tendrá la obligación de firmar el recibo duplicado de la orden y el libro.

#### **Artículo 42. Diario de las obras.**

A partir de la orden del comienzo de las obras se abrirá por parte del Contratante, a pie de obra, un Libro de Órdenes con las páginas numeradas, en el cual se hará constar cada día de trabajo, las incidencias ocurridas con el Contratista y las órdenes dadas a éste, así como también aquellas quejas o apuntes que el Contratista considere oportuno reflejar por escrito.

Este diario de las obras será firmado por el Jefe de la Unidad de Obras y revisado periódicamente por el Ingeniero Director de Obras, que también deberá firmarlo. El cumplimiento de estas órdenes es tan obligatorio para la Contrata como el propio cumplimiento de las condiciones que constituyen el presente Pliego de Condiciones.

El hecho de que en el Libro de Órdenes no estén redactadas las ordenes que preceptivamente tiene la obligación de cumplir el Contratista, no exime ni atenúa las responsabilidades que le sean inherentes al contratista, de acuerdo con el Pliego.

Capítulo IV: Dirección e inspección de las obras

#### **Artículo 43. Dirección de las obras.**

La dirección, control y vigilancia de las obras la realizará el Ingeniero Director de Obra, que será Técnico Facultativo, Ingeniero Técnico Forestal, Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural o Ingeniero de Montes.

#### **Artículo 44. Ingeniero Director de Obra.**

El Técnico Facultativo, Ingeniero Técnico Forestal, Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural o Ingeniero de Montes será el responsable de la interpretación técnica del Proyecto. Representará a la parte contratante ante el Contratista y desempeñará además las funciones de dirección, control y vigilancia de las obras.

#### **Artículo 45. Unidad directora o administrativa a pie de obra.**

La unidad directora a pie de obra constituye la organización inmediata a los trabajos que la parte contratante dispone para el control y vigilancia de estos (agentes forestales, capataces, etc.). El Jefe de Unidad de Obra será dependiente del Ingeniero Director de Obra, quien le dará instrucciones y medios para el respectivo cumplimiento de su función de vigilancia y control. De tal forma, podrá desempeñar las funciones que el Ingeniero delegue en él.

#### **Artículo 46. Inspección de las obras.**

El personal competente del promotor podrá inspeccionar las obras en todo momento. Tanto el Ingeniero Director de Obras como el Contratista deberán poner a su disposición los documentos y medios necesarios para el cumplimiento de su trabajo.

#### **Artículo 47. Funciones del Ingeniero Director de Obra.**

Las funciones que desempeñará el Ingeniero Director de Obra en relación con la dirección, control y vigilancia de las obras que especialmente afectan a sus relaciones con el Contratista son las siguientes:

- Garantizar que las obras se efectúen ajustadas al Proyecto aprobado, o que las modificaciones estén debidamente autorizadas y exigir al Contratista el debido cumplimiento de las condiciones contratadas.
- Definir aquellas condiciones técnicas que los Pliegos de prescripciones correspondientes dejan a su decisión.
- Decidir sobre la buena ejecución de los trabajos de preparación y plantación, suspendiéndolos en el caso de que las condiciones no sean las apropiadas.
- Resolver todas las cuestiones técnicas que surjan en cuanto a la interpretación de planos, condiciones de materiales y sistemas de ejecución de unidades de obra, siempre que no se modifiquen las condiciones del contrato.
- Estudiar las incidencias o problemas planteados durante los trabajos de la obra, que impidan o dificulten el normal cumplimiento de contrato o aconsejen su modificación tramitando, en su caso, las propuestas correspondientes.
- Obtener de los Organismos de la Administración competentes los permisos y licencias pertinentes para la ejecución de las obras y resolver los problemas planteados por los servicios y servidumbres afectados por las mismas.
- Asumir personalmente y bajo su responsabilidad, en caso de urgencia o extrema gravedad, la dirección inmediata en determinadas operaciones o trabajos en curso, para lo cual el Contratista deberá poner a plena disposición a su personal o material de obra.
- Acreditar al Contratista las obras realizadas, conforme a lo dispuesto en los documentos del Contrato.

- Participar en las recepciones provisionales y definitivas y redactar la liquidación de obras, conforme a las normas legales establecidas.

El Contratista estará obligado a prestar su colaboración al Ingeniero Director de Obras para el normal cumplimiento de las funciones a este encomendadas.

#### **Artículo 48. Representante del Contratista.**

Una vez se hayan adjudicado definitivamente las obras, el Contratista designará a una persona que asuma la dirección de los trabajos que se vayan a ejecutar y que actúe como representante a todos los efectos que se soliciten durante la ejecución de las obras. Dicho representante no se podrá ausentar sin ponerlo en conocimiento del Ingeniero Director de Obra.

Será necesario que el Contratista designe a un Técnico Facultativo, Ingeniero Técnico Forestal, Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural o Ingeniero de Montes para estar al frente de las obras. Este deberá tener autoridad suficiente para ejecutar las órdenes del Ingeniero Director de Obras relativas al cumplimiento del Contrato.

#### **Artículo 49. Personal del Contratista.**

El Contratista deberá entregar a la Dirección de Obra para su correspondiente aprobación y con la periodicidad determinada por ésta, la relación de todo el personal que trabaje en la obra. En cuanto al personal técnico, la relación será nominal e incluirá su Curriculum Vitae.

### Capítulo V: Recepción y liquidación

#### **Artículo 50. Conservación de los trabajos recibidos provisionalmente.**

Una vez se haya finalizado la obra, el Contratista, tanto por buena terminación como por rescisión de Contrato, estará en la obligación de dejarlo de forma desocupada y limpia en el plazo que el Ingeniero Director de Obra determine. También será obligación del Contratista la de revisar y repasar la obra durante el plazo expresado, procediendo a la forma prevista en el Título III: Pliego de condiciones de índole económica.

Si el Contratista no efectuase la conservación de la obra durante el plazo de garantía, se procederá a establecer todo lo necesario para la realización de las labores de guardería, limpieza, o cualesquiera que fuesen necesarias para una buena conservación, corriendo a cuenta de la Contrata los gastos que esto genere.

#### **Artículo 51. Recepciones provisionales.**

Para proceder a la recepción provisional de las obras, será obligatoria la asistencia del Ingeniero Director de Obra y del Contratista, o sus representantes debidamente autorizados.

Si las obras se hallaran en el estado deseado y hubieran sido ejecutadas según las condiciones establecidas, se darán por percibidas provisionalmente, comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía.

Si se diera la situación de no encontrar las obras en estado de ser recibidas, constará en el acta y se detallarán en la misma las instrucciones que el Ingeniero Director de Obra señala al Contratista para remediar los defectos que hubiere, fijando un plazo para la subsanación. Una vez expire el plazo se efectuará un reconocimiento en las mismas condiciones con el objetivo de proceder a la recepción provisional de la obra. Si esta vez el reconocimiento fuera favorable, se levantará un acta por duplicado a la que acompañarán los documentos que justifiquen la liquidación final.

Una de las actas quedará en poder del Promotor, y la otra será para el Contratista.

#### **Artículo 52. Recepción definitiva.**

Terminado el plazo de garantía de la obra se verificará la recepción definitiva con idénticas condiciones que la recepción provisional. Si las obras estuvieran en perfectas condiciones, el Contratista quedará libre de cualquier responsabilidad económica relativa al presente Proyecto.

En caso contrario, se aplazará la recepción definitiva hasta subsanar las faltas que a juicio del Ingeniero Director de Obra hubiera en la obra, dentro de un plazo fijado. Si una vez acabado el plazo, en el nuevo reconocimiento resultase que el Contratista no hubiera corregido las deficiencias de la obra, se declarará rescindida la Contrata, con la respectiva pérdida de fianza, a no ser que el promotor decidiera conceder un nuevo plazo.

#### **Artículo 53. Liquidación en caso de rescisión.**

En el caso de rescindir el contrato, la liquidación se realizará por medio de un contrato liquidatorio, redactado por acuerdo mutuo de ambas partes, el cual adjuntará el importe de las unidades de obra realizadas hasta el momento.

#### **Artículo 54. Liquidación final.**

Una vez finalicen las obras se procederá a la liquidación fijada en el presupuesto del Proyecto, la cual incorporará el importe de las unidades de obra realizadas. También se incorporarán a este presupuesto el importe de las modificaciones que hubiera sido necesario realizar, siempre y cuando hayan sido debidamente aprobadas por la Dirección de Obra junto a sus precios.

El Contratista no podrá de ninguna forma, realizar reclamaciones al Promotor por aumentos de obra que no estuviesen autorizados por escrito mediante la aprobación de la Dirección.

#### **Artículo 55. Plazo de garantía.**

El adjudicatario está comprometido a conservar hasta que sean recibidas todas las obras que integran el proyecto.

También lo está a conservar las obras de infraestructura vial, prevención de incendios o cualquier otra obra auxiliar durante el plazo de garantía a partir de la fecha de recepción provisional.

### Título III: Pliego de condiciones de índole económica

#### Capítulo I: Base fundamental

##### **Artículo 56. Base de las condiciones de índole económica.**

Como base fundamental del Título III se establece que el Contratista debe percibir el importe de todos los trabajos que realmente ejecute con sujeción al presente Proyecto, o a las modificaciones previamente autorizadas que pudiera haber y a las Condiciones Generales y Particulares por las que se rige la ejecución de las obras contratadas.

El número de unidades de obra que se obtienen en el Presupuesto no le servirá al Contratista de fundamento para realizar reclamaciones de ninguna clase.

#### Capítulo II: Garantías de cumplimiento y fianzas

##### **Artículo 57. Recepción de la obra.**

Las certificaciones mensuales están sujetas a las rectificaciones y variaciones que se produzcan durante la medición final sin constituir de ninguna forma, aprobación y recepción de las obras.

La recepción de la obra se realizará mediante un acto formal durante el mes siguiente de producirse la entrega o realización del objeto de Proyecto. Al acto de la recepción acudirán el Ingeniero Director de Obra y el Contratista asesorado.

En el plazo de tres meses una vez se de la recepción de la obra, el órgano de contratación tendrá que aprobar la certificación final de la obra objeto del Proyecto, la cual se abonará al Contratista en concepto de la liquidación del Contrato.

Si las obras se encuentran en buen estado fitosanitario y conforme a las prescripciones previstas, comenzará entonces el plazo de garantía.

Si, por el contrario, las obras no se hallan en estado de ser recibidas, constará en el Acta y el Ingeniero Director de Obra señalará los defectos encontrados, detallará las instrucciones concretas y dictará el plazo para su subsanación. Si una vez pasado dicho plazo el Contratista no hubiese subsanado las faltas, se le podrá conceder un nuevo plazo improrrogable o resolver el contrato en su defecto.

Durante la recepción de la obra se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Si en la observación directa del rodal se evalúa que el porcentaje de marras no es superior al 6% del total de plantas, se recibirá la obra de forma definitiva.
- Si en dicha observación se estimara un porcentaje de marras superior al 3%, se procederá a la realización de un muestreo sistemático para la determinación del porcentaje real de marras.

#### **Artículo 58. Plazo de garantía.**

Dado el carácter especial de elevando contenido biológico de los trabajos de plantación, se establece como plazo de garantía, el necesario para verificar si se ha producido el arraigo de las plantas, por lo que dicho plazo se fijará en un año.

No es adecuado un plazo superior a este ya que podrían darse fallos por condiciones meteorológicas desfavorables o la aparición de plagas entre otras causas ajenas a la correcta ejecución de los trabajos.

El Adjudicatario está comprometido a la conservación en condiciones óptimas de las obras que integren el presente Proyecto durante el plazo de garantía, por lo que en este plazo será imprescindible la realización de tantos trabajos considere necesarios el Contratista para mantener dichas obras en perfecto estado.

En el plazo de quince días antes de la finalización del plazo de garantía, el Ingeniero Director de Obra redactará un informe sobre el estado de éstas. Si fuese favorable, el Contratista quedará eximido de toda responsabilidad, procediéndose a la devolución de la fianza y liquidación del contrato. En la situación de que dicho informe, no fuera favorable y los efectos observados fueran por una deficiente ejecución de la obra, el Ingeniero Director de Obra procederá a dictar al Contratista las instrucciones necesarias para su reparación. Le concederá un plazo en el cual continuará encargado de la conservación de las obras y por el cual no recibirá cantidad alguna por la ampliación del plazo de garantía.

#### **Artículo 59. Fianza.**

Se le podrá exigir una fianza del 10 % del presupuesto total del Proyecto de obra al Contratista, para que responda aptamente a lo contratado.

Si el Contratista se negase a la ejecución de la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director de Obra, en representación del Promotor, mandará realizarlas a un tercero, abonando su importe junto a la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a las que tenga derecho el Promotor en caso de que el importe de la fianza no fuese el necesario para abonar los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

El Contratista recuperará la fianza en un plazo máximo de 8 días una vez se firme el Acta de Recepción Definitiva de las Obras, siempre que no haya reclamaciones contra éste por causas de impagos, daños o perjuicios o accidentes derivados de la ejecución de la obra.

#### **Artículo 60. Medición de las obras.**

La forma de realizar las mediciones y las unidades de obra se encuentra definida en el Título I: Pliego de condiciones de índole técnica. Los factores de conversión serán definidos en el mismo o en su defecto, los indicará el Ingeniero Director de Obra, quien deberá justificar al Contratista los valores adoptados por escrito, de forma previa a la realización de la unidad de obra correspondiente.

Para la ejecución, se darán como válidos los levantamientos topográficos y los datos que hayan sido conformados por el Ingeniero Director de Obra.

Las mediciones básicas para la retribución de éstas al Contratista, las conformará el representante de éste, debiendo ser obligatoria la aprobación por parte del Ingeniero.

#### **Artículo 61. Liquidación en caso de rescisión.**

De rescindir el Contrato debido a causas ajenas a la falta de cumplimiento del Contratista, se abonarán a éste las obras que hubiera ejecutado según las condiciones prescritas y todos los materiales a pie de obra, siempre y cuando sean de recibo y en la cantidad proporcionada en base a la obra pendiente de ejecución, abonándose éstos con arreglo a los precios fijados por el Ingeniero Director de Obra.

#### **Artículo 62. Liquidación final.**

La obra se gratificará al Contratista en la forma que estuviera fijada en el debido Contrato, firmado por ambas partes interesadas y según mutuo acuerdo.

Una vez finalizadas las obras se procederá a la liquidación, la cual incluirá el importe de todas las unidades de obra debidamente realizadas y las que constituyeran las posibles modificaciones del Proyecto debidas a causas justificadas y previamente aprobadas junto a sus precios por la Dirección de Obra.

Capítulo III: Precios y revisiones

#### **Artículo 63. Precios de valoración de las obras certificadas.**

A las diferentes obras llevadas a cabo se les aplicarán los precios unitarios de ejecución material por contrata que figuran en el Documento nº5: Presupuesto, apartado 1. Cuadro de precios nº1: Precios unitarios, aumentados en los porcentajes que para gastos de la empresa, beneficio industrial e IVA estén vigentes y de la cifra que se obtenga se deducirá lo que proporcionalmente corresponde a la baja a las obras realmente ejecutadas.

Los precios unitarios fijados en el Presupuesto de ejecución material para cada unidad de obra, cumplirán obligatoriamente el suministro, manipulación y empleo de todos los materiales, maquinaria y mano de obra necesaria para la ejecución, incluyendo los trabajos auxiliares siempre que no se indique lo contrario en el Título I: Pliego de condiciones de índole técnica, del presente Pliego, así como todas las necesidades circunstanciales que se den para que la obra quede realizada con arreglo a lo especificado en el presente Pliego de condiciones.

#### **Artículo 64. Instalaciones y equipos de maquinaria.**

Los gastos correspondientes a la maquinaria y/o las instalaciones que se pudieran necesitar se consideran incluidos en el precio de las unidades de obra correspondientes, por lo que no serán abonados por separado, a no ser que en el contrato se indique expresamente.

#### **Artículo 65. Equivocaciones en el presupuesto.**

Se considera que el Contratista ha realizado un estudio detenidamente de los documentos que componen el presente Proyecto, por lo tanto, al no haber realizado ninguna observación sobre posibles errores o equivocaciones en el mismo, se entiende que no hay lugar a disposición alguna en cuanto afecta a mediciones o precios.

Si el Contratista antes de firmar el contrato no hubiese hecho una reclamación u observación, no podrá bajo ningún concepto de error u omisión reclamar un aumento de los precios fijados en el Presupuesto.

Si en este caso, la obra ejecutada de acuerdo con el Proyecto contara con mayor número de unidades de lo previsto, habrá que seguir lo que establezca la legislación vigente referente a la materia. Si, por el contrario, el número de unidades fuera menor, se descontará del presupuesto.

#### **Artículo 66. Relaciones valoradas.**

El Ingeniero Director de Obra realizará una relación valorada de los trabajos ejecutados con sujeción a los precios del Documento nº5: Presupuesto. El Contratista asistirá a las operaciones de medición para extender esta relación, y tendrá un plazo máximo de 10 días para examinarla, debiendo dar su conformidad dentro de este plazo, o en su defecto, realizar las reclamaciones que considere convenientes.

#### **Artículo 67. Resoluciones a las reclamaciones del Contratista.**

El Ingeniero Director de Obra expedirá, junto a la debida certificación, las relaciones valoradas de las que trata el artículo anterior, con las que hubiese hecho el Contratista como reclamación acompañadas por un informe.

#### **Artículo 68. Revisión de precios.**

Dada la constante variación que tienen los precios de los jornales y sus cargas sociales, al igual que los materiales y transportes, se admite durante su transcurso la revisión de los precios contratados, ya sea en alza o en baja, en anomalía con las oscilaciones de los precios de mercado.

En las situaciones de revisión al alza el Contratista podrá solicitar al propietario la revisión según se produzca cualquier alteración de los precios que repercuta en su aumento.

Ambas partes pactarán el nuevo precio unitario antes de comenzar con los trabajos de esa unidad de obra en la que intervenga el elemento cuyo precio ha variado en el mercado y por causa justificada y debida especificación y acuerdo, previamente de la fecha a partir de la cual se usará el nuevo precio revisado y aumentado, para lo que se deberá tener en cuenta el acopio de materiales de obra.

No se podrán realizar las revisiones de precios hasta que no se haya ejecutado el 20% del Presupuesto contratado y haya transcurrido un año desde su adjudicación, considerándose además ese volumen de obra exento de revisión tras ese periodo.

El retraso de la obra por causas imputables al Contratista en los plazos parciales establecidos en la programación de la obra limita el derecho a la revisión. Una vez el Contratista restablezca el ritmo de ejecución de la obra, recuperará el derecho a la revisión en las certificaciones posteriores.

#### **Artículo 69. Otros gastos a cuenta del contratista.**

Irán a cargo del Contratista, siempre y cuando en el Contrato no se especifique lo contrario, los siguientes gastos:

- Construcción, demolición y retirada de construcciones auxiliares e instalaciones provisionales.
- Protección de los materiales contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo con los requisitos vigentes para el almacenamiento de explosivos y carburantes.
- Limpieza y evacuación de desperdicios o basuras.
- Conservación prevista en apartados del presente Pliego de Condiciones, durante el plazo de garantía.
- Remoción de herramientas y material.
- Montaje, conservación y retirada de instalaciones para suministro de agua necesaria para las obras.
- Reparación de la red viaria existente antes de la ejecución de las obras, cuyo deterioro haya sido motivado por la realización de las mismas, y los de todas las reparaciones que sean imprescindibles para la realización de las obras.
- Copia de documentos contractuales, planos, etc.
- Retirada de materiales rechazados y corrección de las deficiencias observadas y puestas de manifiesto por las correspondientes pruebas y ensayos.
- Replanteo de las obras.
- Muestreo para la determinación de marras.
- Protección.
- Liquidación y retirada, en caso de rescisión del contrato por cualquier causa y en cualquier momento.

#### **Artículo 70. Elementos comprendidos en el presupuesto.**

A la hora de fijar los precios de las diferentes unidades de obra en el Presupuesto, se considera el importe de la maquinaria, materiales, mano de obra y transportes de todas ellas. Además de la suerte de las indemnizaciones, impuestos, multas o pagos que hubiera que realizar por cualquier concepto con los que se graven los materiales o las obras por el Estado, Provincia o Municipio. Por lo tanto, no se abonará al Contratista ninguna cantidad de dichos conceptos.

En el precio de cada unidad, también quedan incluidos los materiales accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra completamente finalizada y preparada para la recepción.

## Capítulo IV: Valoración y abono de trabajos

### **Artículo 71. Certificaciones.**

El importe de las obras ejecutadas se acreditará mensualmente al Contratista mediante certificaciones que expedirá la Dirección de Obra, las cuales comprenderán la obra ejecutada durante ese periodo de tiempo.

En cada certificación únicamente se medirán las unidades de obra que estén acabadas al completo y realizado a satisfacción del Ingeniero Director de Obra. Por lo tanto, no se podrán incluir en las que se hayan hecho acopio de materiales o las que estén incompletas.

Si las obras no se hubieran realizado siguiendo las normas previstas, no se encuentran en buen estado o no cumplan el Programa de Pruebas previsto en el presente Pliego, el Ingeniero Director de Obra ni podrá certificarlas y dará por escrito al Contratista las normas directrices necesarias para la subsanación de los defectos que presente.

Si las obras se ejecutaran a una velocidad mayor de la necesaria para el cumplimiento de los plazos revistos, el Contratista no tendrá derecho a percibir mensualmente más de lo previsto en cada mensualidad.

### **Artículo 72. Valoración de unidades no expresadas.**

Cuando por rescisión u otros motivos fuera necesario valorar las obras incompletas, se aplicarán los precios previstos en el Presupuesto sin que pueda solicitarse hacer la valoración de forma fraccionada.

### **Artículo 73. Valoración de las obras.**

La valoración deberá obtenerse aplicando a las diferentes unidades de obra el precio asignado en el Documento nº5: Presupuesto, añadiéndose a éste, el importe de los porcentajes que correspondan al beneficio industrial, gastos generales e impuestos, y descontando además el porcentaje que corresponda a la baja hecha por el Contratista.

### **Artículo 74. Valoración de obras incompletas.**

En el caso de que la valoración de las obras esté incompleta, se aplicarán los precios del Presupuesto sin que se pueda solicitar la valoración de la unidad de obra de forma descompuesta, de forma diferente a la determinada en el Presupuesto.

### **Artículo 75. Indemnización por daños de causa mayor al contratista.**

En casos de fuerza mayor siempre y cuando no exista actuación imprudente por parte del Contratista, éste tendrá derecho a una indemnización por los daños y perjuicios hubiera sufrido. Tendrán la consideración de casos de fuerza mayor los siguientes:

- Los incendios causados por la electricidad atmosférica.

- Los fenómenos naturales de efectos catastróficos, como maremotos, terremotos, erupciones volcánicas, movimientos del terreno, temporales marítimos, inundaciones u otros semejantes.
- Vientos huracanados y crecidas de ríos de carácter superior a las que sean de prever en el país y, siempre que exista constancia de que el Contratista tomó las medidas posibles, dentro de sus medios, para evitar o atenuar los daños.
- Los destrozos ocasionados violentamente en tiempo de guerra, robos tumultuosos o alteraciones graves del orden público.

El Ingeniero Director de Obra será quien establezca la fecha en la cual se reiniciará el nuevo calendario de obra.

La indemnización se referirá exclusivamente al abono de las obras ya realizadas o materiales acopiados a pie de obra, en ningún caso comprenderá a la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc. propiedad del Contratista.

#### **Artículo 76. Medidas parciales y finales.**

Las medidas parciales se beneficiarán en presencia del Contratista, de cuyo acto levantará acta por duplicado, que será firmada por ambas partes.

La medición final se hará después de terminadas las obras con precisa asistenta del Contratista.

En el Acta que se extienda, deberá haberse verificado la medición del Contratista o la de su representación legal. En caso de no haber conformidad, quedará reflejado en el Acta explicando los motivos de ésta.

#### **Artículo 77. Abono de la obra.**

Los pagos serán efectuados por el Promotor en los plazos establecidos en el Contrato, y su importe será el de las certificaciones mensuales de obra expedidas por la Dirección de Obra, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

#### **Artículo 78. Suspensión por retraso en los pagos.**

El Contratista no podrá, alegando retraso en los pagos, suspender los trabajos ni ejecutarlos a menor ritmo del que le corresponda en el calendario de actuaciones.

#### **Artículo 79. Suspensión por retraso en los trabajos.**

Si el Contratista cometiera una demora de un plazo parcial para la realización sucesiva de obras, o finalizado el plazo general para su realización final, el Promotor podrá optar entre la rescisión del contrato o la aplicación de penalidades específicas.

Si la demora de produjera por causas inevitables, una vez lo demuestre el Contratista, y decide comprometerse a cumplir su compromiso si se le ofrece una prórroga del tiempo que tenía asignado, podrá el Promotor ofrecerle el plazo que considere oportuno.

Si el Contratista recupera el tiempo perdido conforme al programa de trabajos que se le asigne, recuperará las cantidades monetarias deducidas. En la situación de que el Contratista no efectuara el nuevo programa, la retención sería definitiva.

Todos los retrasos que surjan durante la obra, incluyendo los debidos a falta de materiales, serán imputables a éste.

Capítulo V: Varios

**Artículo 80. Obras de mejora o ampliación.**

Si a causa de una orden superior se realizasen mejoras en las obras del presente Proyecto, y estas no incrementaran la cantidad total del Presupuesto, el Contratista está en la obligación de realizarlo con la baja proporcional.

**Artículo 81. Seguro de las obras.**

El Contratista está en la obligación de asegurar la obra durante su ejecución, hasta el momento de la recepción definitiva. El importe del seguro coincidirá en todo momento por el valor que tengan por contrata los componentes asegurados.

De ninguna manera la cual no sea la conformidad del Contratista, expresada en un documento público, el propietario, responsable de la dirección de obras, dispondrá del importe de la aportación del seguro por siniestro para necesidades ajenas a las de la recuperación de la parte siniestrada. Si esto ocurriese, la infracción será bastante motivo para que el Contratista pudiera rescindir la contrata con devolución de la fianza, abono completo de todos los gastos, materiales acopiados, etc., además de una indemnización abonada por la compañía de seguros en base al importe de los daños y perjuicios causados por el siniestro, que lo tasará la Dirección de Obra.

Los riesgos que se aseguren y las condiciones figuradas en la póliza de seguros los fijará el Contratista antes de contratarlos, con el debido conocimiento y aprobación de la Dirección de Obra.

## Título IV: Pliego de condiciones de índole legal

### Capítulo I: Documentos que lo definen

#### **Artículo 82. Descripción.**

La descripción de las obras, se encuentra suficientemente detallada en el Título I: Pliego de Condiciones Técnicas del presente documento, y en el Documento nº1: Memoria y Anejos.

Dicho título contiene la descripción general de la obra, las condiciones que deberán cumplir los materiales y las instrucciones para su ejecución. Compone la norma y guía que debe seguir el Contratista.

#### **Artículo 83. Planos.**

Constituyen el Documento nº2: Planos, el cual define geoméricamente las obras y las ubica geográficamente. Igualmente, incluyen la localización de la parcela y la división de ellas en el terreno, totalmente necesario para la ejecución de la obra.

Todos los planos de detalle que se realicen durante la ejecución de las obras deberán estar aprobados por el Ingeniero Director de Obras, requisito sin el cual, no podrán ejecutarse los trabajos correspondientes.

#### **Artículo 84. Contradicciones, omisiones o errores.**

En la situación de que hubiera contradicciones entre los Planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo redactado en este último.

Lo mencionado en el Pliego y omitido en los Planos o viceversa tendrá que ser realizado como si estuviese expuesto en ambos documentos, siempre y cuando, según el Ingeniero Director de Obra esté lo suficientemente definida la unidad de obra correspondiente, y ésta tenga precio en el Contrato.

Las contradicciones, omisiones o errores que se adviertan en estos documentos por parte del Contratista o del Ingeniero Director de Obra deberán reflejarse obligatoriamente en el Acta de Comprobación del Replanteo.

Los datos y resultados que están incluidos en el Documento nº1: Memoria y Anejos, así como también, la justificación de precios, tienen carácter meramente informativo, salvo que en el Pliego se haga referencia expresa de lo contrario.

En cuanto a las condiciones de carácter administrativo, económico o facultativo, se dispondrá lo señalado en el Pliego de Cláusulas Administrativas del Proyecto.

### **Artículo 85. Documentos que se entregan al Contratista.**

Tanto los documentos del presente Proyecto como otros complementarios que el Proyectista entregue al Contratista pueden tener un carácter contractual o meramente informativo. En los Artículos 86 y 87 se detalla cada uno de ellos.

### **Artículo 86. Documentos contractuales.**

Los documentos que se incorporan al Contrato como contractuales, excepto si explícitamente quedan excluidos, son los siguientes:

- Estudio básico de Seguridad y Salud
- Documento nº2: Planos
- Documento nº3: Pliego de Condiciones
- Documento nº4: Mediciones
- Documento nº5: Presupuesto
- Cuadro de precios unitarios
- Presupuesto total

La inclusión en el Contrato de las mediciones no involucra su exactitud respecto a la realidad

### **Artículo 87. Documentos informativos.**

Este tipo de documentos son representativos de la opinión fundada del Proyectista. No obstante, ello no supone que se responsabilice de la certeza de los datos que se incorporan y que por ello deben aceptarse como complemento de la información que el Contratista deberá adquirir con sus propios medios.

Estos documentos habitualmente son los que se incluyen en la Memoria y en los Anejos a la Memoria:

- Los datos sobre suelos vegetación y clima.
- Las características de los materiales.
- Los ensayos.
- Las condiciones locales.
- Los estudios de alternativas.
- Los estudios de justificación de precios.
- Los estudios de viabilidad económica.

El Contratista será el responsable directo de los errores que se pudieran derivar de su defecto en la consecución de todos los datos que afectan al Contrato, el planeamiento y la ejecución de las obras.

Capítulo II: Disposiciones varias

### **Artículo 88. Contrato.**

Será de vital importancia la especificación de las particularidades que convengan a ambas partes en el Contrato, considerando siempre lo señalado en el Presente Pliego de Condiciones, que se incorporará al Contrato como documento integrante del mismo.

El Contrato se publicará en el documento de carácter administrativo en un plazo de treinta días, desde el siguiente al de la notificación de la adjudicación, estableciendo dicho documento título suficiente para poder acceder a cualquier registro público, pudiendo, de todas formas, elevarse a escritura pública cuando lo solicite el contratista, siendo a su costa los gastos derivados de su otorgamiento

En el Pliego de Clausulas Administrativas se fijará el sistema de determinación de los precios de los contratos de servicios, que se podrá referir a componentes de la prestación, unidades de obra o de tiempo, establecerse un tanto alzado cuando no sea posible su descomposición o surgir de la aplicación de honorarios por tarifas; o una combinación de todas ellas.

#### **Artículo 89. Rescisión de Contrato.**

Serán causas de rescisión de Contrato las siguientes:

- La muerte o incapacidad sobrevenida del contratista individual o la extinción de la personalidad jurídica de la sociedad contratista.
- La declaración de concurso o la declaración de insolvencia en cualquier otro procedimiento.
- El mutuo acuerdo entre el Promotor y el Contratista.
- La no formalización del Contrato en plazo.
- La demora en el cumplimiento de los plazos por parte del Contratista.
- La demora en el pago por parte del Contratista por plazo superior al establecido.
- El incumplimiento de las restantes obligaciones contractuales esenciales, calificadas como tales en los pliegos o en el contrato.
- Las establecidas expresamente en el Contrato.

#### **Artículo 90. Tramitación de propuestas.**

El proceso de tramitación administrativa del Contrato, desde que tenga inicio hasta que se de por concluido, se condicionará por los siguientes puntos ya mencionados a lo largo del presente Pliego:

- Acta de Replanteo
- Acta de Comprobación del Replanteo
- Certificaciones mensuales
- Petición de representante e intervención
- Acta de Recepción de la Obra
- Plazo de Garantía
- Jurisdicción competente

#### **Artículo 91. Jurisdicción competente.**

El Contrato que evidencia este Pliego, tendrá naturaleza administrativa. Por ello corresponderá a la jurisdicción contencioso-administrativa, el conocimiento de las cuestiones de litigio que pudieran ocasionarse sobre la interpretación, modificación, resolución y efectos del mismo.

**Artículo 92. Cuestiones no previstas en este Pliego.**

Todas las cuestiones no previstas en el presente Pliego de Condiciones o que no hayan quedado adecuadamente descritas, así como también las relaciones entre los diferentes componentes del Proyecto, serán regidos por toda la legislación vigente en materia.

**Artículo 93. Normativa aplicable.**

Se aplicará toda la normativa citada en este Pliego de Condiciones que esté en cualquier artículo.

**Artículo 94. Legislación obligatoria.**

El Contratista tendrá que cumplir todas y cada una de las disposiciones vigentes de todo orden que se apliquen a las obligaciones del Contrato, así como las decretadas durante la ejecución de las obras, siendo a su cargo los gastos derivados de esta obligación. Éstos pueden ser tanto en aspecto laboral, como fiscal y tributario, así como el de protección a la seguridad y accidentes que se pudieran ocasionar durante la ejecución del presente Proyecto.

Llodio, enero de 2023  
Fdo: Lorena Manero Gutierrez

Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



---

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

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

**Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural**

**PROYECTO DE FORESTACIÓN DE TIERRAS  
AGRÍCOLAS (4 HA) PARA PRODUCCIÓN DE  
*LACTARIUS DELICIOSUS* EN EL TÉRMINO  
MUNICIPAL DE VILLAHOZ (BURGOS)**

**DOCUMENTO N°4: MEDICIONES**

**Alumno/a: Lorena Manero Gutierrez**

**Tutor/a: Carlos del Peso Taranco  
Cotutor/a: Ruth C. Martín Sanz**

**Enero de 2023**

# Plano nº4: Mediciones

## ÍNDICE MEDICIONES

Capítulo I: Preparación del terreno.....	2
Capítulo II: Implantación vegetal .....	2
Capítulo III: Colocación de protectores.....	2
Capítulo IV: Riegos de mantenimiento.....	3

### Capítulo I: Preparación del terreno

Nº	Código	Ud	Resumen	Medición
1	F01172	ha	Preparación de suelos tránsito mediante subsolado por curvas de nivel con ripper de 2 ó 3 vástagos a una profundidad mayor de 50 cm, en pendiente inferior o igual al 20%.	3,7
<b>Total partida</b>				<b>3,7</b>

### Capítulo II: Implantación vegetal

Nº	Código	Ud	Resumen	Medición
2.1	F02079	mil	Reparto dentro del tajo, con distancia menor o igual de 500 m, de planta en bandeja con envase termoformado o rígido con capacidad > 250 cm <sup>3</sup> empleada en los distintos métodos de plantación, en terreno con pendiente inferior o igual al 50 %.	5,886
<b>Total partida</b>				<b>5,886</b>
2.2	-	ud	Unidad de planta de una savia de la especie <i>Prunus dulcis</i> en envase 300 cm <sup>3</sup> . Incluye transporte.	294
<b>Total partida</b>				<b>294</b>
2.3	-	ud	Unidad de planta de una savia de la especie <i>Pinus pinaster</i> micorrizada con <i>Lactarius deliciosus</i> en envase 350 cm <sup>3</sup> . Incluye transporte.	5592
<b>Total partida</b>				<b>5592</b>
2.4	-	ha	Plantación mecanizada de planta en bandeja con envase termoformado o rígido con capacidad > 250 cm <sup>3</sup> , con plantadora de reja de una fila, en pendiente inferior o igual al 20%.	3,7
<b>Total partida</b>				<b>3,7</b>

### Capítulo III: Colocación de protectores

Nº	Código	Ud	Resumen	Mediciones
3.1	F02145	mil	Reparto dentro del tajo, con distancia menor o igual de 500 m, de tubo protector de 60 cm, en terreno con pendiente inferior o igual al 50%.	5,886
<b>Total partida</b>				<b>5,886</b>
3.2	-	ud	Unidad de tubo protector perforado biodegradable de dimensiones 60x14 cm. Incluye transporte.	5886
<b>Total partida</b>				<b>5886</b>
3.3	F02140	mil	Colocación de tubo protector biodegradable de hasta 60 cm de altura, para la protección de planta de repoblación. No se incluye ni el precio del tubo, etc., ni el transporte de los mismos al tajo.	5,886
<b>Total partida</b>				<b>5,886</b>

#### Capítulo IV: Riegos de mantenimiento

Nº	Código	Ud	Resumen	Mediciones
4	-	ud	Riegos de mantenimiento durante el periodo estival de 5 litros por planta.	5886
			<b>Total partida</b>	<b>5886</b>

Llodio, enero de 2023  
Fdo: Lorena Manero Gutierrez

Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



---

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

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

**Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural**

**PROYECTO DE FORESTACIÓN DE TIERRAS  
AGRÍCOLAS (4 HA) PARA PRODUCCIÓN DE  
*LACTARIUS DELICIOSUS* EN EL TÉRMINO  
MUNICIPAL DE VILLAHOZ (BURGOS)**

**DOCUMENTO Nº5: PRESUPUESTO**

**Alumno/a: Lorena Manero Gutierrez**

**Tutor/a: Carlos del Peso Taranco  
Cotutor/a: Ruth C. Martín Sanz**

**Enero de 2023**

# Plano nº5: Presupuesto

## ÍNDICE PRESUPUESTO

1. Cuadro de precios nº1: Precios unitarios .....	2
Capítulo I: Preparación del terreno.....	2
Capítulo II: Implantación vegetal .....	2
Capítulo III: Colocación de protectores.....	3
Capítulo IV: Riegos de mantenimiento.....	3
2. Cuadro de precios nº2: Precios descompuestos.....	3
Capítulo I: Preparación del terreno.....	3
Capítulo II: Implantación vegetal .....	3
Capítulo III: Colocación de protectores.....	5
Capítulo IV: Riegos de mantenimiento.....	6
3. Presupuestos Parciales.....	6
Capítulo I: Preparación del terreno.....	6
Capítulo II: Implantación vegetal .....	7
Capítulo III: Colocación de protectores.....	7
Capítulo IV: Riegos de mantenimiento.....	8
4. Presupuesto General.....	9
4.1. Presupuesto General de Ejecución Material .....	9
4.2. Presupuesto General de Ejecución por Contrata .....	10

## 1. Cuadro de precios nº1: Precios unitarios

### Capítulo I: Preparación del terreno

Nº	Código	Ud	Resumen	Importe	
				Letra	Cifra (€)
1	F01172	ha	Preparación de suelos tránsito mediante subsolado por curvas de nivel con ripper de 2 ó 3 vástagos a una profundidad mayor de 50 cm, en pendiente inferior o igual al 20%.	CIENTO VEINTICINCO EUROS Y CUARENTA Y UN CÉNTIMOS	125,41

### Capítulo II: Implantación vegetal

Nº	Código	Ud	Resumen	Importe	
				Letra	Cifra (€)
2.1	F02079	mil	Reparto dentro del tajo, con distancia menor o igual de 500 m, de planta en bandeja con envase termoformado o rígido con capacidad > 250 cm <sup>3</sup> empleada en los distintos métodos de plantación, en terreno con pendiente inferior o igual al 50 %.	CUARENTA Y DOS EUROS Y DIEZ CÉNTIMOS	42,10
2.2	-	ud	Unidad de planta de una savia de la especie <i>Prunus dulcis</i> en envase 300 cm <sup>3</sup> . Incluye transporte.	SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS	0,76
2.3	-	ud	Unidad de planta de una savia de la especie <i>Pinus pinaster</i> micorrizada con <i>Lactarius deliciosus</i> en envase 350 cm <sup>3</sup> . Incluye transporte.	DOS EUROS Y OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS	2,83
2.4	-	ha	Plantación mecanizada de planta en bandeja con envase termoformado o rígido con capacidad > 250 cm <sup>3</sup> , con plantadora de reja de una fila, en pendiente inferior o igual al 20%.	CIENTO CINCUENTA Y SIETE EUROS Y CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	157,44

Capítulo III: Colocación de protectores

Nº	Código	Ud	Resumen	Importe	
				Letra	Cifra (€)
3.1	F02145	mil	Reparto dentro del tajo, con distancia menor o igual de 500 m, de tubo protector de 60 cm, en terreno con pendiente inferior o igual al 50%.	VEINTINUEVE EUROS Y CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS	29,45
3.2	-	ud	Unidad de tubo protector perforado biodegradable de dimensiones 60x14 cm. Incluye transporte.	CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS	0,43
3.3	F02140	mil	Colocación de tubo protector biodegradable de hasta 60 cm de altura, para la protección de planta de repoblación. No se incluye ni el precio del tubo, etc., ni el transporte de los mismos al tajo.	NOVECIENTOS CUARENTA Y TRES EUROS Y VEINTIOCHO CÉNTIMOS	943,28

Capítulo IV: Riegos de mantenimiento

Nº	Código	Ud	Resumen	Importe	
				Letra	Cifra (€)
4	-	ud	Riegos de mantenimiento durante el periodo estival de 5 litros por planta.	VEINTIÚN CÉNTIMOS	0,21

2. Cuadro de precios nº2: Precios descompuestos

Capítulo I: Preparación del terreno

Nº	Código	Ud	Resumen	Rend.	Precio simple	Precio
1	F01172	ha	<b>Subsolado &gt; 50 cm suelo tránsito, pendiente &lt;= 20 %</b> Preparación de suelos tránsito mediante subsolado por curvas de nivel con ripper de 2 ó 3 vástagos a una profundidad mayor de 50 cm, en pendiente inferior o igual al 20%.	0,9000	135,94	122,35
	M01039	h %	Tractor orugas 171/190 CV 2,5 Costes indirectos			
				<b>Total partida</b>		<b>125,41</b>

Capítulo II: Implantación vegetal

Nº	Código	Ud	Resumen	Rend.	Precio simple	Precio
2.1	F02079	mil	<b>Distribución planta bandeja &gt;250 cm<sup>3</sup>, distancia &lt;=500 m, pte&lt;50 %</b> Reparto dentro del tajo, con distancia menor o igual de 500 m, de planta en bandeja con envase termoformado o rígido con capacidad > 250 cm <sup>3</sup> empleada en los distintos métodos de plantación, en terreno con pendiente inferior o igual al 50 %.			
		h	Peón	1,6630	20,91	34,77
		h	Capataz	0,2380	26,46	6,30
		%	2,5 Costes indirectos			1,03
			<b>Total partida</b>			<b>42,1</b>
2.2	-	ud	<b>Planta <i>Prunus dulcis</i></b> Unidad de planta de una savia de la especie <i>Prunus dulcis</i> en envase 300 cm <sup>3</sup> . Incluye transporte.			
		ud	Planta de <i>Prunus dulcis</i> , 1 savia en envase 300 cm <sup>3</sup>	1	0,74	0,74
		%	2,5 Costes indirectos			0,02
			<b>Total partida</b>			<b>0,76</b>
2.3	-	ud	<b>Planta <i>Pinus pinaster</i> micorrizada</b> Unidad de planta de una savia de la especie <i>Pinus pinaster</i> micorrizada con <i>Lactarius deliciosus</i> en envase 350 cm <sup>3</sup> . Incluye transporte.			
		ud	Planta de <i>Pinus pinaster</i> 1 savia micorrizada con <i>Lactarius deliciosus</i> en envase 400 cm <sup>3</sup>	1	2,76	2,76
		%	2,5 Costes indirectos			0,07
			<b>Total partida</b>			<b>2,83</b>
2.4	-	ha	<b>Plantación mecanizada de bandeja &gt; 250 cm<sup>3</sup>, 1 fila, pendiente &lt;= 20 %</b> Plantación mecanizada de planta en bandeja con envase termoformado o rígido con capacidad > 250 cm <sup>3</sup> , con plantadora de reja de una fila, en pendiente inferior o igual al 20%.			
		h	Tractor ruedas hasta 100 CV	2,13	42,77	91,10
		h	Plantadora, sin mano de obra	2,13	7,19	15,31
		h	Peón	2,13	20,91	44,54
		h	Capataz	0,10	26,46	2,65
		%	2,5 Costes indirectos			3,84
			<b>Total partida</b>			<b>157,44</b>

Capítulo III: Colocación de protectores

Nº	Código	Ud	Resumen	Rend.	Precio simple	Precio
3.1	F02145	mil	<b>Distribución de tubo protector 60 cm D &lt;=500 m pendiente &lt;= 50%</b> Reparto dentro del tajo, con distancia menor o igual de 500 m, de tubo protector de 60 cm, en terreno con pendiente inferior o igual al 50%.			
		h	Peón	1,1640	20,91	24,34
		h	Capataz	0,1660	26,46	4,39
		%	2,5 Costes indirectos			0,72
			<b>Total partida</b>			<b>29,45</b>
3.2	-	ud	<b>Tubo protector de 60 cm</b> Unidad de tubo protector perforado biodegradable de dimensiones 60x14 cm. Incluye transporte.			
		ud	Tubo protector perforado biodegradable de 60 cm	1	0,42	0,42
		%	2,5 Costes indirectos			0,01
					<b>Total partida</b>	
3.3	F02140	mil	<b>Colocación tubo protector 60 cm de altura sin tutor</b> Colocación de tubo protector biodegradable de hasta 60 cm de altura, para la protección de planta de repoblación. No se incluye ni el precio del tubo, etc., ni el transporte de los mismos al tajo.			
		h	Peón	38,00	20,91	794,58
		h	Capataz	4,75	26,46	125,69
		%	2,5 Costes indirectos			23,01
			<b>Total partida</b>			<b>943,28</b>

Capítulo IV: Riegos de mantenimiento

Nº	Código	Ud	Resumen	Rend.	Precio simple	Precio
4	-	ud	<b>Riegos de planta forestal de 5 l</b> Riegos de mantenimiento durante el periodo estival de 5 litros por planta.			
	M01010	h	Camión cisterna riego agua 131/160 CV de 10000 l	0,004	41,35	0,17
	O01001	h	Capataz	0,001	26,46	0,03
	P01001	m <sup>3</sup>	Agua (p.o.)	0,005	0,88	0,004
		%	2,5 Costes indirectos			0,005
				<b>Total partida</b>		<b>0,21</b>

3. Presupuestos Parciales

Capítulo I: Preparación del terreno

Nº	Código	Ud	Resumen	Medición	Precio (€)	Importe (€)
1	F01172	ha	Preparación de suelos tránsito mediante subsolado por curvas de nivel con ripper de 2 ó 3 vástagos a una profundidad mayor de 50 cm, en pendiente inferior o igual al 20%.	3,7	125,41	464,02
<b>Total Capítulo I</b>				<b>464,02</b>		

Capítulo II: Implantación vegetal

Nº	Código	Ud	Resumen	Medición	Precio (€)	Importe (€)
2.1	F02079	mil	Reparto dentro del tajo, con distancia menor o igual de 500 m, de planta en bandeja con envase termoformado o rígido con capacidad > 250 cm <sup>3</sup> empleada en los distintos métodos de plantación, en terreno con pendiente inferior o igual al 50 %.	5,886	42,10	247,80
2.2	-	ud	Unidad de planta de una savia de la especie <i>Prunus dulcis</i> en envase 300 cm <sup>3</sup> . Incluye transporte.	294	0,76	223,44
2.3	-	ud	Unidad de planta de una savia de la especie <i>Pinus pinaster</i> micorrizada con <i>Lactarius deliciosus</i> en envase 350 cm <sup>3</sup> . Incluye transporte.	5592	2,83	15825,36
2.4	-	ha	Plantación mecanizada de planta en bandeja con envase termoformado o rígido con capacidad > 250 cm <sup>3</sup> , con plantadora de reja de una fila, en pendiente inferior o igual al 20%.	3,7	157,44	582,53
<b>Total Capítulo II</b>				<b>16879,13</b>		

Capítulo III: Colocación de protectores

Nº	Código	Ud	Resumen	Medición	Precio (€)	Importe (€)
3.1	F02145	mil	Reparto dentro del tajo, con distancia menor o igual de 500 m, de tubo protector de 60 cm, en terreno con pendiente inferior o igual al 50%.	5,886	29,45	173,34
3.2	-	ud	Unidad de tubo protector perforado biodegradable de dimensiones 60x14 cm. Incluye transporte.	5886	0,43	2530,98
3.3	F02140	mil	Colocación de tubo protector biodegradable de hasta 60 cm de altura, para la protección de planta de repoblación. No se incluye ni el precio del tubo, etc., ni el transporte de los mismos al tajo.	5,886	943,28	5552,15
<b>Total Capítulo III</b>				<b>8256,47</b>		

Capítulo IV: Riegos de mantenimiento

Nº	Código	Ud	Resumen	Medición	Precio (€)	Importe (€)
4	-	ud	Riegos de mantenimiento durante el periodo estival de 5 litros por planta.	5886	0,21	1236,06
<b>Total Capítulo IV</b>				<b>1236,06</b>		

#### 4. Presupuesto General

##### 4.1. Presupuesto General de Ejecución Material

Capítulo	Subtotal (€)
I: Preparación del terreno	464,02
II: Implantación vegetal	16879,13
III: Colocación de protectores	8256,47
IV: Riegos de mantenimiento	1236,06
<b>TOTAL ejecución material</b>	<b>26835,68</b>
Seguridad y Salud (2,5 %)	670,89
<b>Presupuesto de Ejecución Material</b>	<b>27506,57</b>

Asciende el **Presupuesto General de Ejecución Material** de la obra “Proyecto de forestación de tierras agrícolas (4 ha) para producción de *Lactarius deliciosus* en el término municipal de Villahoz (Burgos)” a la cantidad de **VEINTISIETE MIL QUINIENTOS SEIS EUROS Y CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS (27506,57 €)**.

Llodio, enero de 2023  
Fdo: Lorena Manero Gutierrez

Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

#### 4.2. Presupuesto General de Ejecución por Contrata

Concepto	Subtotal
<b>Presupuesto de Ejecución Material (PEM)</b>	<b>27506,57</b>
Gastos Generales de la Empresa (13 % PEM)	3575,85
Beneficio industrial (6 % PEM)	1650,39
<b>Presupuesto parcial de Ejecución por Contrata</b>	<b>32732,81</b>
IVA (21 %)	6873,89
<b>Presupuesto de Ejecución por Contrata</b>	<b>39606,70</b>

Asciende el **Presupuesto de Ejecución por Contrata** de la obra “Proyecto de forestación de tierras agrícolas (4 ha) para producción de *Lactarius deliciosus* en el término municipal de Villahoz (Burgos)” a la cantidad de **TREINTA Y NUEVE MIL SEISCIENTOS SEIS EUROS Y SETENTA CÉNTIMOS (39606,70 €)**.

Llodio, enero de 2023  
Fdo: Lorena Manero Gutierrez

Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural