



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

**Proyecto de restauración hidrológico forestal
de 32 ha de cinco montes del municipio de
Valle de Cerrato (Palencia)**

Alumno/a: Alba Magarzo Manchón

Tutor/a: Joaquín Navarro Hevia

Octubre de 2021



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

**Proyecto de restauración hidrológico forestal
de 32 ha de cinco montes del municipio de
Valle de Cerrato (Palencia)**

Documento 1. Memoria

Alumno/a: Alba Magarzo Manchón

Tutor/a: Joaquín Navarro Hevia

Octubre de 2021

1.	OBJETO DEL PROYECTO	1
1.1.	Carácter de la transformación.....	1
1.2.	Localización.....	1
1.3.	Finalidad del proyecto.....	2
2.	ANTECEDENTES.....	4
2.1.	Motivación del proyecto	4
2.2.	Promotor del proyecto	4
2.3.	Estudios y programas previos.....	4
3.	BASES DEL PROYECTO.....	4
3.1.	Directrices del proyecto	4
3.1.1.	Condicionantes impuestos por el promotor.....	4
3.1.2.	Criterios de valor	5
3.2.	Condicionantes del proyecto.....	5
3.2.1.	Condicionantes internos	5
3.2.2.	Condicionantes externos	17
3.3.	Situación actual y evolución sin proyecto.....	18
4.	ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.....	18
4.1.	Repoblación.....	18
4.1.1.	Elección de especies	18
4.1.2.	Tratamiento de la vegetación preexistente	21
4.1.3.	Preparación del terreno	21
4.1.4.	Implantación vegetal.....	22
4.2.	Cuidados posteriores.....	23
4.2.1.	Protectores de plántulas	23
4.2.2.	Reposición de marras.....	24
4.2.3.	Binas	24
4.2.4.	Riegos	25
4.2.5.	Podas	26
4.2.6.	Claros y clareos.....	26
5.	INGENIERÍA DEL PROYECTO	26
5.1.	Repoblación.....	26
5.1.1.	Apeo de rodales	26
5.1.2.	Preparación del terreno	27
5.1.3.	Plantación.....	28

5.1.4.	Trabajos complementarios.....	34
6.	PROGRAMA DE EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA	34
7.	NORMAS PARA LA EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA.....	36
8.	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL	36
9.	LEGISLACIÓN APLICABLE	36
10.	EVALUACIÓN DEL PROYECTO.....	36
10.1.	Evaluación económica.....	37
10.2.	Evaluación social.....	37
10.3.	Evaluación ecológica.....	37
10.4.	Evaluación de impacto ambiental	37
11.	PRESUPUESTO	37
11.1.	Presupuesto de Ejecución Material.....	38
11.2.	Presupuesto de Ejecución por Contrata.....	38

1. OBJETO DEL PROYECTO

1.1. Carácter de la transformación

El objeto de este proyecto es realizar una restauración hidrológico forestal en una serie de laderas pertenecientes al municipio de Valle de Cerrato, localizado en Palencia, con una extensión total de 32 ha. Se persiguen conseguir soluciones técnicas que minimicen o anulen los daños causados por los diversos procesos erosivos que se dan en el terreno así como un control en la producción de sedimentos mediante una repoblación de carácter protector que además de detener dichos procesos de erosión, mejorará el paisaje y los recursos forestales del municipio.

1.2. Localización

El proyecto comprende cinco montes con una superficie total de 32 hectáreas situados dentro del municipio de Valle de Cerrato, en Palencia, que reciben los nombres de 'La Fuente', 'La Requejada', 'Valdepú', 'Sendero Castrillo' y 'Pilondra'.

Las coordenadas del centroide de la zona del proyecto según el sistema de referencia ETRS89 Huso 30N son:

Coordenada X: 388.282 m

Coordenada Y: 4.636.952 m



Figura 1. Situación de la zona de estudio (IBERPIX, 2021).

Tienen una altitud media sobre el nivel de mar de 830 metros, limitando en la zona más baja con terrenos de uso agrícola, al igual que los terrenos localizados en la zona de páramo donde también podemos encontrar bosquetes de encina (*Quercus ilex* L. subsp. *ballota*). Tanto en la parte alta de páramo como en la baja se cuenta con una red de caminos agrícolas que darán acceso a la zona del proyecto.

Los límites tanto en la parte este como en la oeste se tratan de terrenos similares a los destinados a la zona del proyecto, suelos degradados con una cobertura

herbácea parcial localizándose a su vez de forma puntual, algún ejemplar de encina (*Quercus ilex* subsp. *ballota*) y pino carrasco (*Pinus halepensis*).

El término municipal de Valle de Cerrato limita al (Véase Figura 1):

Norte: con los términos municipales de Soto de Cerrato y Villaviudas.

Sur: con los términos de Castrillo de Onielo y Vertavillo.

Este: con el término de Cevico de la Torre.

Oeste: con el término de Baltanás.



Figura 2. Situación de la zona de estudio (IBERPIX, 2021).

1.3. Finalidad del proyecto

Los principales fines que se persiguen con la elaboración de este proyecto son:

- Frenar la erosión y la pérdida de suelo que se acumulan en los terrenos agrícolas de fondo de valle.
- Mejorar las poblaciones de fauna creando una mayor superficie de refugios.
- Crear una cubierta forestal que detenga la degradación de la zona.
- Mejorar el paisaje.
- Crear puestos de trabajo de forma temporal.
- Dar uso a unos terrenos que están actualmente en una situación de abandono.
- Mejorar las condiciones edáficas de un terreno que consiste principalmente en margas yesíferas, que presenta fragilidad de forma natural.

La zona en la que se localiza el presente proyecto, siguiendo las directrices establecidas por el *Plan nacional de actuaciones prioritarias en materia de restauración hidrológico-forestal, control de la erosión y lucha contra la desertificación* que ha sido patentado por el Ministerio de Medio Ambiente (2001).

Dentro de este Plan se incluyen trabajos de restauración, conservación y mejora de la cubierta vegetal así como prácticas de conservación de suelos y medidas de estabilización de laderas.

Como se puede ver a continuación, en la Figura 3, la zona del proyecto tiene como prioridad asignada el número 3, en el que se encuentra un 35% del territorio total seleccionado.

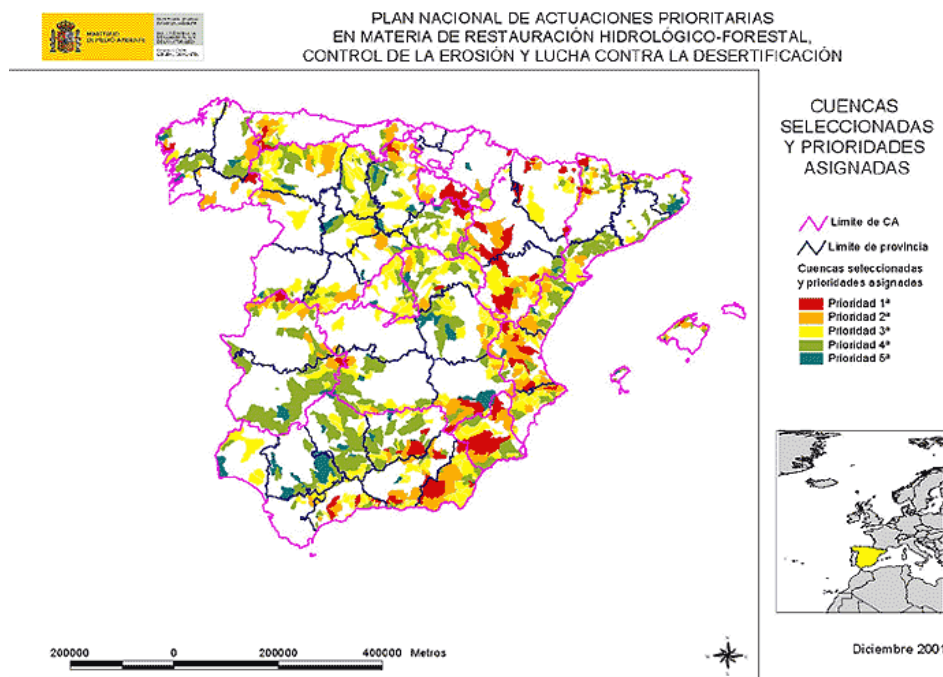


Figura 3. Mapa de actuaciones prioritarias en materia de restauración hidrológico-forestal. (Fuente: MAGRAMA, 2001).

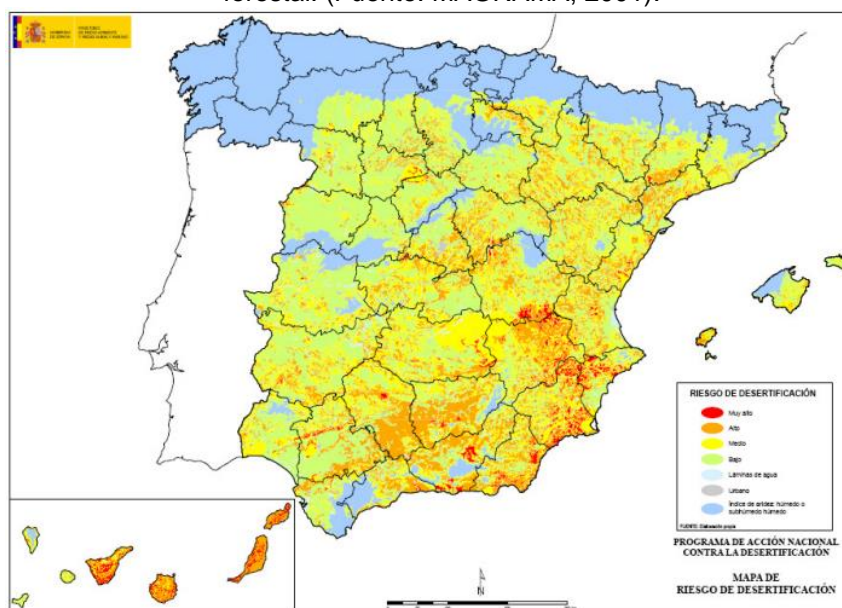


Figura 4. Mapa del Plan Nacional Contra la Desertificación. (Fuente: MAGRAMA, 2008).

Así mismo, en la Figura 4 se puede observar que la zona en la que está localizada el presente proyecto según el *Plan de Acción Nacional Contra la Desertificación* por el Ministerio de Medio Ambiente (2008), se corresponde con las manchas de color naranja de riesgo alto en el sur de la Provincia de Palencia.

La localización de la zona del proyecto en ambos Planes justifica la realización de esta restauración.

2. ANTECEDENTES

2.1. Motivación del proyecto

Se trata de un trabajo técnico que busca la recuperación de un espacio degradado por los diversos procesos de erosión, por lo que llevará a cabo una restauración hidrológico forestal que además de frenar las pérdidas de suelo por erosión, supondrá un beneficio de la calidad a nivel tanto de paisaje como de los suelos agrícolas que se sitúan en la parte baja de la ladera que actualmente es donde se depositan los sedimentos. Al aumentar la superficie forestal, aumentarán los recursos forestales con los beneficios económicos y sociales que conllevan.

2.2. Promotor del proyecto

Los terrenos incluidos en este proyecto son bienes patrimoniales, por lo tanto pertenecen a la administración pública.

2.3. Estudios y programas previos

En el municipio no se encuentra ningún proyecto de Ingeniería Forestal de forma reciente, cabe destacar que tanto el municipio como la comarca a la que pertenece tienen un modelo económico basado principalmente en la agricultura por lo que la gestión forestal escasea. Cabe destacar, aunque no haya estudios de ello, el interés de la población del municipio en la restauración de este tipo de zonas.

De esta escasez nace también el interés de este proyecto por reforestar laderas que han estado desnudas o con una vegetación muy escasa durante mucho tiempo por lo cual han sufrido grandes procesos erosivos.

3. BASES DEL PROYECTO

3.1. Directrices del proyecto

3.1.1. Condicionantes impuestos por el promotor

Las preferencias que tiene el promotor de la obra con respecto a la ejecución de esta son las siguientes:

- Una actuación lo más económica posible que a su vez cumpla los fines para los que ha sido diseñada.
- Las técnicas utilizadas para la ejecución del proyecto tendrán el menor impacto ambiental posible.
- Conseguir una superficie vegetal estable y madura que sea resiliente con el paso del tiempo, capaz de hacer frente a plagas y enfermedades.
- Crear un hábitat adecuado y accesible para diversas especies faunísticas, funcionando como un refugio de fauna.

- Reducir el porcentaje de marras al máximo posible, estando este siempre dentro de los límites admisibles.
- En caso de que haya algún tipo de subvención relacionada con este tipo de actuaciones, se solicitará.

3.1.2. Criterios de valor

Dado a que las actuaciones se van a realizar en una zona degradada el principal criterio de valor para tener en cuenta es actuar de tal forma que el impacto ecológico que se tenga sea el menor, sin suponer un perjuicio. Así mismo, también habrá que evitar causar un perjuicio económico al propietario.

La ejecución completa del proyecto se hará respetando la legislación vigente, siendo este eficaz y de la forma más económica posible.

Dado a la gran crisis de despoblación rural que se está dando especialmente en la población de Castilla y León, los puestos de trabajo serán ofertados de forma preferente a personas de las zonas próximas al proyecto que cumplan con la formación y preparación exigidas para ser partícipes en él, de esta forma se podrá favorecer a la situación de desarrollo y mejora de la comarca.

Para la repoblación, se buscará que la cubierta forestal esté conformada por especies que pudieran crecer de forma natural en la zona, buscando también la máxima biodiversidad para favorecer a la persistencia en el tiempo de la masa.

Se realizarán actuaciones de prevención tanto directa como indirectamente para dar a la cubierta arbolada protección frente a posibles incendios o ataques de diferentes plagas y enfermedades.

Se busca realizar las diversas actuaciones respetando el entorno, la población y sus costumbres, tratando de integrar la nueva masa en el paisaje con el menor impacto ecológico y paisajístico.

3.2. Condicionantes del proyecto

3.2.1. Condicionantes internos

Se tienen primeramente en cuenta los condicionantes propios de la zona en la que se va a llevar a cabo el proyecto, entre los que se encuentran los siguientes:

Clima

Para el estudio climatológico se toman datos de dos estaciones, ambas las más cercanas y con características similares a la zona del proyecto. Para los datos pluviométricos, se usan los datos facilitados por la AEMET del observatorio localizado en Magaz de Pisuerga, mientras que, los datos de temperaturas se toman de la estación de Autilla del Pino, ambas localizadas en la provincia de Palencia.

Los datos de las estaciones quedan reflejados en las Tablas 1 y 2, a continuación.

Tabla 1. Información perteneciente al observatorio de Magaz de Pisuerga (Palencia).

Nombre del observatorio	Magaz de Pisuerga
Provincia	Palencia
Cuenca hidrográfica	Duero
Indicativo climatológico	2358
Tipo de observatorio	Pluviométrico
Coordenadas UTM	X:381570 Y:4648787 (ETRS89 30N)
Altitud	728
Período de las observaciones	Precipitaciones: 1989-2019 (30 años)

Tabla 2. Información perteneciente al observatorio de Autilla del Pino (Palencia).

Nombre del observatorio	Autilla del Pino
Provincia	Palencia
Cuenca hidrográfica	Duero
Indicativo climatológico	2400E
Tipo de observatorio	Termopluviométrico
Coordenadas UTM	X:367251 Y:4650526 (ETRS89 30N)
Altitud	874
Período de las observaciones	Temperaturas: 2005-2020 (15 años)

Para las precipitaciones se ha elaborado la siguiente tabla de precipitaciones medias mensuales junto con la precipitación media anual, se han obtenido a partir de la serie de datos de 30 años de la estación de Magaz de Pisuerga, todas ellas expresadas en milímetros.

Tabla 3. Resumen de precipitaciones medias mensuales y anual a partir de la serie de datos del observatorio de Magaz de Pisuerga (Palencia) de la serie de 30 años, expresadas en milímetros.

[mm]	Ene.	Feb.	Mar.	Ab.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	P
P_{mes}	38,9	23,8	26,5	42,5	49,7	30,9	19,0	19,0	27,9	52,7	42,7	43,5	417,2

Como se observa en la tabla anterior, la precipitación media anual es de 417,2 milímetros y los meses con mayor volumen de precipitaciones medias son octubre y mayo, siendo los meses de verano en los que se da la sequía estival con una marcada reducción de las precipitaciones.

En el caso de las temperaturas, que se obtienen a partir de los datos facilitados por el observatorio de Autilla del Pino (Palencia) quedan reflejadas a continuación en la Tabla 4, las temperaturas medias mensuales (tm) así como las temperaturas medias de las máximas (T) y de las mínimas (t), todas ellas en grados centígrados.

Tabla 4. Cuadro resumen de las temperaturas medias mensuales, máximas y mínimas, tanto mensuales como anuales a partir de los datos del observatorio de Autilla del Pino (Palencia), todas expresadas en grados centígrados.

[°C]	Ene.	Feb.	Mar.	Ab.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media
T	6,6	9,1	12,4	15,6	19,6	25,0	28,6	27,9	23,9	18,1	11,0	7,5	17,11
tm	3,1	4,4	6,8	9,8	13,1	17,6	20,5	20,1	16,9	12,5	6,9	3,7	11,3
t	-0,6	-0,5	1,1	3,9	6,5	10,2	12,4	12,2	10,0	6,9	2,8	-0,1	5,4

En la tabla anterior, se puede ver que la temperatura media anual es de 11,3 °C. El periodo frío se concentra en los meses invernales, donde el mes con la temperatura media más baja es enero. También es notable que en la época estival, donde además

se ha visto la carencia de precipitaciones, se concentran las temperaturas más elevadas.

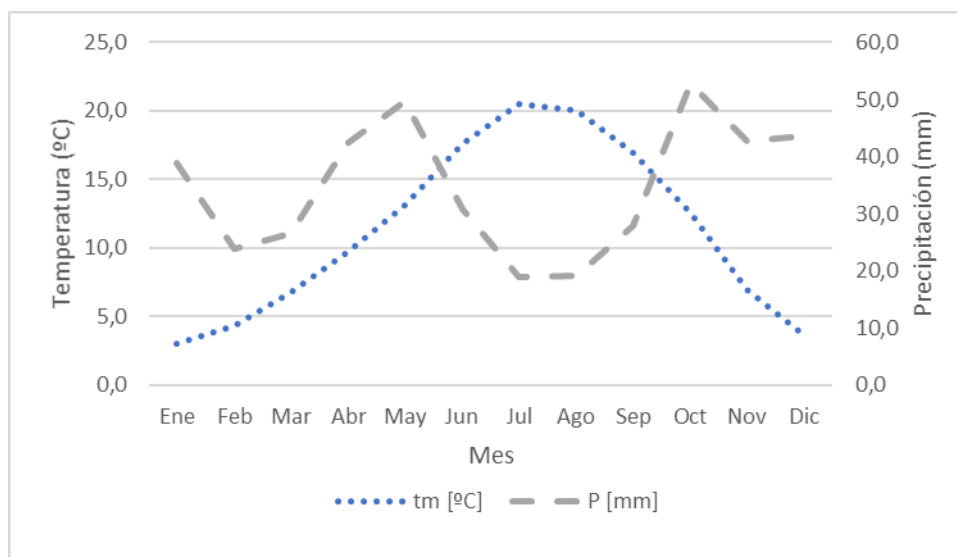


Figura 5. Climodiagrama ombrotérmico de Gaussen.

A partir del climodiagrama ombrotérmico de Gaussen, se puede confirmar de forma muy visual los meses en los que se produce la época de sequía, cuando la línea que representa las precipitaciones se encuentra por debajo de la línea de las temperaturas.

Esta época de sequía es muy típica del clima mediterráneo en el que se ubica la zona del proyecto.

Además, para caracterizar de forma adecuada el clima de la zona se ha optado por el cálculo de diversos índices climáticos, detallados en la tabla que se encuentra a continuación con el fin de llevar a cabo un estudio más exhaustivo.

Tabla 5. Índices climáticos.

Índice de Lang (1915)	Zonas áridas
Índice de Vernet (1966)	Clima Mediterráneo
Índice de Dantin-Revenga (1940)	Zona semiárida
Índice de Emberger (1932)	Clima mediterráneo (Piso mediterráneo templado)
Índice de aridez de la UNESCO (UNEP, 1992)	Clima subhúmedo seco
Índice de continentalidad de Gorzynski (1920)	Clima continental
Índice de oceanidad de Kerner (1962)	Clima continental
Índice de Rivas-Martínez (1987)	Clima continental (Subtipo continental atenuado)

Por otro lado, también se han calculado otros índices relacionados con la agresividad de la lluvia en la zona, factor de gran importancia teniendo en cuenta que el objetivo principal del presente proyecto es una restauración hidrológica que mitigue las pérdidas de suelo producidas por los agentes hídricos. Quedan reflejados en la Tabla 6.

Tabla 6. Índices pluviométricos.

Índice	Valor	Interpretación
Índice de irregularidad pluviométrica	3,59	Irregularidad acusada
Índice de agresividad climática de Fournier (1960)	22,03 mm	No acusado
Factor R de la USLE (1978): Erosividad media de la lluvia	55,65 hJ/m ² cm/h	Erosión ligera

Cabe destacar que a estos índices se les suma la Clasificación Fitoclimática de Allué Andrade (1990) en la que se determina que la zona de estudio pertenece a la zona VI (IV), de orden 1. Es un fitoclima mediterráneo subnemoral de bosques caducifolios nemorales con influencia de bosques mediterráneos. Las especies asociadas a este subtipo son quejigo (*Quercus faginea*), melojares o rebollares (*Quercus pyrenaica*), encinares alsinares (*Quercus ilex*) y robledales pubescentes (*Quercus humilis*).

Su clima característico está compuesto por las lluvias invernales y una marcada sequía estival.

Edafología

En este apartado se explica brevemente la edafología presente en la zona, esta información se encuentra más desarrollada en el Anejo II. Estudio edafológico.

Según la clasificación de suelos de la FAO (Organización de las naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), la zona en la que se dispone el presente proyecto está formada por suelos poco desarrollados condicionados por la topografía, son suelos débiles con perfiles deposicionales compuestos por leptosoles, fluvisoles y regosoles.

Propios del Mioceno superior en el piso Vallesense, en el visor del IGN (Instituto Geográfico Nacional) los define como limos, arcillas y algo de arenas.

Para realizar un estudio más en profundidad del tipo de suelo, se decide hacer una calicata para su posterior análisis en ITAGRA (Centro Tecnológico Agrario y Alimentario), dado a la uniformidad del suelo, aunque el proyecto esté formado por 5 montes, con hacer una única calicata será suficiente para conseguir un resultado representativo.

A continuación se disponen una serie de factores que se han analizado de los dos horizontes principales que conforman el perfil de este suelo, la parte superior compuesta por una costra de yeso propia de estos suelos se decide no analizar debido a su poca profundidad y extensión, centrando el análisis en las propiedades de los otros dos horizontes más representativos. Se analiza tanto física como químicamente.

Tabla 7. Propiedades físicas del suelo.

Profundidad (Storey, 1970)	50 cm (somero)
Pedregosidad superficial (USDA, 1980)	15-40%
Afloramientos rocosos	Roca continua de marga yesífera

Se estudia la textura de ambos horizontes así como el porcentaje presente en cada uno de los horizontes de arenas, limos y arcillas.

Tabla 8. Clasificación de los elementos presentes en el suelo y textura.

Suelo	Elementos gruesos (%)	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Textura ISSS
Horizonte 2	3,88	4,60	19,80	34,00	41,60	Arcillo grueso
Horizonte 3	3,89	4,60	41,80	42,00	11,60	Franco

También se calcula la porosidad del suelo para lo que se necesitan los datos de densidad aparente y real, para obtener estos datos se ha utilizado el método del cilindro para ambos horizontes analizados. Los resultados obtenidos se encuentran dentro de lo esperado para los tipos de suelo presentes, una vez conocidas sus texturas. Los resultados quedan reflejados a continuación en la Tabla 9.

Tabla 9. Densidades aparente y real de ambos horizontes analizados, expresado en g/cm³ y la porosidad de cada suelo, en porcentaje.

Suelo analizado	Densidad aparente (g/cm ³)	Densidad real (g/cm ³)	Porosidad (%)
Horizonte 2	0,84	1,6	52,50
Horizonte 3	1,05	2,15	48,84

Los resultados de las propiedades químicas se han obtenido a partir del análisis realizado por ITAGRA con el que se han obtenido los datos expresados en la tabla 10, para ambos horizontes.

Tabla 10. Propiedades químicas de los horizontes 2 y 3.

Propiedad	Horizonte 2	Horizonte 3
pH	8,10 (Básico)	8,26 (Básico)
Conductividad eléctrica (mS/cm)	2,40 (Ligeramente salino)	2,62 (Ligeramente salino)
Carbonato (%)	60,00 (Muy alto)	15,60 (Normal)
Caliza activa (g/100g)	13,9	3,9
Fósforo asimilable (mg/kg)	<4 (Muy bajo)	No detectable
Potasio asimilable (mg/kg)	156 (Bajo)	54 (Muy bajo)
Calcio asimilable (meq/100g)	69,7 (Muy alto)	296,9 (Muy alto)
Magnesio asimilable (meq/100g)	1,54 (Normal)	0,55 (Bajo)
Sodio asimilable (meq/100g)	0,12 (Muy bajo)	0,11 (Muy bajo)
Materia orgánica	2,28 (Normal)	1,05 (Bajo)

Por último, se calculan diversos índices de erosionabilidad para conocer a susceptibilidad del suelo a este tipo de procesos. Para ello, se han utilizado los datos obtenidos del horizonte 2 ya que de los dos analizados es el más superficial y, por ello, el que estará más expuesto a estos procesos.

Tabla 11. Índices de erosionabilidad.

Índice de Bouyoucos (1962)	1,40
Índice SEI	3,00
Factor K de la USLE (1978)	0,24

Vegetación

En este apartado se encuentra un resumen de lo detallado en el anejo VII sobre el estudio de la vegetación.

Ámbito biogeográfico

Según Rivas Martínez (1987) en el documento ‘Memoria del mapa de series de vegetación de España’ publicado por el ICONA la clasificación del ámbito biogeográfico al que pertenece la zona de estudio es la siguiente:

- Reino Holártico.
- Región Mediterránea.
- Subregión Mediterránea Occidental.
- Provincia Mediterránea Ibérica Occidental.
- Subprovincia Castellano-Maestrazgo-Manchega.
- Sector Castellano duriense.

Piso y subpiso bioclimático

Siguiendo otra clasificación de Rivas Martínez (1987), esta vez en pisos bioclimáticos que se definen como los tipos o espacios termoclimáticos que se suceden altitudinal o latitudinalmente. A partir del índice de termicidad calculado en el Anejo I. Estudio climatológico cuyo valor es de 173, dentro de la región Mediterránea, la zona de estudio se encuentra dentro del Piso Supramediterráneo, en el subpiso Inferior.

Series de vegetación

Según el mapa de las series de vegetación de Rivas Martínez (1987), la zona de estudio comprende dos series de vegetación, la 19 b y la 22 a.

La serie 19 b recibe el nombre fitosociológico de *Cephalanthero longifoliae* – *Qcto. faginae sigmetum*, pertenece a la serie Supra-mesomediterránea castellano-alcarreno-manchega basófila de *Quercus faginea* o quejigo. En esta serie se definen bosques densos en los que predominan árboles caducifolios y marcescentes.

Las especies que funcionan como bioindicadores de la presencia de esta serie son, entre otras: *Quercus faginea*, *Acer granatense*, *Paeonia humilis*, *Cephalanthera longifolia*, *Rosa agrestis*, *Berberis seroi*, *Berberis hispánica*, *Brachypodium phoenicoides* o *Bromus erectus*.

Por otro lado, la serie 22 a se llama *Junipero thriferae* – *Qcto. rote. sigmetum* que pertenece a la serie Supramediterránea castellano-maestrazgo-manchega basófila de *Quercus rotundifolia* o encina. Esta serie tiene preferencia por aquellos territorios en los que es común tener un clima continental.

Las especies de bioindicadores para esta serie son las siguientes: *Quercus rotundifolia*, *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus hemisphaerica*, *Juniperus thurifera*, *Genista pumila*, *Salvia lavandulifolia*, ...

(Véase Plano 4. Series de Vegetación de Rivas Martínez (1987))

Vegetación actual

Se ha realizado un inventario florístico de la zona de estudio, donde cabe destacar que está mayormente ocupada por la serie de vegetación 22 a (Véase Plano 4. Series de Vegetación de Rivas Martínez (1987)), por lo que la mayor parte de las especies inventariadas pertenecen a las etapas de regresión de esta serie, detalladas en el Anejo IV. Estudio de vegetación.

Cabe destacar que hay cierto potencial en la zona de especies arbóreas, encontrando ejemplares dispersos de encina (*Quercus ilex* subsp. *ballota*), pino carrasco (*Pinus halepensis*) y en las zonas de vaguada espino albar (*Crataegus monogyna*). Entre las especies arbustivas se encuentran dispersos ejemplares de ramnáceas como *Ramnus saxatilis* o de rosáceas, presentes en las etapas de regresión de ambas series, como *Rosa agrestis*, *R. canina* o *R. micrantha*, sobre todo se concentran en las zonas de vaguada donde hay una mayor concentración de humedad.

El matorral leñoso es el que más abunda con especies como *Salvia lavandulifolia*, *Santolina chamaecyparissus*, *Stachelina dubia*, *Thymus mastigophorus* o *Ephedra distachya*, destacando esta última como especie típica de la flora gipsófila. Entre las especies herbáceas, que son las más abundantes en la zona, se encuentran en mayor proporción especies de gramíneas que de leguminosas, entre ellas se puede destacar la abundancia de *Festuca hystrix*, *Brachypodium phoenicoides* o *Koeleria vallesiana*.

Fauna

En la zona de estudio se ha encontrado una gran diversidad de fauna que queda detallada en el Anejo V. Estudio de Fauna. Aparecen especies características de la fauna ibérica como pueden ser el lobo ibérico (*Canis lupus signatus*), el jabalí (*Sus scrofa*) o el águila real (*Aquila chrysaetos*).

Cabe destacar la presencia de ciertas especies que se encuentran en peligro de extinción, como es el caso del milano real (*Milvus milvus*) o el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), al igual que aquellas especies clasificadas como vulnerables como la nutria paleártica (*Lutra lutra*) o aquellas en régimen de protección especial como la cigüeña blanca (*Ciconia ciconia*).

Por otro lado, dentro de las especies cinegéticas, se encuentran el conejo (*Oryctolagus cuniculus*), la liebre (*Lepus granatensis*), la perdiz roja (*Alectoris rufa*), la codorniz (*Coturnix coturnix*), la perdiz pardilla (*Perdix perdix*) y, dentro de la caza mayor, destacan los corzos (*Capreolus capreolus*) y el jabalí (*Sus scrofa*).

Para la toma de decisiones de este proyecto será necesario tener en cuenta la presencia de estas especies y su importancia en el ecosistema con el fin de facilitar refugios de fauna y mayor disponibilidad de alimento, aumentando así los recursos cinegéticos, así como para proteger a la vegetación recién implantada de la incidencia negativa que puede producir esta fauna.

Estudio hidrológico

Dado a que el objetivo de este proyecto es una restauración hidrológica, se procede a hacer un estudio de la cuenca con el fin de conocer la zona más en profundidad así como los procesos de erosión que se producen en ella y su intensidad.

Los parámetros físicos expresados a continuación y más extensamente desarrollados en el Anejo III. Estudio de la cuenca, reflejan las características de la cuenca en cuanto a su forma y a su influencia en la respuesta frente a precipitaciones.

Para la localización de las subcuencas, consultar el Plano 6. Delimitación de las subcuencas.

- Parámetros de forma

a. Superficie de la cuenca

Tabla 12. Superficie de las subcuencas.

Subcuenca	Superficie (ha)
1	10,53
2	9,13
3	6,73
4	5,80

Según la Directiva Marco de Aguas 2000/60/CE, las cuatro subcuencas que conforman la zona de estudio con clasificadas como muy pequeñas ya que su superficie es inferior a las 1000 ha.

b. Índice de compacidad o de Gravelius (1914)

La forma de la cuenca influye directamente en los escurrimientos que se producen en ella. Para el estudio de la forma de una cuenca, se utiliza en índice de Gravelius (Martínez de Azagra y Navarro, 1996).

Tabla 13. Cálculo del índice de Gravelius (1914) em función de la superficie y el perímetro de la cuenca.

Subcuenca	Superficie (m ²)	Perímetro (m)	Índice
1	105256,37	2547,7	2,2
2	91298,04	1862,55	1,72
3	67339,25	2234,88	2,4
4	58041,32	1088,9	1,27

Siguiendo los resultados de este índice, las subcuencas 1 y 3 son alargadas, la 2 es oblonga y la 4 ovalada.

c. Índice de forma

Muestra el comportamiento de forma de la cuenca, relacionado con la torrencialidad, cuanto menor sea el valor de este índice, que se calcula como el cociente de la superficie de la cuenca entre el eje máximo de la cuenca, mayor será la torrencialidad.

Tabla 14. Índice de forma para cada subcuenca.

Subcuenca	Índice de forma
1	211,36
2	177,28
3	166,27
4	305,48

La subcuenca que presenta un valor más bajo de este índice es la 3, por lo que es la que tiene una mayor torrencialidad en comparación con las otras.

d. Índice de pendiente media de la cuenca (J_c)

Se calcula la pendiente de la cuenca de la forma más directa posible, los resultados obtenidos son los expresados en la tabla 16, a continuación.

Tabla 16. Índice de pendiente para cada una de las subcuencas expresado en porcentaje.

Subcuenca	J_c (%)
1	29,83
2	28,26
3	27,62
4	39,08

- Coeficiente de masividad de Martonne (1940)

El resultado de este índice define el tipo de cuenca que hay, en caso de valores altos la cuenca se corresponde con las típicas de la Cornisa Cantábrica mientras que, si los valores son bajos, serán cuencas como la del Duero o el Tajo.

Tabla 17. Coeficiente de Martonne (1940) para cada subcuenca (m/km^2).

Subcuenca	Coeficiente de Martonne (1940)
1	353,71
2	520,27
3	463,62
4	571,84

En todos los casos, el valor obtenido es alto por lo que se puede decir que, en una extensión de terreno muy pequeña existe un gran descenso altitudinal.

- Coeficiente orográfico de Fournier (1960)

En este parámetro, se tiene en cuenta que la altura sobre el nivel del mar influye sobre el flujo de agua y el área, directamente relacionada con el potencial de escorrentía de la cuenca, y por ello, con el potencial de degradación de la cuenca.

Tabla 18. Coeficiente orográfico de Fournier (1960).

Subcuenca	Coeficiente orográfico de Fournier (m^2/ha)
1	131,69
2	247,13

Tabla 18 (cont.). Coeficiente orográfico de Fournier (1960).

Subcuenca	Coeficiente orográfico de Fournier (m ² /ha)
3	144,74
4	189,79

Según Fournier (1960), cuando este coeficiente supera el valor de 6 m²/ha, son cuencas de relieve acentuado.

- Factor topográfico del modelo MUSLE (1987)

Con este factor se calcula la erosión laminar y por regueros. Se trata de uno de los factores que componen la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo, modificada en 1987 por McCool, siendo la original, USLE, de Wischmeier y Smith (1978).

De las ecuaciones presentadas en este método se utiliza aquella específica para cuencas con una pendiente mayor del 9%, obteniendo los resultados de la Tabla 19.

Tabla 19. Factor topográfico calculado para cada una de las subcuencas (MUSLE, 1987).

Subcuenca	Factor topográfico del modelo MUSLE (1987)
1	8,08
2	7,32
3	6,64
4	11,10

Dado a los resultados presentes, se puede decir que cuanto mayor es la pendiente, mayores son las pérdidas por erosión hídrica que se producen en una cuenca.

- Parámetros relacionados con la red de drenaje

A continuación, a través de una serie de cálculos, queda definida la red de drenaje, que es el camino natural, ya sea permanente o temporal, por el que fluyen las aguas de los escurrimientos superficiales, hipodérmicos y subterráneos (Martínez de Azagra y Navarro, 1996). Los cursos presentes en la zona de estudio vierten al Arroyo del Rabanillo.

a. Longitud del cauce principal.

Con este valor se puede estimar el tiempo que tarda en evacuar por la sección de control el agua procedente de las precipitaciones.

Tabla 20. Longitud de los cauces principales de cada subcuenca de estudio.

Subcuenca	Longitud del cauce principal (m)
1	404,4
2	384,5
3	356,8
4	249

b. Frecuencia de cauces

Se obtiene la relación entre el número de cauces en una cuenca con el área correspondiente a ella.

Tabla 21. Frecuencia de cauces en cada una de las subcuencas.

Subcuenca	Número de cauces (N)	Superficie (km ²)	Frecuencia de cauces
1	1	0,1053	9,50
2	1	0,0913	10,95
3	1	0,0673	14,86
4	1	0,058	17,24

Los resultados anteriores muestran que la frecuencia de cauces no es muy elevada ya que el cociente no alcanza valores demasiado altos.

c. Pendiente media del río

En la Tabla 22 se ve que las pendientes correspondientes a cada una de las subcuencas que forman parte de la zona de estudio son mayores del 6%, por lo tanto todas presentan un carácter torrencial.

Tabla 22. Pendiente media del río en cada una de las subcuencas.

Subcuenca	Pendiente (%)
1	20,52
2	25,75
3	25,50
4	31,33

d. Densidad de drenaje

Se calcula mediante el cociente de la longitud total de todos los cursos de agua y el área de la cuenca. En este caso, los valores son inferiores a 10 km/km² por lo que las densidades de drenaje son bajas.

Tabla 23. Densidad de drenaje de cada subcuenca.

Subcuenca	Densidad de drenaje (km/km ²)
1	3,84
2	4,23
3	5,30
4	4,29

e. Índice de sinuosidad

Se trata de la relación de la longitud real del cauce con la longitud en línea recta desde el nacimiento de dicho cauce a la sección de cierre.

Como se observa en los valores de la Tabla 24, los índices de las 4 subcuencas son muy cercanos a la unidad, se trata de cauces rectos.

Tabla 24. Índice de sinuosidad para cada subcuenca.

Subcuenca	Índice de sinuosidad
1	1,02
2	0,84

Tabla 24 (cont.). Índice de sinuosidad para cada subcuenca.

Subcuenca	Índice de sinuosidad
3	1,07
4	1,16

f. Coeficiente de torrencialidad

Se mide la torrencialidad de los cauces de cada subcuenca.

Tabla 25. Coeficiente de torrencialidad de las subcuencas.

Subcuenca	Coeficiente de torrencialidad (km ³)
1	36,44
2	46,31
3	78,82
4	74,02

g. Canal de alimentación

Indica la superficie de cuenca que le corresponde a cada kilómetro de río que circula por ella.

Tabla 26. Canal de alimentación de cada subcuenca.

Subcuenca	Canal de alimentación (km ² /km)
1	0,26
2	0,24
3	0,19
4	0,23

h. Textura de la red de drenaje

Las corrientes de agua que presentes en la red de drenaje son efímeras ya que solo aparecen cuando se producen precipitaciones.

Según la clasificación de Strahler (1957), los cauces son de orden 1 y 2 ya que son de cabecera.

Para Way (1978), las cuencas con suelos compuestos por margas yesíferas y páramos calizos tienen una textura fina con alta escorrentía superficial y son muy susceptibles a la erosión.

i. Tiempo de concentración

Es el tiempo máximo de circulación de agua que procede de la escorrentía superficial hasta la sección de cierre o control (Martínez de Azagra y Navarro, 1996).

Tabla 27. Tiempo de concentración de cada subcuenca expresado en minutos.

Subcuenca	T _c (min)
1	12,21
2	11,30
3	10,67

Tabla 27 (cont.). Tiempo de concentración de cada subcuenca expresado en minutos.

Subcuenca	T _c (min)
4	7,8

3.2.2. Condicionantes externos

Condicionantes socioeconómicos

Históricamente, Valle de Cerrato ha sido un municipio pequeño que no ha llegado a los 600 habitantes. La población ha ido disminuyendo progresivamente, sobre todo en los últimos 20 años.

Mientras que en el año 1920 el municipio contaba con 597 habitantes, en la actualidad tiene 85 habitantes y, la gran mayoría de esta población está muy envejecida.

La densidad es de 2,31 habitantes/km², muy baja en comparación con la densidad nacional de 93,55 habitantes/km² al igual que en comparación con la densidad poblacional de la comunidad, de 25,42 habitantes/km².



Figura 6. Evolución de la población en el Término municipal de Valle de Cerrato desde 1996 hasta 2020 (Fuente: INE, 2021).

La principal actividad económica del municipio se basa en la agricultura, común en la comarca del Cerrato.

Según los datos del INE (Instituto Nacional de Estadística), que ofrece datos desde el año 1996 hasta el 2020, se observa en la Figura 6 que la población ha ido disminuyendo drásticamente sobre todo en los últimos años.

Infraestructuras

Con respecto a carreteras y accesos a la zona de estudio, no existe ninguna carretera asfaltada que llegue hasta la zona del proyecto pero sí hay diversos caminos agrícolas, sobre todo desde la zona de páramo que llegan hasta ella.

La red de vías del municipio lo comunica con otros municipios de mayor tamaño como Venta de Baños por la PP-1223 y con Baltanás por la P-131.

Condicionantes legales y normativos

Para la elaboración del presente proyecto se debe de tener en cuenta la legislación y normativa europea, nacional y de la comunidad de Castilla y León a la que pertenece el municipio.

Se consultará y aplicará la legislación tanto del ámbito ambiental como de seguridad y salud laboral aplicable al proyecto.

Todo ello queda detallado en el Anejo X. Legislación aplicable.

3.3. Situación actual y evolución sin proyecto

En la actualidad la zona del proyecto está ocupada principalmente por vegetación herbácea que no es suficiente para frenar los procesos erosivos de la zona. Este hecho hace que estos procesos avancen, lo que acabará afectando tanto al arroyo del municipio con el arrastre de los sedimentos como a los terrenos agrícolas que se ubican ladera abajo.

4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

4.1. Repoblación

4.1.1. Elección de especies

a. Identificación de las alternativas

La ecología y características físicas de estas especies está desarrollada en el Anejo VI. Estudio de alternativas.

CONÍFERAS

FAMILIA PINÁCEAS

Pinus halepensis Mill. (Pino Carrasco o pino de alepo)

Pinus nigra Arn. (Pino pudio)

Pinus pinaster Sol. In Aiton (Pino marítimo o pino negral)

Pinus pinea L. (Pino piñonero)

FAMILIA CUPRESÁCEAS

Juniperus communis L. (Enebro)

Juniperus oxycedrus L. (Enebro de la Miera)

Juniperus thurifera L. (Sabina albar)

FAMILIA EFEDRÁCEAS

Ephedra distachya L. (Cañadillo)

FRONDOSAS

FAMILIA JUGLANDÁCEAS

Juglans regia L. (Nogal)

FAMILIA FAGÁCEAS

Quercus coccifera L. (Coscoja)

Quercus faginea Lam. (Quejigo)

Quercus ilex L. (Encina)

FAMILIA BETULÁCEAS

Alnus glutinosa (L.) Gaertner (Aliso)

FAMILIA ROSÁCEAS

Amygdalus communis L. (Almendro)

Crataegus monogyna Jacq. (Majuelo o espino majuelo)

Prunus spinosa L. (Endrino)

Rosa agrestis Savi (Escaramujo o rosal bravío)

Rosa canina L. (Escaramujo o rosal silvestre)

Rosa micrantha Borrer. (Escaramujo o rosal silvestre)

Rubus ulmifolius Schott (Zarzamra)

Sorbus domestica L. (Serbal)

FAMILIA SALICÁCEAS

Populus alba L. (Álamo blanco, álamo común o chopo blanco)

Populus nigra L. (Álamo negro o chopo negro)

Populus x cerratensis hyb. nov. (Álamo castellano o álamo del cerrato)

Salix alba L. (Sauce blanco)

FAMILIA RAMNÁCEAS

Rhamnus saxatilis Jacq. (Espino o malandrino)

FAMILIA OLEÁCEAS

Fraxinus angustifolia Vahl (Fresno del país)

FAMILIA FABÁCEAS

Cytisus scoparius L. Link (Escoba Negra)

Retama sphaerocarpa (L.) Boiss (Retama común)

Spartium junceum L. (Retama negra o retama de olor)

Dorycnium pentaphyllum Scop. (Bocha o escoba lebreña)

FAMILIA LABIADAS

Rosmarinus officinalis L. (Romero)

Santolina chamaecyparissus L. (Botonerilla blanca)

Thymus mastigophorus Lac. (Tomillo picante o rastrero)

Lavandula latifolia Medic. (Espliego)

FAMILIA ASTERÁCEAS

Staehelina dubia L. (Hierba pincel)

FAMILIA LINÁCEAS

Linum suffruticosum L. (Lino blanco)

FAMILIA BORRAGINÁCEAS

Lithodora fruticosa L. (Asperillo o hierba de la sangre)

b. Restricciones impuestas por los condicionantes

Condicionantes internos:

- Altitud media: 810 m.s.n.m.
- Precipitación media anual: 417,2 mm
- Precipitación estival: 65,9 mm
- Temperatura media anual: 11,3 °C
- Temperatura media del mes más frío: 3,1 °C (enero)
- Temperatura media del mes más cálido: 20,5 °C (julio)
- Duración media del periodo de sequía: de junio a septiembre.
- Duración media del periodo de heladas: de noviembre a marzo.
- Tipo de suelo: Arcillo grueso – Franco.
- pH: 8,15 (básico)

Condicionantes externos:

Ya que el objetivo principal de este proyecto es frenar la erosión y pérdidas de suelo que se producen en estas laderas y estabilizarlas, a la hora de escoger las especies se tendrán que elegir aquellas que puedan alcanzar el mayor crecimiento posible y con un porcentaje de marras reducido, así mismo, esta vegetación tendrá que estar adaptada a las condiciones climáticas y edáficas de la zona.

Otro de los objetivos del proyecto es crear una masa que sea resiliente en el tiempo para así garantizar la estabilización y protección de estas laderas a lo largo de los años, esto se conseguirá introduciendo especies pertenecientes a la vegetación climática, autóctonas de la zona.

c. Efectos de las alternativas sobre los objetos del proyecto

Al buscar una cubierta vegetal lo antes posible para proteger al suelo de la erosión, las especies más adecuadas son las que tienen un crecimiento rápido sobre todo a edades tempranas como son aquellas del género *Pinus*, además al ser perennifolias la protección sobre el suelo se hará durante todo el año.

Teniendo en cuenta otro factor de elevada importancia como es la biodiversidad, se introducirán frondosas autóctonas como pueden ser *Quercus ilex* subsp. *ballota* o *Quercus faginea*.

d. Elección definitiva de las especies

Tanto la descripción de las especies elegidas como la evaluación de las alternativas que se ha seguido está desarrollada en el Anejo VI. Estudio de alternativas incluido en este proyecto (punto 1.1.1.)

- *Quercus faginea* Lam. (Quejigo)
- *Quercus ilex* L. subsp. *ballota* (Encina)
- *Pinus halepensis* Mill. (Pino carrasco)
- *Pinus pinea* L. (Pino piñonero)
- *Prunus spinosa* L. (Endrino)
- *Crataegus monogyna* J. (Espino albar, majuelo)
- *Juniperus thurifera* L. (Enebro de incienso)
- *Ephedra distachya* L. (Cañadillo)
- *Amygdalus communis* L. (Almendro)
- *Sorbus domestica* L. (Jerbo, gerbo)

De las especies que han sido seleccionadas para la repoblación no todas tienen el mismo peso en ésta, sino que estará principalmente dominada por las especies pertenecientes al género *Pinus* acompañadas por las del género *Quercus*, el resto serán consideradas como especies accesorias, con representaciones más bajas.

4.1.2. Tratamiento de la vegetación preexistente

En la zona de estudio la vegetación es escasa, siendo predominante la de tipo herbáceo y algún individuo puntual de porte arbustivo, dado a la escasa densidad se considera innecesario hacer un tratamiento previo para tratar la vegetación presente.

Cabe destacar que, simultáneamente a la preparación del terreno, en una pequeña forma circundante a la planta se eliminará la vegetación presente con el fin de facilitar la implantación de la nueva vegetación.

4.1.3. Preparación del terreno

a. Identificación de las alternativas

Estas alternativas quedan explicadas según las indicaciones de Serrada (2004) en el Anejo VI. Estudio de alternativas (punto 1.5.1.)

- Ahoyado manual
- Raspas
- Empleo de barrón o plantamón
- Ahoyado con barrena
- Ahoyado con pico mecánico
- Ahoyado con retroexcavadora

- Ahoyado mecanizado con ripper
- Cuencas de contorno discontinuo
- Subsolado lineal
- Acaballonado superficial
- Acaballonado con desfonde
- Laboreo pleno
- Aterrazado con subsolado

b. Restricciones impuestas por los condicionantes

Condicionantes internos:

- Suelo de poca profundidad.
- Textura arcillosa y franca.
- Costra superficial de yeso acentuada en el periodo estival.

Condicionantes externos:

- A igualdad de resultados, se elegirá entre los métodos de mayor rendimiento.

c. Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto

El objetivo de la preparación del terreno es crear un suelo adecuado para la instalación de una cubierta vegetal que facilite la colonización y el agarre en el suelo de las raíces, además de mejorar los procesos de infiltración y retención de agua que mitigue la erosión.

Las preparaciones lineales del terreno tienen un mayor impacto que las puntuales, sin embargo, estas últimas necesitan mayor mano de obra. Sobre los objetivos, prevalece conseguir una buena retención de la escorrentía que reduzca la erosión.

d. Elección del método de preparación del terreno

Teniendo en cuenta tanto los condicionantes como los objetivos de este proyecto, se decide que el método más adecuado para la preparación del terreno es el ahoyado con retroexcavadora, trabajando en línea de máxima pendiente y creando microcuencas en los hoyos para favorecer la retención de agua.

Asimismo en aquellas zonas en las que la pendiente sea pronunciada, la maquinaria a utilizar será una retroaraña practicando igualmente el ahoyado y creando microcuencas para favorecer la retención de agua y aumentar la disponibilidad de la misma para la planta.

4.1.4. Implantación vegetal

a. Identificación de las alternativas

La descripción de los diversos métodos se encuentra en el Anejo VI. Estudio de alternativas del presente Proyecto (punto 1.6.1.)

Según la forma de implantación:

- Siembra

- Plantación a raíz desnuda
- Plantación en contenedor

Según la forma de ejecución:

- Manual
- Mecanizada
- Simultánea

b. Restricciones impuestas por los condicionantes

Condicionantes internos:

- Sequía estival
- Suelo arcilloso – franco, con presencia de costra superficial de yeso y escasa materia orgánica.
- Pendientes elevadas.

Condicionantes externos:

- Repoblación de carácter protector que busca una cubierta vegetal que proteja el suelo de la erosión lo antes posible, así que el porcentaje de marras tiene que ser muy reducido.

A igualdad de calidad de resultados, se elegirá el método de implantación de menor coste.

c. Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto

El objetivo principal del proyecto es la protección del suelo y la fijación de laderas, se debe de intentar conseguir un número de marras muy reducido para asegurar este objetivo el riesgo de marras y el mayor éxito de la repoblación se asegura con el uso de planta en contenedor.

La plantación manual, por otro lado, genera una mayor cantidad de puestos de trabajo aunque físicamente es más costoso.

d. Elección definitiva del método de implantación

En el caso de las especies del género Quercus se decide hacerlo mediante siembra para garantizar su éxito.

Por otro lado, el resto de las especies tendrán como método de implantación el uso de planta en contenedor ya que es el que ofrece más garantías de supervivencia dado a la aridez y sequía estival presente en la zona.

Este proceso se realizará en ambos casos de forma manual.

4.2. Cuidados posteriores

4.2.1. Protectores de plántulas

a. Identificación de las alternativas

La descripción de estas alternativas en profundidad se encuentra en el Anejo VI. Estudio de alternativas (punto 2.1.1.):

- Tubo invernadero
- Mallas cinegéticas
- Mallas de sombreo
- Tubos protectores

b. Restricciones impuestas por los condicionantes

Condicionantes internos:

- Necesidad de proteger plántulas jóvenes.
- Presencia de fauna.

Condicionantes externos:

- La repoblación tiene un carácter protector, por lo que los protectores de plántulas que se introduzcan deberán garantizar la mayor supervivencia posible.

c. Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto

El objetivo principal que deben cumplir los protectores es cumplir su función protectora para garantizar el éxito de la repoblación.

d. Elección definitiva de los protectores de plántulas

Se decide que la opción más adecuada son los tubos protectores, serán colocados de forma simultánea a la plantación.

Las especies del género *Quercus* que se implantan mediante siembra, se introduce un protector de semillas (Reque y Martín, 2015) para garantizar la germinación y supervivencia de las bellotas.

En ambos casos se introducirá también un tutor para fijar bien el protector al terreno.

4.2.2. Reposición de marras

Aunque uno de los objetivos de la presente repoblación es que haya un alto porcentaje de supervivencia, aunque en un número reducido han de preverse las marras.

Se propone una reposición a los 2 años ya que ninguna de las especies introducidas tiene un crecimiento especialmente rápido, pero aquellas que no consigan sobrevivir serán sustituidas por unas nuevas para garantizar la persistencia de la masa.

4.2.3. Binas

No se considera necesario este proceso ya que la presencia de la cubierta herbácea no es un impedimento para el desarrollo de la cubierta herbácea y además, su presencia ayuda a mitigar la erosión de las laderas.

4.2.4. Riegos

a. Identificación de las alternativas

Las siguientes alternativas tienen sus respectivas descripciones desarrolladas en el Anejo VI. Estudio de alternativas de este Proyecto (punto 2.4.1.).

- No realizar riegos
- Riego por goteo
- Riego a manta
- Wáter box
- Riego por alcorques

b. Restricciones impuestas por los condicionantes

Condicionantes internos:

- Necesidad de un aporte de agua para las plántulas jóvenes.
- Sequía estival.
- Precipitaciones anuales escasas.

Condicionantes externos:

- El carácter protector de la repoblación exige que se consiga una cubierta protectora lo antes posible para cumplir con su objetivo así que el porcentaje de éxito tiene que ser elevado.

No supondrá un beneficio económico importante por lo que a igualdad de rendimiento, se elegirá siempre el método que vaya a suponer un menor coste.

c. Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto

El realizar o no riegos, del tipo que sean, será un factor importante que garantice el éxito de la repoblación además de tener un impacto económico en el mismo.

d. Elección definitiva de los riegos

- Riego por alcorques

Además de la dosis de establecimiento tras la plantación se prevé necesario realizar un riego por alcorques.

Aunque se trate de un proyecto de carácter protector en el que el beneficio económico va a ser prácticamente inexistente, dado a que uno de los objetivos principales es el éxito de la repoblación lo que supone tener un número de marras reducido y que la plantación tenga un crecimiento apropiado para cumplir con sus funciones de protección del suelo contra la erosión.

Se decide establecer una serie de riegos mensuales durante la época estival a lo largo de los dos primeros años tras la plantación, cuando los brinzales son más sensibles a este impacto ambiental. El riego de estos brinzales reducirá las marras además de aumentar la profundidad de las raíces y la proporción de la parte subterránea frente a la aérea (León *et al.*, 2011).

En el caso de haber precipitaciones suficientes ese verano, se pueden suspender este programa de riegos, o aumentarlo en caso de que fuera necesario.

4.2.5. Podas

Se prevé que en el futura la aplicación de podas sobre la vegetación sea necesaria para favorecer el crecimiento de la vegetación, aumentando el crecimiento de la copa al disponer de un mayor espacio.

Se plantean como necesarias a partir de una edad de la masa de unos 15 años.

4.2.6. Claras y clareos

A partir de estos métodos se llevará la densidad de la masa inicial a una densidad más adecuada de unas 400 o 600 plantas por hectárea.

Estas cortas se llevarán a cabo principalmente en las edades juveniles de la masa para mejorar la masa que queda en pie, dotándola de calidad y vigor con la posibilidad de obtener productos intermedios con las claras.

5. INGENIERÍA DEL PROYECTO

5.1. Repoblación

5.1.1. Apeo de rodales

El apeo de rodales es necesario para definir las diferentes zonas del proyecto que se consideran de características similares. Aunque el área que comprende este proyecto presenta unas características homogéneas, se decide llevar a cabo el apeo de rodales en función de la pendiente así como de las especies a implantar, cobrando una gran importancia las zonas de vaguada. (*Véase Plano 7. Rodales de repoblación*)

Con lo cual, se han dividido las 32 hectáreas que conforman la zona de estudio en 11 rodales, a continuación en la Tabla 28:

Tabla 28. Apeo de rodales de repoblación.

Rodal	Superficie (ha)	Pendiente (%)
1	2,49	25 - 35
2	5,52	5 - 15
3	3,39	5 - 15
4	2,69	5 - 15
5	3,56	15 - 25
6	2,56	15 - 20
7	1,26	15 - 20
8	3,56	20 - 30
9	2,24	20 - 30
10	2,24	15 - 25
11	2,65	15 - 25

5.1.2. Preparación del terreno

a. Maquinaria y aperos

Se distinguen 11 rodales dentro de los cuales se ha elegido el método de preparación del terreno que se ha considerado más adecuado.

- Ahoyado mecanizado con retroexcavadora

Será el método de preparación del terreno que se aplique de forma mayoritaria a los rodales ya que las pendientes que presentan no son excesivamente elevadas. La retroexcavadora que se va a utilizar será de una potencia aproximada de 95 CV y un rendimiento comprendido entre los 40 y los 65 hoyos/hora, trabajará desplazándose en línea de máxima pendiente y rellenará los hoyos realizados con la propia tierra que ha sido extraída con el cazo.

Este método de preparación del terreno se aplicará a los rodales 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10 y 11.

- Ahoyado mecanizado con retroaraña

Para los rodales restantes, es decir los rodales número 1, 8 y 9, ya que presentan unas pendientes ligeramente superiores a las anteriores, se va a mecanizar la preparación del terreno utilizando una retroaraña, se trata de un tipo de retroexcavadora adaptada para trabajar en terrenos forestales, con una potencia de 100 CV y un rendimiento comprendido entre los 60 y los 80 hoyos/hora, en función de la pendiente a la que esté trabajando.

b. Intensidad de la actuación

El marco de plantación será en todos los rodales al tresbolillo con el fin de interceptar al máximo la escorrentía y evitar que continúen los procesos erosivos en la zona de interés.

En los rodales en los que la preparación del terreno se haga con retroexcavadora, el marco de plantación será al tresbolillo con una distancia de 3 x 3 metros, dando una densidad inicial de la masa de 1100 plantas/ha.

En aquellos rodales en los que la preparación del terreno se haga usando una retroaraña, el marco de plantación seguirá siendo al tresbolillo pero más reducido, de 2,5 x 2,5 metros, que da una densidad inicial de 1600 plantas/ha con el fin de sujetar el terreno de forma más rápida y eficiente.

Las dimensiones de los hoyos, independientemente del método de preparación del terreno, serán de 60 x 60 x 60 centímetros por lo que la retroexcavadora tendrá que introducir en el terreno el cazo las veces que sean necesarias para conseguir las medidas establecidas.

c. Ejecución de la actuación

- Rodales 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10 y 11: Ahoyado mecanizado con retroexcavadora

Previo a la apertura de los hoyos es necesario hacer un marcado de los hoyos en el terreno siguiendo el marco establecido para estos rodales de 3 x 3 m. la máquina se desplazará en línea de máxima pendiente e irá abriendo los hoyos a medida que avanza, desde una misma posición puede abrir hoyos de diferentes líneas de plantación. Estos hoyos tendrán que cumplir con las medidas establecidas de 60 x 60 x 60 centímetros.

- Rodales 1, 8 y 9: Ahoyado mecanizado con retroaraña

Al igual que en el caso anterior, es necesario hacer previamente un marcado de hoyos siguiendo el marco al tresbolillo establecido de 2,5 x 2,5 metros. La retroaraña se desplazará en línea de máxima pendiente apoyando el cazo en el suelo. Los hoyos tienen que cumplir con las medidas establecidas de 60 x 60 x 60 centímetros.

d. Rendimientos

Se exponen a continuación de forma estimada los rendimientos de los dos métodos de preparación del terreno de los rodales que conforman la zona del proyecto.

- Rodales 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10 y 11: Ahoyado mecanizado con retroexcavadora

Densidad: 1100 plantas/ha

Rendimiento: 65 hoyos/hora

Horas necesarias por hectárea: 17

- Rodales 1, 8 y 9: Ahoyado mecanizado con retroaraña

Densidad: 1600 plantas/ha

Rendimiento: 80 hoyos/hora

Horas necesarias por hectárea: 20

En la Tabla 29 quedan reflejadas las horas necesarias para cada uno de los rodales así como los jornales de 8 horas que van a suponer dicha preparación del terreno:

Tabla 29. Rendimientos de los rodales de repoblación.

Rodal	Superficie (ha)	Horas de trabajo	Jornales (8h)
1	2,49	49,80	6,23
2	5,52	93,84	11,73
3	3,39	57,63	7,20
4	2,69	45,73	5,72
5	3,56	60,52	7,57
6	2,56	43,52	5,44
7	1,26	21,42	2,68
8	3,56	71,20	8,90
9	2,24	44,80	5,60
10	2,24	38,08	4,76
11	2,65	45,05	5,63

5.1.3. Plantación

a. Tipo de planta

Las especies que se van a introducir en esta repoblación así como sus características son las especificadas en la Tabla 30.

Tabla 30. Información de las especies a introducir en la repoblación.

Especie	Tipo	Savias	Región de procedencia
<i>Pinus halepensis</i>	Contenedor	1	Repoblaciones de la Meseta Norte
<i>Pinus pinea</i>	Contenedor	1	Meseta Norte
<i>Juniperus thurifera</i>	Contenedor	1	-
<i>Ephedra distachya</i>	Contenedor	1	-
<i>Quercus faginea</i>	Semilla	-	Páramos castellanos
<i>Quercus ilex subsp. ballota</i>	Semilla	-	Cuenca central del Duero
<i>Amygdalus communis</i>	Contenedor	1	Páramos del Duero-Fosa Almazán/ Tierras del pan y del vino
<i>Crataegus monogyna</i>	Contenedor	1	-
<i>Prunus spinosa</i>	Contenedor	1	-
<i>Sorbus domestica</i>	Contenedor	1	-

Las características exigidas de la planta a introducir se encuentran especificadas en el Anejo VII. Ingeniería del proyecto, en el punto 1.3.1. Tipo de planta.

b. Necesidades de planta

Las necesidades de planta para cada uno de los rodales quedan especificadas en la Tabla 31, se plantea un incremento del 5% en planta en previsión de posibles mermas de material que se pueden dar a lo largo del proceso de ejecución de las obras.

Tabla 31. Necesidades de planta para cada uno de los rodales.

Rodal	Superficie (ha)	Densidad (plantas/ha)	Especie	Porcentaje (%)	Planta (+5%)
1	2,49	1600	<i>Pinus halepensis</i>	70	2928
			<i>Pinus pinea</i>	20	837
			<i>Crataegus monogyna</i>	10	418
2	5,52	1100	<i>Pinus halepensis</i>	70	4463
			<i>Amygdalus communis</i>	15	956
			<i>Juniperus thurifera</i>	15	956
3	3,39	1100	<i>Pinus halepensis</i>	70	2741
			<i>Sorbus domestica</i>	10	392
			<i>Quercus faginea</i>	20	783
4	2,69	1100	<i>Pinus halepensis</i>	70	2175
			<i>Quercus ilex subsp. ballota</i>	15	466
			<i>Amygdalus communis</i>	15	466
5	3,56	1100	<i>Pinus halepensis</i>	90	3701
			<i>Sorbus domestica</i>	10	411

Tabla 31 (cont.). Necesidades de planta para cada uno de los rodales.

Rodal	Superficie (ha)	Densidad (plantas/ha)	Especie	Porcentaje (%)	Planta (+5%)
6	2,56	1100	<i>Pinus halepensis</i>	90	2661
			<i>Crataegus monogyna</i>	10	296
7	1,26	1100	<i>Pinus halepensis</i>	70	1019
			<i>Pinus pinea</i>	15	218
			<i>Quercus faginea</i>	15	218
8	3,56	1600	<i>Pinus halepensis</i>	85	5084
			<i>Juniperus thurifera</i>	10	598
			<i>Prunus spinosa</i>	5	299
9	2,24	1600	<i>Pinus halepensis</i>	75	2822
			<i>Juniperus thurifera</i>	15	564
			<i>Prunus spinosa</i>	10	376
10	2,24	1100	<i>Pinus pinea</i>	85	2199
			<i>Quercus faginea</i>	10	259
			<i>Ephedra dystachia</i>	5	129
11	2,65	1100	<i>Pinus halepensis</i>	85	2602
			<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ballota</i>	10	306
			<i>Ephedra dystachia</i>	5	153

En la distribución de las especies ha prevalecido establecer una plantación diversa así como mantener las especies de pináceas presentes en todos los rodales ya que son de hoja perenne con lo que pueden mantener la protección sobre el suelo durante todo el año. El resto de las especies aparecerán en menor proporción pero dotarán a la zona de una gran biodiversidad además de introducir especies de interés agroforestal como el almendro (*Amygdalus communis*) y el gerbo (*Sorbus domestica*).

Cabe destacar que de las semillas se pide el doble de cantidad ya que en cada protector se introducirán dos semillas con el fin de garantizar la germinación de al menos, una de ellas.

A continuación, en la Tabla 32, se muestra el total de planta o semilla a introducir.

Tabla 32. Necesidad total de planta o semilla por especie.

Especie	Total Planta/Semilla
<i>Pinus halepensis</i>	30195
<i>Pinus pinea</i>	3254
<i>Juniperus thurifera</i>	1756
<i>Ephedra distachya</i>	282
<i>Quercus faginea</i>	2520

Tabla 32 (cont.). Necesidad total de planta o semilla por especie.

Especie	Total Planta/Semilla
<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ballota</i>	1544
<i>Amygdalus communis</i>	1422
<i>Crataegus monogyna</i>	583
<i>Prunus spinosa</i>	464
<i>Sorbus domestica</i>	803

c. Viveros

La planta será suministrada por viveros que se encuentren a una distancia máxima de 100 kilómetros de

la zona del proyecto.

d. Transporte

Previo al transporte, las plantas han de haber sido seleccionadas y comprobar que cumplen con los criterios establecidos. Llegarán a la zona del proyecto en camiones en caja de cartón o madera cerrada para evitar desecaciones, este transporte se realizará preferiblemente en días nublados o en horas frescas del día para no poner en peligro la supervivencia de la planta.

Las plantas serán transportadas en bandejas de alveolos de 220 cc, en cada bandeja habrá un total de 40 plantas, será, transportadas en cajas de tamaño 30 x 50 cm. La capacidad del camión es de 7 m³, por lo que en un viaje del camión podrían transportarse in máximo de 795 bandejas, lo que sería un total de 31800 plantas transportadas.

Ya que en total se van a introducir 38759 brinzales, se necesitarán dos viajes de ida y vuelta para transportar toda la planta. Las semillas del género *Quercus* serán transportadas en el segundo viaje ya que hay espacio suficiente en el camión, se necesitará mantener unas condiciones adecuadas de temperatura y humedad ya que se trata de semillas recalcitrantes que pierden la viabilidad muy rápido.

e. Época de plantación y siembra

La plantación ha de realizarse en parada vegetativa, con el terreno con tempero y cuando no exista riesgo de heladas para así lograr el mayor establecimiento de planta posible.

Teniendo en cuenta que el periodo de heladas muy probables va de noviembre a marzo y que la planta comenzará a estar disponible en vivero a finales de septiembre aproximadamente, se decide que el periodo de plantación estará comprendido entre el 1 de octubre y el 1 de noviembre.

La siembra se hará de forma simultánea a la plantación de los brinzales, en caso de no conseguir semilla suficiente hasta la fecha establecida para la plantación, la siembra se podrá alargar durante el mes de noviembre ya que las semillas no sufrirán tanto riesgo de heladas al estar enterradas.

f. Herramienta

Tanto la plantación como la siembra se hará de forma manual utilizando una azada de boca estrecha.

g. Distribución de la planta

La planta se transportará del vivero a la zona de plantación a medida que sea necesitada por los operarios encargados de hacer la plantación, de esta forma se evitará que sufra daños por pasar demasiado tiempo en condiciones poco apropiadas.

El transporte, como ya se ha mencionado, se realizará en cajas de madera o de cartón. El transporte de las semillas deberá hacerse en cajas aisladas herméticamente en las que se pueda mantener una temperatura baja y adecuada para mantener la viabilidad de las semillas.

La distribución por la zona a repoblar se hará a primera hora de la mañana en cantidad suficiente como para asegurar su distribución durante la jornada laboral.

h. Plantación y siembra

La plantación se realizará manualmente debido a las condiciones de pendiente que presenta el terreno para el uso de la maquinaria destinada a esta finalidad.

Únicamente se utilizará la tierra que ha sido extraída del propio hoyo. Se tendrá especial cuidado en que la planta quede colocada correctamente y con la tierra compactada para que no haya cámaras de aire, se completa con una microcuenca en forma de media luna y un alcorque de altura mínima 15 centímetros que ayuden a retener el agua por escorrentía y aumenten la disponibilidad de agua para la planta.

En el caso de la siembra, el hoyo se realizará también manualmente con la azada de boca estrecha. Tras retirar una porción de tierra se introducirá el protector de semillas (Reque y Martín, 2015) con dos bellotas en el interior de cada uno. Se realiza también la microcuenca y el alcorque correspondiente en cada uno de los hoyos pero en este caso, la tierra debe quedar ligeramente suelta para facilitar la germinación.

Posterior tanto a la plantación como a la siembra se deben de regar todos los alcorques para garantizar un primer aporte de agua.

i. Rendimientos

Se establece que el rendimiento tanto para la plantación como para la siembra es de 150 plantas o semillas por jornal, con ello, los jornales de plantación para cada uno de los rodales son los establecidos a continuación en la Tabla 33.

Tabla 33. *Jornales necesarios para plantación y siembra para cada uno de los rodales.*

Rodal	Superficie (ha)	Densidad (plantas/ha)	Jornales (8h)
1	2,49	1600	27,89
2	5,52	1100	42,50
3	3,39	1100	26,10
4	2,69	1100	20,71
5	3,56	1100	27,41
6	2,56	1100	19,71

Tabla 33 (cont.). *Jornales necesarios para plantación y siembra para cada uno de los rodales.*

Rodal	Superficie (ha)	Densidad (plantas/ha)	Jornales (8h)
7	1,26	1100	9,70
8	3,56	1600	39,87
9	2,24	1600	25,09
10	2,24	1100	17,25
11	2,65	1100	20,40

j. Riegos

El éxito de la repoblación va a estar condicionado en gran parte por la meteorología, en especial, por la sequía estival. Por ello, para evitar un porcentaje de marras excesivo se establecen una serie de riegos mensuales a lo largo del periodo estival, de junio a septiembre.

Las dosis establecidas son de 7 litros para las especies arbóreas y 4 litros para las arbustivas. Se necesitarán 28 camiones cisterna de 10 000 litros de capacidad.

Estas dosis podrán ser ajustadas en función de las necesidades que presente la vegetación.

k. Reposición de marras

Según Serrada (1993), para las densidades iniciales de planta introducidas, se admite un porcentaje de marras inferior al 10%. La edad máxima admisible para hacer esta reposición será hasta el tercer o cuarto año de la plantación, esto se valorará en función de la evolución que presente la repoblación.

l. Podas

Se plantean que sean necesarias las podas a partir de una edad aproximada de la masa de 15 años, aunque se podrán adelantar o atrasar en caso de que se considere necesario. Se comenzarán a hacer en el momento en el que la masa alcance el estado de monte bravo o latizal bajo, en el caso de las podas bajas.

Se realizarán a savia parada con el corte lo más próximo al tronco, controlando tanto la densidad de ramas podadas como el diámetro de éstas. Los pesos variarán en función del estado que presente la masa (presencia o ausencia de plagas y enfermedades forestales, prevención de incendios, ...).

m. Claras y clareos

Con estos procesos se reducirá la densidad inicial de 1100 ó 1600 pies por hectárea a densidades más adecuadas para el crecimiento de la masa de 400 ó 600 pies por hectárea. Los clareos se llevarán a cabo cuando la masa esté en los estados de repoblado y monte bravo, mientras que las claras se aplicarán una vez haya alcanzado el estado de latizal.

El régimen de claras, así como el peso de éstas y la edad a la que se comiencen a hacer, va a variar en función del crecimiento que presente la especie principal de la masa, que en este caso va a ser *Pinus halepensis*. Si el crecimiento es el esperado, estos trabajos se empezarán a aplicar cuando la masa alcance los 20 ó 30 años.

5.1.4. Trabajos complementarios

a. Colocación de los protectores

Tanto en el caso de plantación de brinzales como para la siembra, los protectores se colocarán de forma simultánea a ambas.

Los protectores de brinzales serán de un material plástico con una altura de 60 centímetros, serán retirados una vez la planta tenga un tamaño suficiente como para sobrevivir por sí sola. (*Véase Plano 10. Detalle de la plantación*).

Los protectores de semillas (Reque y Martín, 2015) que se van a colocar tendrán en su interior dos bellotas. Están hechos de malla metálica (las instrucciones para su construcción quedan detalladas tanto en el Anejo VII. Ingeniería del proyecto como en el Pliego de Condiciones) en forma de cilindro acabando con un embudo, en la parte superior se coloca además un protector de planta como los mencionados anteriormente. Estos protectores se retirarán como en el caso anterior, una vez la planta haya alcanzado un tamaño suficiente. (*Véase Plano 11. Detalle del protector de semillas (Reque y Martín, 2015)*).

b. Reparación de caminos

Previo al comienzo de las obras de preparación del terreno se programa la reparación de los caminos de acceso a la zona del proyecto con el fin de que estos estén en un estado óptimo durante la ejecución de las obras. Se realizará un aporte de material fino obtenido sobre el propio firme de la pista, se utiliza una retroexcavadora con la que se quiere tanto recuperar la anchura útil de los caminos de 3,5 metros así como rellenar los socavones presentes a lo largo de ellos, depositando sobre el firme material fino posteriormente se utilizará un compactador para que el material quede correctamente distribuido por el firme.

La distancia de camino a reparar es de 4,71 kilómetros con la anchura establecida anteriormente de 3,5 metros. (*Véase Plano 8. Reparación de vías de acceso*).

c. Cortafuegos perimetral

Para evitar un riesgo como es los incendios forestales en los ambientes mediterráneos se realizará un cortafuegos perimetral a la zona de plantación con el fin de establecer una línea de defensa contra los incendios, rompiendo la continuidad del combustible entre los terrenos agrícolas y la plantación forestal.

Se realizará una zona al aire con el fin de que la eliminación de la vegetación no sea total para evitar un impacto paisajístico alto. El perímetro a cubrir es de 6,45 kilómetros con una anchura de 8 metros. (*Véase Plano 9. Cortafuegos perimetral*).

Este cortafuegos se realizará una vez hayan finalizado las obras de repoblación, a lo largo del invierno.

6. PROGRAMA DE EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA

A continuación, en la Tabla 34 se incluye la representación gráfica del calendario del programa de ejecución de las obras.

Para más detalle véase en Anejo VIII. Programa de ejecución y puesta en marcha.

Tabla 34. Resumen del programa de ejecución del proyecto (Estimación optimista).

MES	MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE			
SEMANA	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
REPARACIÓN DE CAMINOS (A)																												
MARCADO DE HOYOS (B)																												
AHOYADO CON RETROEXCAVADORA (C)																												
AHOYADO CON RETROARAÑA (D)																												
TRANSPORTE Y AVIVERADO (E)																												
PLANTACIÓN (F)																												
SIEMBRA (F)																												
COLOCACIÓN DE PROTECTORES (F)																												
CORTAFUEGOS PERIMETRAL (G)																												

Como se ha mencionado anteriormente, a mayores de este programa de ejecución de obras se incluyen los riegos durante la época estival, la retirada de los protectores, el cortafuegos perimetral así como futuras actuaciones en la masa como podas, claras y klareos.

Asimismo, también se calculan los posibles retrasos que se pueden dar en la obra de tal forma que no afecte a la fecha final de las obras, según el diagrama de PERT, a continuación en la Figura 7, en camino crítico tiene como punto medio el ahoyado mecanizado con retroexcavadora, es decir, que si se retrasan estas obras, la totalidad del proceso sufrirá un atraso.

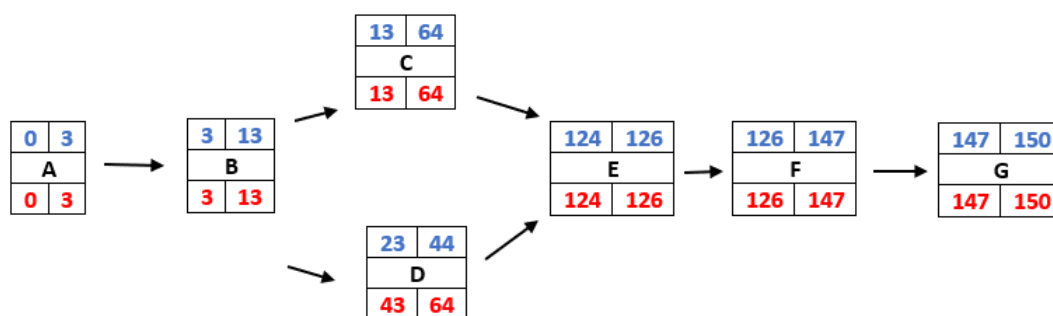


Figura 7. Diagrama de PERT para la ejecución de las obras de este proyecto.

En la parte superior del diagrama se encuentran los números en color azul que simbolizan los días en los que se dará la ejecución de las obras si todo va bien, en rojo, en la parte inferior, el máximo retraso que pueden tener estas obras sin causar retrasos en el programa general de ejecución de las obras.

A continuación, en la Tabla 35, se expresa el programa de ejecución del proyecto con las fechas calculadas en el camino crítico, en el caso de que ocurra un retraso mayor que el estipulado aquí, afectará a la totalidad de las obras que no estarán finalizadas para la fecha establecida del 1 de noviembre.

Tabla 35. Ejecución del proyecto para las fechas más tardías.

MES	MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE			
SEMANA	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
REPARACIÓN DE CAMINOS (A)																												
MARCADO DE HOYOS (B)																												
AHOYADO CON RETROEXCAVADORA (C)																												
AHOYADO CON RETROARAÑA (D)																												
TRANSPORTE Y AVIVERADO (E)																												
PLANTACIÓN (F)																												
SIEMBRA (F)																												
COLOCACIÓN DE PROTECTORES (F)																												
CORTAFUEGOS PERIMETRAL (G)																												

7. NORMAS PARA LA EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA

Las normas que han sido establecidas para la ejecución de las obras quedan detalladas en el Pliego de Condiciones de este mismo Proyecto.

8. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

Las condiciones y normas de este apartado se encuentran en el Anejo XI. Estudio básico de seguridad y salud laboral.

9. LEGISLACIÓN APLICABLE

Para la ejecución de este proyecto se deben cumplir todas las leyes y normativas que han sido incluidas en el Anejo X. Legislación aplicable.

10. EVALUACIÓN DEL PROYECTO

A continuación, se estudian los posibles beneficios en el futuro que puede tener la ejecución de este proyecto.

10.1. Evaluación económica

Al ser un proyecto con una finalidad eminentemente protectora, no va a ser un gran generador en el futuro inmediato de beneficios aunque sí una vez se empiecen a ejecutar claras sobre la masa.

Se obtendrá básicamente una serie de beneficios indirectos:

- Mitigar la erosión de las laderas con lo que se reducirán las pérdidas de suelo y las deposiciones de estos suelos sobre los terrenos agrícolas que se encuentran ladera abajo así como en el arroyo.
- Enriquecimiento florístico y faunístico.
- Mejora del paisaje y calidad visual.
- Aumento de la superficie verde y mayor sumidero de carbono.
- Introducción de especies de interés agroforestal.

10.2. Evaluación social

El ecosistema se verá favorecido con la introducción de una nueva superficie forestal, asimismo se ve fomentado el patrimonio natural ya que incluye una notable cantidad de especies, generando biodiversidad.

Los posibles usuarios del monte podrán disfrutar del entorno en el que se encuentra localizado el proyecto así como del paisaje que éste genera.

10.3. Evaluación ecológica

La vegetación proporcionará refugio, alimento y cría de la fauna además de detener los procesos erosivos que se dan en la ladera.

Hay que tener en cuenta que el beneficio que va a portar la vegetación no va a ser inmediato sino que se necesita un periodo de tiempo para que ésta arraigue y crezca.

10.4. Evaluación de impacto ambiental

Según la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, este proyecto no debe someterse a un Estudio de Impacto Ambiental ya que no supera las 50 hectáreas.

11. PRESUPUESTO

Se muestran a continuación los resultados del presupuesto (*Véase Documento 5. Presupuesto*), tanto del Presupuesto de Ejecución Material (P.E.M.) como del Presupuesto de Ejecución por Contrata.

Los cálculos que se han realizado para el presupuesto se han hecho a través del programa Arquímedes.

11.1. Presupuesto de Ejecución Material

Tabla 36. Presupuesto de ejecución material del presente proyecto.

Capítulo I. Reparación de vías de acceso	13.706,10 €
Capítulo II. Preparación del terreno	46.127,91 €
Capítulo III. Plantación y siembra	90.757,04 €
Capítulo IV. Apertura de cortafuegos perimetral	1.379,68 €
Capítulo V. Riegos durante la época estival	20.647,00 €
Capítulo VI. Seguridad y salud	5.178,53 €
Total Presupuesto de Ejecución Material	177.796,26 €

‘ASCIENDE EL **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL** DEL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO FORESTAL DE 32 HA DE CINCO MONTES DEL MUNICIPIO DE VALLE DE CERRATO (PALENCIA) A **CIENTO SETENTA Y SIETE MIL SETECIENTOS NOVENTA Y SEIS EUROS CON VENTISEIS CÉNTIMOS (177.796,26 €)**’.

11.2. Presupuesto de Ejecución por Contrata

Por otra parte, se calcula el Presupuesto de Ejecución por Contrata en el que se añade al Presupuesto de Ejecución Material el porcentaje correspondiente a los gastos generales (13%), el beneficio industrial (6%), como se observa en la Tabla 37.

Cabe destacar que se aplica el I.V.A. separando por un lado el del material de planta forestal y semilla, de un 10%, del resto del proyecto, al que se aplica el I.V.A. estándar del 21%.

Tabla 37. Presupuesto de Ejecución por Contrata del presente proyecto.

Presupuesto de Ejecución Material	177.796,26 €
Gastos generales (13%)	23.113,51 €
Beneficio industrial (6%)	10.667,78 €
Precio planta y semilla	26.030,56 €
Total parcial – Precio planta y semilla	185.546,99 €
I.V.A. (21%)	38.964,87 €
I.V.A. Planta y semilla (10%)	2603,06 €
Total Presupuesto de Ejecución por Contrata	227.114,92 €

'ASCIENDE EL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA DEL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO FORESTAL DE 32 HA DE CINCO MONTES DEL MUNICIPIO DE VALLE DE CERRATO (PALENCIA) A DOSCIENTOS VENTISIETE MIL CIENTO CATORCE EUROS CON NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS (227.114,92 €)'.

Palencia, octubre de 2021

A handwritten signature in red ink that reads "Alba Magarzo Manchón". The signature is written in a cursive style and is enclosed within a red oval-shaped scribble.

Fdo.: Alba Magarzo Manchón

ANEJOS A LA MEMORIA

ÍNDICE GENERAL DE ANEJOS A LA MEMORIA

- 1. ANEJO I. ESTUDIO CLIMATOLÓGICO**
- 2. ANEJO II. ESTUDIO EDAFOLÓGICO**
- 3. ANEJO III. ESTUDIO DE LA CUENCA**
- 4. ANEJO IV. ESTUDIO DE VEGETACIÓN**
- 5. ANEJO V. ESTUDIO DE FAUNA**
- 6. ANEJO VI. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**
- 7. ANEJO VII. INGENIERÍA DEL PROYECTO**
- 8. ANEJO VIII. PROGRAMA DE EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA**
- 9. ANEJO IX. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS**
- 10. ANEJO X. LEGISLACIÓN APLICABLE**
- 11. ANEJO XI. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL**
- 12. ANEJO XII. BIBLIOGRAFÍA**
- 13. ANEJO XIII. FOTOGRÁFICO**

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo I. Estudio climático

1. DATOS DISPONIBLES	1
2. ELEMENTOS CLIMÁTICOS HÍDRICOS. PRECIPITACIONES	1
2.1. Estudio de la dispersión de las precipitaciones	4
3. ELEMENTOS CLIMÁTICOS TÉRMICOS. TEMPERATURAS	7
4. RÉGIMEN DE HELADAS	10
4.1. Estimaciones directas	10
4.2. Estimaciones indirectas	10
4.2.1. Régimen de heladas según Emberger (1932).....	10
4.2.2. Régimen de heladas según Papadakis (1952).....	11
5. ÍNDICES CLIMÁTICOS	11
5.1. Índice de Lang (1915).....	11
5.2. Índice de Vernet (1966)	12
5.3. Índice de Dantin-Revenga (1940)	12
5.4. Índice de Emberger (1932)	13
6. ÍNDICES DE CONTINENTALIDAD	15
6.1. Índice de continentalidad de Gorzynski (1920)	15
6.2. Índice de oceanidad de Kerner (1962)	15
6.3. Índice de Rivas-Martínez (1987)	16
7. CLIMODIAGRAMA OMBROTÉRMICO DE GAUSSEN (1953)	17
8. CLASIFICACIÓN DE KÖPPEN (1918).....	18
9. CLASIFICACIÓN FITOCLIMÁTICA DE ALLUÉ ANDRADE (1990).....	19
10. BIOCLIMATOLOGÍA	19
10.1. Índice de termicidad	19
10.2. Pisos bioclimáticos	19
10.3. Horizontes bioclimáticos.....	20
10.4. Periodo de actividad vegetal	20
10.5. Ombroclima.....	20
10.6. Índice de aridez estival bimensual.....	21
11. ÍNDICES HIDROLÓGICOS EN RELACIÓN CON EL CLIMA	21
11.1. Módulo pluviométrico anual.....	21
11.2. Módulo pluviométrico anual medio	21

11.3.	Índice de humedad anual	21
11.4.	Índice de irregularidad pluviométrico	23
11.5.	Índice de aridez de la UNESCO (UNEP, 1992)	23
11.6.	Índice de agresividad climática de Fournier (1960)	24
11.7.	Factor de erosividad medio de la lluvia: Factor R de la USLE (1978)	25

ANEJO I: ESTUDIO CLIMÁTICO

1. DATOS DISPONIBLES

Para la elección del observatorio del que se van a tomar los datos para la elaboración del presente proyecto, además de tener una serie de datos representativa, se ha basado en las características geográficas del relieve, proximidad, a una altitud semejante a la zona de estudio y con ausencia de barreras que puedan alterar las condiciones climatológicas.

Para las series de precipitaciones se utilizarán las series de datos del observatorio de Magaz de Pisuerga (Tabla 1), necesitando 30 años de datos. Para las series de temperaturas serán usadas las series de datos del observatorio de Autilla del Pino (Tabla 2), siendo la longitud de la serie de datos de 15 años. Las listas de datos obtenidas son completas y actualizadas, en el caso de que exista puntualmente alguna laguna de información de algún mes, este hueco será completado con la media de la serie de datos.

La información situada a continuación ha sido proporcionada por la Agencia Estatal de Meteorología en junio del año 2021. Los cálculos realizados en los apartados que se encuentran a continuación se basan en los apuntes de las asignaturas impartidas en el grado de 'Edafología y climatología' y 'Hidrología forestal y recuperación de espacios degradados'.

Tabla 1. Información perteneciente al observatorio de Magaz de Pisuerga (Palencia).

Nombre del observatorio	Magaz de Pisuerga
Provincia	Palencia
Cuenca hidrográfica	Duero
Indicativo climatológico	2358
Tipo de observatorio	Pluviométrico
Coordenadas UTM	X:381570 Y:4648787 (ETRS89 30N)
Altitud	728
Período de las observaciones	Precipitaciones: 1989-2019 (30 años)

Tabla 2. Información perteneciente al observatorio de Autilla del Pino (Palencia).

Nombre del observatorio	Autilla del Pino
Provincia	Palencia
Cuenca hidrográfica	Duero
Indicativo climatológico	2400E
Tipo de observatorio	Termopluviométrico
Coordenadas UTM	X:367251 Y:4650526 (ETRS89 30N)
Altitud	874
Período de las observaciones	Temperaturas: 2005-2020 (15 años)

2. ELEMENTOS CLIMÁTICOS HÍDRICOS. PRECIPITACIONES

Como se ha mencionado anteriormente, los datos pluviométricos utilizados para realizar los cálculos referentes a las precipitaciones son los del observatorio de Magaz

de Pisuerga. La serie de datos tendrá una longitud de 30 años consecutivos para que sea lo más representativa posible, desde 1990 a 2019, ambos incluidos.

El elemento del clima, y en concreto las precipitaciones, será determinante en este proyecto ya que la erosión producida por estas puede considerarse una de las causas mayores de degradación de las laderas que ocupan este proyecto y por lo tanto, condicionarán las decisiones que se tomen.

A continuación, en la tabla 3, se muestran los datos básicos de precipitación mensual y precipitación media anual (P), de los que se partirán para hacer los cálculos pertinentes posteriormente.

Tabla 3. *Precipitación para cada mes y año. Precipitación anual (P), precipitación media mensual (P_{mes}) y precipitación media anual, todo ello expresado en mm. A partir de la serie de datos del observatorio de Magaz de Pisuerga.*

Año	Ene.	Feb.	Mar.	Ab.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	P
1990	29	8,9	3,1	37,8	43,2	19,9	12,9	6,6	23,3	46,2	52,9	20,5	304,3
1991	30,5	34	49	34,3	69,2	4,9	0,8	0	56,2	26,2	28,2	7,9	341,2
1992	10,9	4,5	14,8	27,2	48,5	85	0,6	43,9	34,5	84,1	4,3	38,2	396,5
1993	2,5	7,5	11,9	26,7	67,5	49,7	2,5	25,7	55,1	125,5	30,1	5,5	410,2
1994	39,8	35,4	0,6	11,5	73,1	21,7	22,3	30,6	19,1	55,7	50,2	33,4	393,4
1995	32,5	41,6	11,1	17,7	29,1	43	16,7	3,7	17,1	16,5	77,4	127,7	434,1
1996	102,8	15,3	51,2	41,8	44,4	12,2	4,9	32,1	30,2	6,6	33,9	117,5	492,9
1997	55,6	3,7	0	15,4	181,2	37,6	82,5	67,6	15,1	54	113,5	128,1	754,3
1998	45,1	11,4	12,6	63,6	68,6	14,9	25,9	22,1	40,3	14,8	12,4	50,7	382,4
1999	45,4	3,8	13	46,3	71,7	5,1	14,7	30,8	37,6	109	18,7	15,1	411,2
2000	14,8	3,9	19,8	111,8	27,8	25,6	28,8	44,9	23,3	39,7	101	70	511,4
2001	103	9,1	69,7	4,2	55,9	0,9	20,7	14	21,4	32,6	11	12,5	355
2002	34,2	8,5	14,8	18,5	26,5	6,3	7,6	15,1	44,2	52,7	63	70,6	362
2003	64,9	60,7	14,6	48,4	35,2	19,4	2,8	34,4	32,4	91,1	61,6	24,5	490
2004	23,3	19,1	49,7	22,5	33	25,5	2,5	30,6	36,6	50	25,4	23,7	341,9
2005	8	4,6	24,1	34,4	22,6	13,7	0	8,4	15,4	104,6	61,1	23,2	320,1
2006	27,4	35,5	26,5	26,6	33,3	42,1	27,6	12	47	92,6	64,5	23,7	458,8
2007	23,7	49,2	11,1	33,7	67,6	43,8	0,8	39,2	65,9	46,8	35,1	3,5	420,4
2008	25,4	34,4	11,7	92,1	118,9	28,5	1,2	2,2	27,7	60,7	31,6	48,8	483,2
2009	23,2	11,7	3,2	27,4	23,4	37,7	0,7	24,2	10,2	42,6	17,8	101,2	323,3
2010	63,2	44,5	43,8	45,8	41,3	70,1	5	0	35,4	59,2	31	119,6	558,9
2011	44,7	27,1	35,7	86,4	38,5	24,5	97,3	35,5	0	18	47,9	4,6	460,2
2012	16	4,4	3,6	72,9	28,1	13,1	21,2	1,4	27,8	66,3	42,7	28,5	326

Tabla 3 (cont.). Precipitación para cada mes y año. Precipitación anual (P), precipitación media mensual (P_{mes}) y precipitación media anual, todo ello expresado en mm. A partir de la serie de datos del observatorio de Magaz de Pisuerga.

Año	Ene.	Feb.	Mar.	Ab.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	P
2013	46,3	48,4	105,3	32,3	49,8	62,9	41,7	0,3	31,3	71	12,2	69,1	570,6
2014	61,2	50,7	12,4	18,4	20,2	10,5	36,1	0,6	29,7	51,2	63,3	8,4	362,7
2015	18,2	11,4	12,9	49,8	9,3	112,2	10,9	15	17,1	45,9	42,7	15,3	360,7
2016	94,2	43,8	37,7	105,1	49	2,3	8,3	1,3	10,2	38,8	31,6	10,7	433
2017	10,2	36,4	13,3	5,5	49,3	7,8	16,9	23	0,8	3,9	17,5	25,4	210
2018	50,9	40,8	107,4	83,2	52,2	72,3	41,4	0,3	10,8	13,7	51,3	11,7	536
2019	21,1	3,7	10	35	11,2	13,2	15	5,4	22,3	62	47	64,9	310,8
P_{mes}	38,9	23,8	26,5	42,5	49,7	30,9	19,0	19,0	27,9	52,7	42,7	43,5	417,2

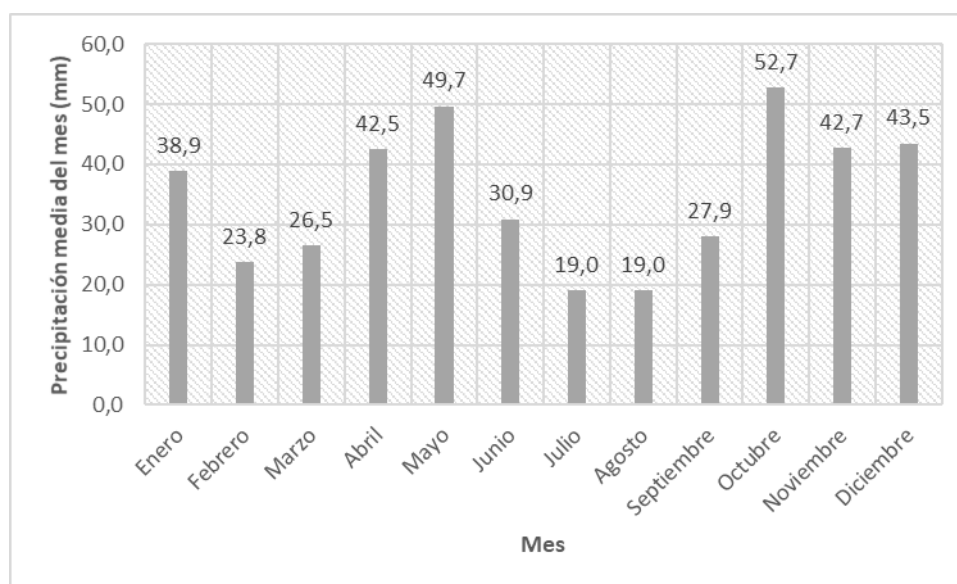


Figura 1. Representación gráfica de la precipitación media mensual expresada en mm a partir de la serie de datos del observatorio de Magaz de Pisuerga.

Para la serie de datos estudiada que se encuentra anteriormente, la precipitación media anual es de 417,2 milímetros. Los meses con mayor precipitación son octubre y mayo, con 52,7 y 49,7 mm respectivamente. Los meses más secos se encuentran en la época estival, julio y agosto, ambos con una precipitación mensual media de 19 mm.

Mientras que en la Figura 1 queda representada la distribución de las precipitaciones a lo largo del año, a continuación en la Figura 2 queda representado la distribución de precipitaciones a lo largo de las estaciones.

La mayor parte de las precipitaciones quedan concentradas en la estación primaveral con 114,4 mm, reduciéndose considerablemente en el verano, llegando a

su valor más bajo con respecto al resto de las estaciones con 65,9 mm. Tanto en otoño como invierno las precipitaciones se mantienen estables, con unos valores de 97,6 y 97,9 mm respectivamente.

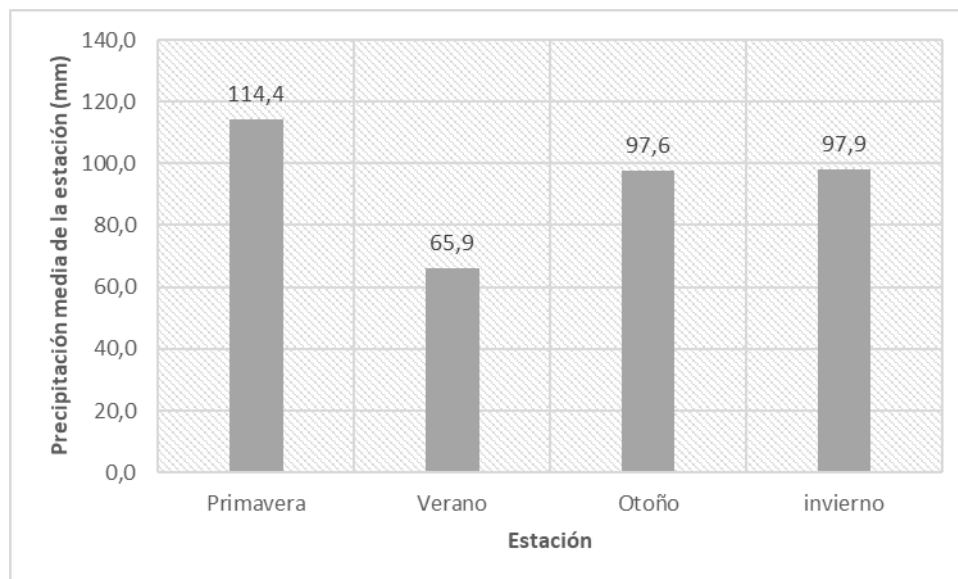


Figura 2. Representación gráfica de la distribución de las precipitaciones en mm en función de la estación, siendo primavera (marzo, abril y mayo), verano (junio, julio y agosto), otoño (septiembre, octubre y noviembre) e invierno (diciembre, enero y febrero). Todo ello a partir de los datos pluviométricos recogidos en el observatorio de Magaz de Pisuergra.

2.1. Estudio de la dispersión de las precipitaciones

Se realiza un estudio más en profundidad para determinar la distribución de las precipitaciones y a partir de ahí será posible hacer una clasificación de los años en: muy secos, secos, normales, húmedos y muy húmedos.

Para realizar este estudio de dispersión es necesario hacer un análisis en quintiles. Esto consiste en dividir la serie de datos en 5 partes iguales y asociar estos valores a la probabilidad que hay de que las precipitaciones se sitúen por debajo de ese valor. El quintil 1 (Q1) se asociará a una probabilidad menor del 20%, es decir, que la probabilidad de que las precipitaciones de un mes concreto queden por debajo de ese valor es del 20%. De la misma forma, el porcentaje de probabilidad irá aumentando en un 20% hasta llegar al quintil 5 (Q5), donde la probabilidad de que el volumen de precipitación quede por debajo de este valor es del 100%.

Tabla 4. Precipitaciones mensuales y anuales para la serie de 30 años del observatorio de Magaz de Pisuergra, ordenados de menor a mayor, quintiles (Q₁, Q₂, Q₃, Q₄ Y Q₅), mediana, precipitación media anual (P) y precipitación media mensual (P_{mes}), todo ello expresado en mm.

	Ene.	Feb.	Mar.	Ab.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	P
1	2,5	3,7	0,0	4,2	9,3	0,9	0,0	0,0	0,0	3,9	4,3	3,5	210,0
2	8,0	3,7	0,6	5,5	11,2	2,3	0,6	0,0	0,8	6,6	11,0	4,6	304,3
3	10,2	3,8	3,1	11,5	20,2	4,9	0,7	0,3	10,2	13,7	12,2	5,5	310,8

Tabla 4 (cont.). Precipitaciones mensuales y anuales para la serie de 30 años del observatorio de Magaz de Pisuerga, ordenados de menor a mayor, quintiles (Q_1 , Q_2 , Q_3 , Q_4 Y Q_5), mediana, precipitación media anual (P) y precipitación media mensual (P_{mes}), todo ello expresado en mm.

	Ene.	Feb.	Mar.	Ab.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	P
4	10,9	3,9	3,2	15,4	22,6	5,1	0,8	0,3	10,2	14,8	12,4	7,9	320,1
5	14,8	4,4	3,6	17,7	23,4	6,3	0,8	0,6	10,8	16,5	17,5	8,4	323,3
6	16,0	4,5	10,0	18,4	26,5	7,8	1,2	1,3	15,1	18,0	17,8	10,7	326,0
Q₁	17,1	4,6	10,6	18,5	27,2	9,2	1,9	1,4	15,3	22,1	18,3	11,2	333,6
7	18,2	4,6	11,1	18,5	27,8	10,5	2,5	1,4	15,4	26,2	18,7	11,7	341,2
8	21,1	7,5	11,1	22,5	28,1	12,2	2,5	2,2	17,1	32,6	25,4	12,5	341,9
9	23,2	8,5	11,7	26,6	29,1	13,1	2,8	3,7	17,1	38,8	28,2	15,1	355,0
10	23,3	8,9	11,9	26,7	33,0	13,2	4,9	5,4	19,1	39,7	30,1	15,3	360,7
11	23,7	9,1	12,4	27,2	33,3	13,7	5,0	6,6	21,4	42,6	31,0	20,5	362,0
12	25,4	11,4	12,6	27,4	35,2	14,9	7,6	8,4	22,3	45,9	31,6	23,2	362,7
Q₂	26,4	11,4	12,8	29,9	36,9	17,2	8,0	10,2	22,8	46,1	31,6	23,5	372,6
13	27,4	11,4	12,9	32,3	38,5	19,4	8,3	12,0	23,3	46,2	31,6	23,7	382,4
14	29,0	11,7	13,0	33,7	41,3	19,9	10,9	14,0	23,3	46,8	33,9	23,7	393,4
15	30,5	15,3	13,3	34,3	43,2	21,7	12,9	15,0	27,7	50,0	35,1	24,5	396,5
Mediana	31,5	17,2	14,0	34,4	43,8	23,1	13,8	15,1	27,8	50,6	38,9	25,0	403,4
16	32,5	19,1	14,6	34,4	44,4	24,5	14,7	15,1	27,8	51,2	42,7	25,4	410,2
17	34,2	27,1	14,8	35,0	48,5	25,5	15,0	22,1	29,7	52,7	42,7	28,5	411,2
18	39,8	34,0	14,8	37,8	49,0	25,6	16,7	23,0	30,2	54,0	47,0	33,4	420,4
Q₃	42,3	34,2	17,3	39,8	49,2	27,1	16,8	23,6	30,8	54,9	47,5	35,8	426,7
19	44,7	34,4	19,8	41,8	49,3	28,5	16,9	24,2	31,3	55,7	47,9	38,2	433,0
20	45,1	35,4	24,1	45,8	49,8	37,6	20,7	25,7	32,4	59,2	50,2	48,8	434,1
21	45,4	35,5	26,5	46,3	52,2	37,7	21,2	30,6	34,5	60,7	51,3	50,7	458,8
22	46,3	36,4	35,7	48,4	55,9	42,1	22,3	30,6	35,4	62,0	52,9	64,9	460,2
23	50,9	40,8	37,7	49,8	67,5	43,0	25,9	30,8	36,6	66,3	61,1	69,1	483,2
24	55,6	41,6	43,8	63,6	67,6	43,8	27,6	32,1	37,6	71,0	61,6	70,0	490,0
Q₄	58,4	42,7	46,4	68,3	68,1	46,8	28,2	33,3	39,0	77,6	62,3	70,3	491,5
25	61,2	43,8	49,0	72,9	68,6	49,7	28,8	34,4	40,3	84,1	63,0	70,6	492,9
26	63,2	44,5	49,7	83,2	69,2	62,9	36,1	35,5	44,2	91,1	63,3	101,2	511,4
27	64,9	48,4	51,2	86,4	71,7	70,1	41,4	39,2	47,0	92,6	64,5	117,5	536,0
28	94,2	49,2	69,7	92,1	73,1	72,3	41,7	43,9	55,1	104,6	77,4	119,6	558,9
29	102,8	50,7	105,3	105,1	118,9	85,0	82,5	44,9	56,2	109,0	101,0	127,7	570,6
Q₅	103,0	60,7	107,4	111,8	181,2	112,2	97,3	67,6	65,9	125,5	113,5	128,1	754,3
P_{mes}	38,4	23,5	25,6	41,9	49,0	30,0	18,3	18,7	27,8	52,4	42,3	42,0	415,5

Después de haber determinado anteriormente los valores de cada quintil, representados en la Tabla 4, se procede a la clasificación de los años:

Año muy seco: volumen de precipitación inferiores al quintil 1.

Año seco: volumen de precipitación comprendido entre los quintiles 1 y 2.

Año normal: volumen de precipitación entre los quintiles 2 y 3.

Año húmedo: volumen de precipitación entre los quintiles 3 y 4.

Año muy húmedo: volumen de precipitación entre los quintiles 4 y 5.

El cálculo de los quintiles se ha realizado con la media de los valores que quedaban contiguamente por encima y debajo de la posición del quintil.

En la Figura 3, a continuación se observa la confirmación de lo que ya se había hablado anteriormente, las precipitaciones quedan concentradas en los meses primaverales y de invierno, siendo más escasas en los meses de verano. Cabe destacar el aumento de las precipitaciones en invierno en los años clasificados como muy húmedos.

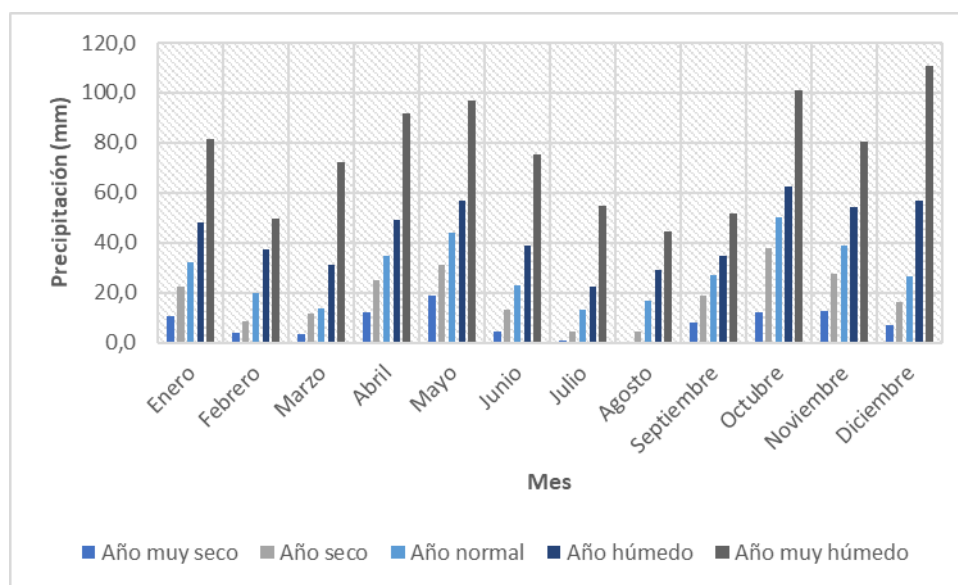


Figura 3. Estudio de dispersión de las precipitaciones en milímetros.

En la Figura 4, localizada a continuación, cabe destacar la irregularidad de las precipitaciones a lo largo de los años, aunque la mayor parte de ellos fluctúan alrededor del volumen medio de precipitaciones de 417,2 mm (valor entorno al que se encuentra la línea de tendencia, coloreada en rojo), se puede observar un gran número de picos de precipitación, tanto por años húmedos como secos, siendo mayor la tendencia hacia estos últimos.

Estas variaciones en las precipitaciones aparecen en periodos de 3 años, alternando años más húmedos y otros más secos, repitiéndose a lo largo de la serie de datos.

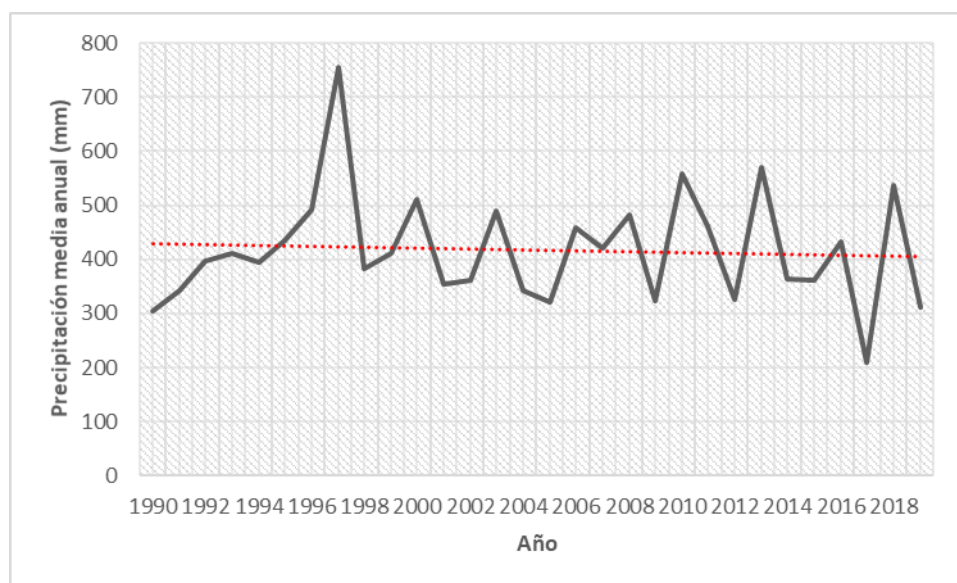


Figura 4. Evolución de las precipitaciones medias anuales a lo largo de la serie de datos de precipitaciones (1990-2019).

3. ELEMENTOS CLIMÁTICOS TÉRMICOS. TEMPERATURAS

La variación en las temperaturas depende principalmente de la latitud, la proximidad al mar y el relieve, siendo un factor clave a la hora de definir la ecología de la zona, de la que dependerá el buen desarrollo de la vegetación que sea introducida.

Como se ha mencionado anteriormente, los datos de temperatura deberán tener una longitud mínima de 15 años, en este caso, desde enero de 2005 hasta diciembre de 2020. Estos datos han sido facilitados por la AEMET a través del observatorio localizado en Autilla del Pino (Palencia), elegido tanto por la similitud de las características climáticas a la zona de estudio como por tener una serie de datos completa.

En la Tabla 6, quedan recogidos los datos de interés con respecto a las temperaturas siendo:

Ta: Temperatura máxima absoluta (°C).

T'a: Temperatura media de las máximas absolutas (°C).

T: Temperatura media de las máximas (°C).

tm: Temperatura media mensual (°C).

t: Temperatura media de las mínimas (°C).

ta: Temperatura mínima absoluta (°C).

t'a: Temperatura media de las mínimas absolutas (°C).

Tabla 6. Cuadro resumen de temperaturas mensuales con el uso de la serie de datos 2005-2020 del observatorio de Autilla del Pino (Palencia), todo ello expresado en grados centígrados (°C).

[°C]	Ene.	Feb.	Mar.	Ab.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Ta	15,3	19,9	23,8	26	30,9	40	37,6	37,4	35,8	29,2	20,7	15,4
T'a	12,2	15,2	19,2	23,0	27,2	33,5	34,9	34,4	30,6	24,6	17,7	12,8
T	6,6	9,1	12,4	15,6	19,6	25,0	28,6	27,9	23,9	18,1	11,0	7,5
tm	3,1	4,4	6,8	9,8	13,1	17,6	20,5	20,1	16,9	12,5	6,9	3,7
t	-0,6	-0,5	1,1	3,9	6,5	10,2	12,4	12,2	10,0	6,9	2,8	-0,1
ta	-12,3	-8,2	-9,7	-4,2	-1,6	0,3	4,5	3,5	1,4	-3,6	-6,0	-11,3
t'a	-6,2	-4,7	-4,7	-1,4	0,5	4,3	7,5	6,9	3,9	0,7	-2,9	-6,0

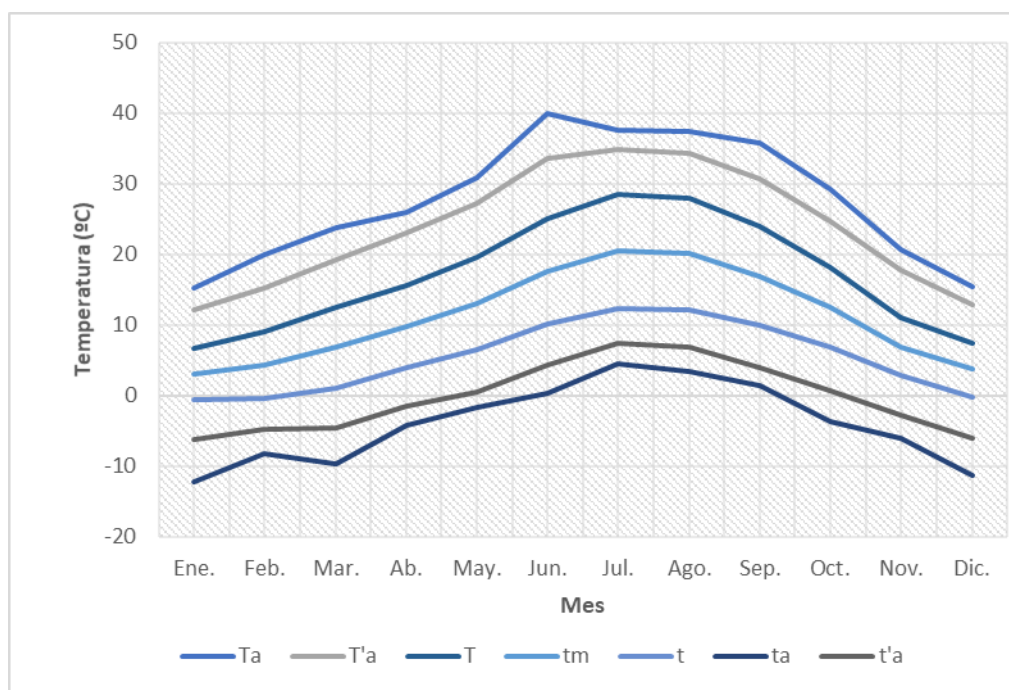


Figura 6. Resumen de las temperaturas mensuales en grados centígrados (°C).

En la Figura 6, se puede observar que el pico más elevado de las máximas absolutas (Ta) se alcanza en el mes de junio, en el que se han registrado 40 °C, mientras que la mínima absoluta se encuentra en el mes de enero alcanzando los -12,3 °C (Tabla 6). Las temperaturas medias sufren un aumento a partir del mes de marzo, con el comienzo del periodo primaveral, hasta septiembre, cuando vuelven a bajar a la llegada del otoño.

A continuación, en la Tabla 7, se hace esta misma clasificación de las temperaturas pero en función de las estaciones del año, empezando cada estación el día 1 del primer mes y finalizando el 31 del último mes, todo ello expresado en grados

centígrados (°C). Cabe destacar en esta tabla que la temperatura media anual se encuentra entorno a los 11,3 °C.

Tabla 7. Resumen de temperaturas por estaciones expresado en grados centígrados (°C).

[°C]	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Anual
Ta	30,9	40,0	35,8	19,9	31,7
T'a	23,1	34,3	24,3	13,4	23,8
T	15,9	27,2	17,7	7,7	17,1
tm	9,9	19,4	12,1	3,7	11,3
t	3,8	11,6	6,6	-0,4	5,4
ta	-9,7	0,3	-6,0	-12,3	-6,9
t'a	-1,9	6,2	0,6	-5,6	-0,2

Se realiza un estudio de la evolución de las temperaturas anuales (Ta, T'a, T, tm, ta y t'a) con la serie de datos que han sido utilizados para hacer el estudio de las temperaturas, desde el año 2005 hasta el 2020, en la Figura 7.

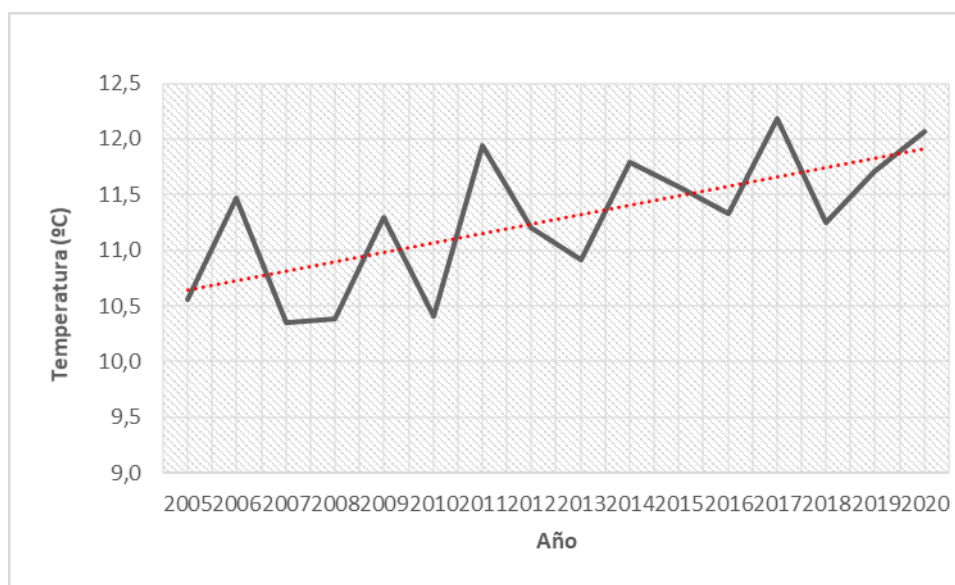


Figura 7. Evolución de las temperaturas medias desde el año 2005 hasta 2020 de la zona del proyecto expresado en grados centígrados (°C).

Se observa que en los 15 años que se han utilizado para el estudio se ha producido un calentamiento ya que el gráfico presenta una línea de tendencia ascendente (en rojo). Igualmente cabe destacar que, al igual que ocurría en el caso de las precipitaciones, se producen periodos cíclicos en los que, en 2 o 3 años, se alternan años más cálidos, por encima de la línea de tendencia, con otros más frescos, por debajo de esta.

4. RÉGIMEN DE HELADAS

Se clasifican las diferentes épocas del año en función de la probabilidad que hay de que se produzca una helada en ellas. Para ello se van a utilizar los datos provistos por el observatorio de Autilla del Pino (Palencia), que cuenta con los datos de heladas de los 15 años que son necesarios para realizar el estudio, desde 2005 hasta 2020.

4.1. Estimaciones directas

Tabla 8. Datos de heladas del periodo de 15 años 2005-2020.

Fecha más temprana de la primera helada	15 de octubre
Fecha más tardía de la primera helada	30 de noviembre
Fecha más temprana de la última helada	1 de febrero
Fecha más tardía de la última helada	20 de mayo
Fecha media de la primera helada	15 de noviembre
Fecha media de la última helada	5 de marzo
Periodo medio de heladas	Del 15 de noviembre al 5 de marzo
Periodo máximo de heladas	Del 15 de octubre al 20 de mayo
Periodo mínimo de heladas	Del 30 de noviembre al 1 de febrero

4.2. Estimaciones indirectas

4.2.1. Régimen de heladas según Emberger (1932)

Tabla 9. Regímenes de heladas según la estimación indirecta por Emberger para el periodo de 15 años desde 2005 hasta 2020.

Regímenes de heladas	Media de las mínimas (t)	Meses
Periodo de heladas seguras (Hs)	$t < 0^{\circ}\text{C}$	De diciembre a febrero
Periodo de heladas muy probables (Hp)	$0^{\circ}\text{C} < t \leq 3^{\circ}\text{C}$	De noviembre a marzo
Periodo de heladas probables (H'p)	$3^{\circ}\text{C} < t \leq 7^{\circ}\text{C}$	De octubre a mayo
Periodo libre de heladas (d)	$t > 7^{\circ}\text{C}$	De junio a septiembre

Para conocer el régimen de heladas según Emberger, se hace a través de la media de las temperaturas mínimas. El periodo de heladas seguras recogido en la Tabla 9 se encuentra comprendido en los meses invernales, desde diciembre a febrero, el periodo libre de heladas coincide prácticamente con el periodo estival, junto con el mes de septiembre.

El periodo de heladas muy probables, donde la media de las mínimas se encuentra entre los 0°C y 3°C , queda comprendido entre noviembre y marzo. El periodo de heladas probables, que tiene en cuenta unas temperaturas más elevadas, entre los 3°C y los 7°C , comprende desde octubre a mayo. Con el progresivo aumento de las temperaturas, la probabilidad de helada disminuye.

4.2.2. Régimen de heladas según Papadakis (1952)

Tabla 10. Régimen de heladas según la estimación indirecta por Papadakis para el periodo de 15 años desde 2005 hasta 2020.

Estaciones	Media de las mínimas absolutas (t'a)	Meses
Estación media libre de heladas	t'a ≥ 0°C	De mayo a octubre
Estación media disponible libre de heladas	t'a ≥ 2°C	De junio a septiembre
Estación mínima libre de heladas	t'a ≥ 7°C	Julio

Para la determinación de las estaciones según la Tabla 10 han sido utilizados los datos de apartados anteriores de la temperatura media de las mínimas absolutas (Tabla 7).

En comparación con el régimen de heladas según Emberguer, el periodo libre de heladas (d), coincide con la duración según Papadakis de la estación media disponible libre de heladas.

5. ÍNDICES CLIMÁTICOS

5.1. Índice de Lang (1915)

Se trata de un índice de aridez que relaciona la precipitación media anual en milímetros con la temperatura media anual en grados centígrados.

$$I = \frac{P \text{ (mm)}}{T \text{ (°C)}}$$

Siendo la precipitación media anual (P) 417,2 mm y la temperatura media anual (T) 11,3°C, el cociente de ambos valores es 36,92.

En la tabla 11 se incluye la interpretación del índice de Lang, al tener un valor comprendido entre 20 y 40, la zona de influencia climática corresponde a zonas áridas.

Tabla 11. Interpretación del índice de Lang.

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

5.2. Índice de Vernet (1966)

Diferencia el régimen hídrico de las comunidades vegetales en las diferentes regiones de Europa. Pone en relación a los valores de volumen de precipitación de la estación más lluviosa (H) con los de la menos lluviosa (h), al igual que la temperatura máxima media y la precipitación estival. Los valores de las temperaturas se miden en grados centígrados y los de precipitación en milímetros.

$$I = \pm 100 * \frac{H - h}{P} * \frac{Mv}{Pv}$$

Se introducen los valores correspondientes en la fórmula:

H (Precipitación de la estación más lluviosa en milímetros) = 114,4 mm

h (Precipitación de la estación más seca en milímetros) = 65,9 mm

P (Precipitación media anual en milímetros) = 417,2 mm

Mv (Media de las temperaturas máximas estivales en grados centígrados) = 27,2 °C

Pv (Precipitación estival en mm) = 65,9 mm

Al ser el verano el primero de los mínimos pluviométricos de las estaciones, el índice lleva el signo negativo.

El resultado tiene un valor de -4,8, según la clasificación de este índice que se encuentra en la Tabla 12, la zona del proyecto se clasifica como un clima mediterráneo.

Tabla 12. Clasificación según el Índice de Vernet.

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

5.3. Índice de Dantin-Revenga (1940)

Se trata de otro índice de aridez, al igual que el índice de Lang con el que se ha trabajado en el apartado 5.1. se trabaja con el cociente entre la temperatura media anual expresada en grados centígrados y la precipitación anual en milímetros. En este caso, al cociente se le multiplica por 100, lo que hace que cuanto mayor sea el valor de este índice, mayor es la aridez del clima al que representa.

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

Tabla 13. Clasificación según el régimen de Dantin-Revenga.

I	Clasificación
0-2	Zona húmeda
2-3	Zona semiárida
3-6	Zona árida
>6	Zona subdesértica

Siguiendo la clasificación expuesta en la Tabla 13, el cálculo da un valor de 2,71 por lo que la zona del proyecto se trata de una zona semiárida.

5.4. Índice de Emberger (1932)

Es un índice de aridez que pretende hacer una clasificación climática en función de las variaciones térmicas, relacionando las temperaturas medias de las máximas (T_{12}) y mínimas (t_1) del mes más cálido y frío respectivamente en grados centígrados con la precipitación media anual (P) en milímetros.

$$I = \frac{k \cdot P}{(T_{12}^2 - t_1^2)}$$

Dado a que temperatura media mínima más baja es menor de los 0 °C ($t_1 = -0,6$ °C) los valores de las temperaturas serán calculados en grados Kelvin y el factor k tendrá un valor de $k=2000$.

Al sustituir los valores, el índice da como resultado 49,78. En el diagrama que ocupa la Figura 8, se determina el género del clima mediterráneo según Emberger, la zona de estudio se encuentra en el piso mediterráneo templado, en la parte inferior, utilizando en el eje X, la temperatura media de las mínimas (t_1) y en el eje Y el valor del calculado del índice.

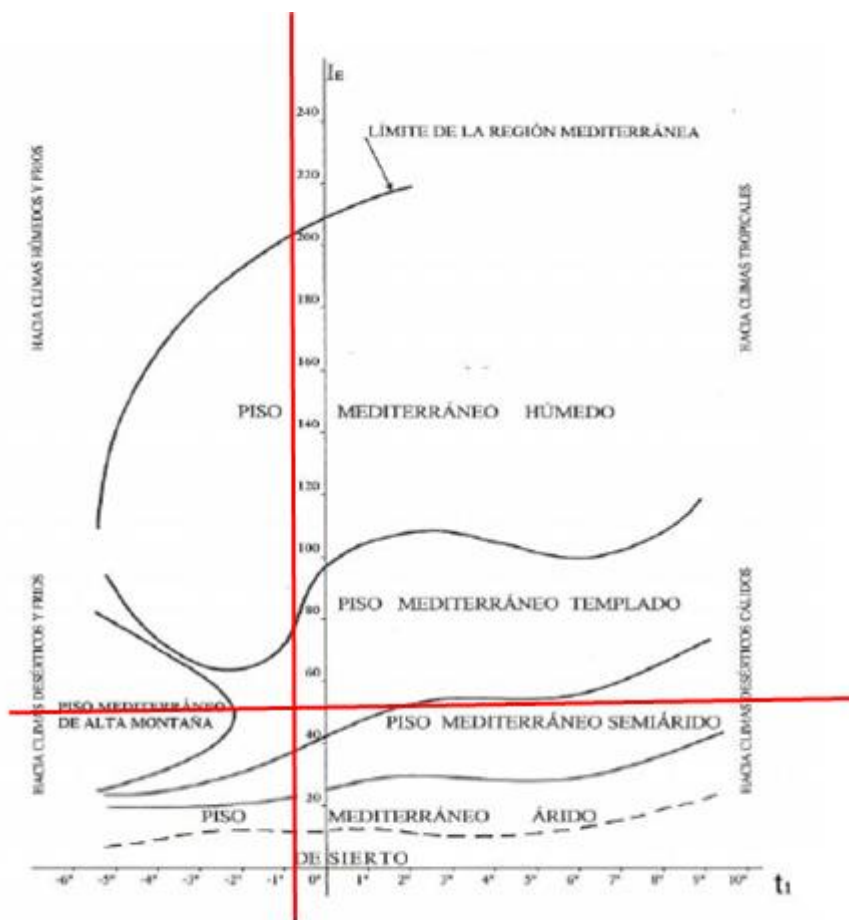


Figura 8. Diagrama para la determinación del género del clima mediterráneo según Emberger (1932). Fuente: Turrión M.B.; 2012 'Guión del trabajo de climatología (Edafología y Climatología)'.

Al igual que se ha determinado el tipo de clima mediterráneo presente, con esta clasificación también se puede conocer el tipo de invierno en función de la temperatura media mínima más baja (t_1), en este caso, la zona presenta un tipo de invierno frío con heladas muy frecuentes.

Tabla 14. Clasificación de Emberger para el tipo de invierno en función de la temperatura media de las mínimas del mes más frío en grados centígrados ($^{\circ}\text{C}$).

Tipo de invierno	t_1 ($^{\circ}\text{C}$)	Heladas
Muy frío	$< -3^{\circ}\text{C}$	Muy frecuentes e intensas
Frío	$\geq -3^{\circ}\text{C}$ y $< 0^{\circ}\text{C}$	Muy frecuentes
Fresco	$\geq 0^{\circ}\text{C}$ y $< 3^{\circ}\text{C}$	Frecuentes
Templado	$\geq 3^{\circ}\text{C}$ y $< 7^{\circ}\text{C}$	Débiles
Cálido	$\geq 7^{\circ}\text{C}$	Libre de heladas

6. ÍNDICES DE CONTINENTALIDAD

Con estos índices se intenta cuantificar la influencia que tienen las masas de aguas con la amplitud térmica anual.

6.1. Índice de continentalidad de Gorzynski (1920)

Es el más utilizado, en él se relaciona la diferencia entre la temperatura media más alta (tm_{12}) y la temperatura media más baja (tm_1) dividido por el seno de la latitud expresada en grados. Ambas temperaturas en grados centígrados ($^{\circ}\text{C}$).

$$I_{Gorzynski} = 1,7 \cdot \left[\frac{tm_{12} - tm_1}{\text{sen } L} \right] - 20,4$$

Siendo la temperatura media más alta $20,5^{\circ}\text{C}$ y la más baja $3,1^{\circ}\text{C}$, y la latitud, expresada en grados, $41,88$.

Se sustituye en la fórmula, da un valor de $23,91$ que según la clasificación de la Tabla 15, se trata de un clima continental.

Tabla 15. Clasificación climática según Gorzynski.

I	Tipo de clima
<10	Marítimo
≤ 10 y > 20	Semimarítimo
≤ 20 y > 30	Continental
≥ 30	Muy continental

6.2. Índice de oceanidad de Kerner (1962)

Aunque no sea de los más utilizados, siendo ocupados estos puestos por el índice de Gorzynski, como se ha mencionado anteriormente, y por el índice de Rivas-Martínez, es el que mejor representa el clima de la Península Ibérica, por lo tanto es de interés su cálculo.

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

Se aplica el cociente entre la diferencia de las temperaturas medias del mes de octubre ($12,5^{\circ}\text{C}$) y el mes de abril ($9,8^{\circ}\text{C}$) entre la diferencia de las temperaturas medias de el mes más cálido ($20,5^{\circ}\text{C}$) y el más frío ($3,1^{\circ}\text{C}$).

El resultado es de $15,52$, que según la clasificación del índice ubicada en la Tabla 16, se trata de un clima continental, coincidiendo con la clasificación climática según Gorzynski.

Tabla 16. Clasificación climática según Kerner.

I	Tipo de clima
≥26	Marítimo
≥18 y <26	Semimarítimo
≥10 y <18	Continental
<10	Muy continental

6.3. Índice de Rivas-Martínez (1987)

Al igual que los índices anteriores, también trabaja con la amplitud térmica comprendida entre el mes más cálido y el más frío, pero en este caso se tienen en cuenta las modificaciones que se producen a causa de la altitud.

$$I_{Rivas-Martínez} = (tm_{12} - tm_1) + \left[altitud \cdot \frac{0,6}{100} \right]$$

Siendo la temperatura media del mes más cálido 20,5°C y la del mes más frío 3,1 (tm₁₂ y tm₁, respectivamente) y la altitud de la zona del proyecto, tomando un valor medio, 830 metros sobre el nivel del mar.

El resultado del índice es de 22,38 que corresponde a un clima continental que pertenece al subtipo de subcontinental atenuado, como aparece en la Tabla 17.

Tabla 17. Clasificación climática según Rivas-Martínez.

Tipos	Subtipos	Valor del índice
Hiperoceánico (0-11)	Ultrahiperoceánico acusado	0 - 2,0
	Ultrahiperoceánico atenuado	2,0 - 4,0
	Euhiperoceánico acusado	4,0 - 6,0
	Euhiperoceánico atenuado	6,0 - 8,0
	Subhiperoceánico acusado	8,0 - 10,0
	Subhiperoceánico atenuado	10,0 - 11,0
Oceánico (11-21)	Semihiperoceánico acusado	11,0 - 13,0
	Semihiperoceánico atenuado	13,0 - 14,0
	Euoceánico acusado	14,0 - 16,0
	Euoceánico atenuado	16,0 - 17,0
	Semicontinental atenuado	17,0 - 19,0
	Semicontinental acusado	19,0 - 21,0

Tabla 17(cont.). Clasificación climática según Rivas-Martínez.

Tipos	Subtipos	Valor del índice
Continental (21-66)	Subcontinental atenuado	21,0 - 24,0
	Subcontinental acusado	24,0 - 28,0
	Eucontinental atenuado	28,0 - 37,0
	Eucontinental acusado	37,0 - 46,0
	Hipercontinental atenuado	46,0 - 56,0
	Hipercontinental acusado	56,0 - 66,0

7. CLIMODIAGRAMA OMBROTÉRMICO DE GAUSSEN (1953)

Se trata de una representación mixta de las temperaturas y precipitaciones medias mensuales. Como se observa en la Figura 9, el eje de ordenadas principal, a la izquierda, se encuentra ocupado por las temperaturas medias en grados centígrados, mientras que el eje secundario de ordenadas corresponde a las precipitaciones en milímetros, para que ambos coincidan tienen que cumplir la siguiente relación: $P=2 \cdot t_m$.

En el eje de ordenadas se encuentran los meses del año a los que corresponden los datos de temperaturas y precipitaciones medias.

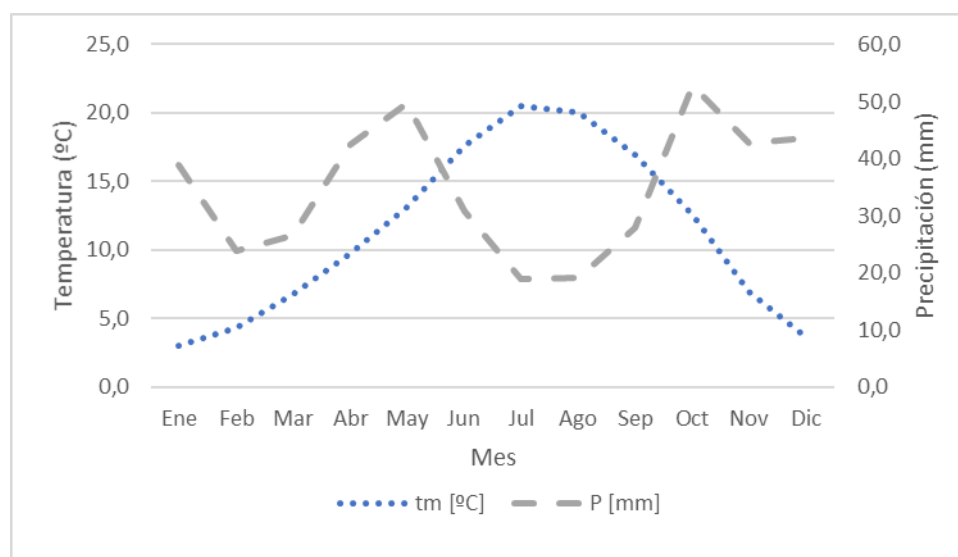


Figura 9. Climodiagrama ombrotérmico de Gausse.

De esta forma, se puede observar muy fácilmente de forma visual los meses en los que se produce la época de sequía, cuando las precipitaciones se encuentran por debajo de la línea de las temperaturas, coincide con la época estival representada por los meses de junio, julio y agosto, extendiéndose por ambos extremos a parte de los meses de mayo y septiembre.

Esta época de sequía es muy típica del clima mediterráneo en la que se encuentra la zona de estudio.

8. CLASIFICACIÓN DE KÖPPEN (1918)

Se establece una clasificación climática basada en el grado de aridez y temperatura. Con este método se busca definir el tipo de clima que corresponde en función de los valores de temperatura y precipitación, sin abordar la posición geográfica.

Para esta clasificación, primero es necesario asignar un grupo climático (Tabla 18), a partir del cual se asignará un subgrupo climático y una subdivisión climática (Tablas 19 y 20).

Tabla 18. Asignación del grupo climático para la clasificación de Köppen en función de temperaturas medias máximas y mínimas y precipitaciones.

Grupo	t_{m1}	t_{m12}	Sequedad	Nomenclatura
A	$>18^{\circ}\text{C}$			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	$<18^{\circ}\text{C}$; $>0^{\circ}\text{C}$ ó $>-3^{\circ}\text{C}$	$>10^{\circ}\text{C}$		Templado húmedo, Cálido mesotérmico
D	$<-3^{\circ}\text{C}$	$>10^{\circ}\text{C}$		Boreal, de nieve y bosque, microtérmico
E		$<10^{\circ}\text{C}$		Polar

Tabla 19. Asignación del subgrupo climático para la clasificación de Köppen en función de temperaturas y precipitaciones tanto anuales como estacionales.

Subgrupo	Posible	Condición	Significado
s (Sommer)	A,C,D	$P_{inv6}>3P_{ver1}$	La estación seca es el verano
w (Winter)	A,C,D	$P_{ver6}>10P_{inv1}$	La estación seca es el invierno
f (fehlt)	A,C,D	$P_1>6$ o no se cumple ni s ni w	No hay estación seca
m (Monsum)	A	$6>P_1>10-0,04P$	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 verano Precipitaciones uniformemente distribuidas
S (Steppe)	B	$t_m<P<2t_m$ $t_m+14<2t_m+18$ $t_m+7<P<2t_m+14$	La precipitación máxima es en invierno La precipitación máxima es en verano Precipitaciones uniformemente distribuidas

Tabla 20. Asignación de la subdivisión para a clasificación de Köppen teniendo como condicionante las temperaturas medias.

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

Alumno/a: Alba Magarzo Manchón
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Según la información expuesta en las tablas anteriores, conociendo las características climáticas de la zona de estudio, le corresponde el Grupo C, con un clima templado húmedo, cálido mesotérmico. Subgrupo s (Sommer), ya que la estación seca se corresponde con el verano. Subdivisión b, con veranos cálidos.

Por lo tanto, el clima clasificado según Köppen es: Csb.

9. CLASIFICACIÓN FITOCLIMÁTICA DE ALLUÉ ANDRADE (1990)

Según Allué Andrade (1990), la zona de estudio corresponde a VI (IV), de orden 1, se trata de un fitoclima mediterráneo subnemoral de bosques caducifolios nemorales con influencia de bosques mediterráneos. Las especies asociadas a este subtipo son quejigo (*Quercus faginea*), melojares o rebollares (*Quercus pyrenaica*), encinares alsinares (*Quercus ilex*) y robledales pubescentes (*Quercus humilis*).

Su clima característico está compuesto por las lluvias invernales y una marcada sequía estival.

10. BIOCLIMATOLOGÍA

10.1. Índice de termicidad

Conociendo el valor de este índice, se procederá a la caracterización del piso y horizonte bioclimático de la zona de estudio.

$$It = (tm + T_1 + t_1) \cdot 10$$

Sabiendo que, la temperatura media anual (tm) es de 11,3°C, la temperatura media de las máximas del mes más frío (T₁) es 6,6°C y la temperatura media de las mínimas del mes más frío (t₁) es de -0,6°C.

El resultado del índice de termicidad para la zona de estudio es de 173.

10.2. Pisos bioclimáticos

Según Rivas-Martínez (1987), un piso bioclimático es cada uno de los espacios que se suceden altitudinalmente, con las variaciones de temperatura correspondientes. Cada región presenta una serie de pisos definidos por la temperatura y por los taxones vegetales que lo caracterizan.

Sabiendo que el estudio se está realizando en la región mediterránea, se estudiarán los pisos bioclimáticos que le corresponden a esta (Tabla 21).

Tabla 21. Clasificación de los pisos bioclimáticos para la región mediterránea, temperaturas expresadas en grados centígrados.

Pisos bioclimáticos	tm	T ₁	t ₁	It
Crioromediterráneo	< 4	< 0	< -7	< -30
Oromediterráneo	4 - 8	0 - 3	(-7) - (-4)	(-30) - 70
Supramediterráneo	8 - 13	3 - 8	(-4) - (-1)	10 - 200
Mesomediterráneo	13 - 17	8 - 14	(-1) - 5	200 - 360

Tabla 21 (cont.). Clasificación de los pisos bioclimáticos para la región mediterránea, temperaturas expresadas en grados centígrados.

Pisos bioclimáticos	tm	T ₁	t ₁	It
Termomediterráneo	17 - 19	14 - 18	5 - 10	360 - 470
Inframediterráneo	> 19	> 18	> 10	> 470

La zona de estudio corresponde con el piso bioclimático Supramediterráneo, tanto por el índice de termicidad como por los valores que alcanzan las temperaturas correspondientes.

10.3. Horizontes bioclimáticos

Dentro de la clasificación del piso bioclimático Supramediterráneo, se procede a clasificar su horizonte a partir de la Tabla 22. Dado al valor del índice de termicidad, dentro del piso Supramediterráneo, se encuentra en el horizonte bioclimático inferior.

Tabla 22. Clasificación de los horizontes bioclimáticos pertenecientes al piso bioclimático Supramediterráneo.

Horizonte bioclimático	It
Superior	61 – 110
Medio	111 – 160
Inferior	161- 210

10.4. Periodo de actividad vegetal

Este periodo es aquel en el que la materia vegetal produce un aumento en su biomasa apreciable. Para calcularlo, es necesario saber el número de meses en los que la temperatura media es superior a los 7,5°C ya que es el mínimo térmico necesario para que la masa vegetal no esté en parada vegetativa.

En este caso, la duración del periodo vegetativo es de abril a octubre (ver Tabla 6), 7 meses de periodo de actividad vegetal.

10.5. Ombroclima

Esta clasificación se hace en función de las precipitaciones medias anuales, que van a influenciar el volumen de recursos disponibles para el buen desarrollo de la vegetación. La precipitación media anual es de 417,2 mm por lo que la zona de estudio presenta un ombroclima seco (Tabla 23).

Tabla 23. Tipo de ombroclima según la precipitación media anual en milímetros.

Ombroclima	Precipitación
Árido	< 200
Semiárido	200 - 350
Seco	350 – 600
Subhúmedo	600 – 1000

Tabla 23 (cont.). Tipo de ombroclima según la precipitación media anual en milímetros.

Ombroclima	Precipitación
Húmedo	1000-1600
Hiperhúmedo	>1600

10.6. Índice de aridez estival bimensual

Se trata del cociente entre la suma de las precipitaciones de los meses de julio y agosto en milímetros entre la suma de las temperaturas medias de julio y agosto duplicadas. El resultado tiene un valor de 0,47 se encuentra por debajo de la unidad lo que es indicativo de que existe una marcada aridez estival.

$$I = \frac{P_{julio} + P_{agosto}}{2 \cdot (T_{julio} + T_{agosto})} = \frac{19,0 + 19,0}{2 \cdot (20,5 + 20,1)}$$

11. ÍNDICES HIDROLÓGICOS EN RELACIÓN CON EL CLIMA

Con estos índices se intenta cuantificar la influencia que tiene el clima de una zona en relación con los procesos de erosión de esta. Los resultados de los índices aplicados a continuación pueden ser buenos indicadores de procesos erosivos que condicionarán las decisiones futuras que se tomen en el presente proyecto.

Se utilizarán los datos correspondientes a la serie de datos de 1990 a 2019 de pluviometría, una serie de 30 años completa y lo más actual posible para acercarse lo máximo a la realidad. Los datos provienen del observatorio de la AEMET ubicado en el municipio de Magaz de Pisuerga (Palencia).

11.1. Módulo pluviométrico anual

Se trata de la precipitación anual de cada uno de los años de la serie con la que se trabaja, da una idea de la magnitud de las lluvias y de sus variaciones a lo largo de los años.

Se encuentra en la Tabla 3, tanto las precipitaciones mensuales como la anual (P).

11.2. Módulo pluviométrico anual medio

El valor de este módulo se corresponde con la precipitación media anual que ha sido calculada en anteriores apartados, con un valor de 417,2 mm.

11.3. Índice de humedad anual

Se hace una caracterización del régimen pluviométrico de cada año a partir del cociente entre la precipitación de ese año (Pi) y la precipitación media anual (P), siendo esta última 417,2 mm. Se trata de calcular la humedad relativa de cada año respecto a las precipitaciones, los valores que se encuentren por debajo de la unidad considerablemente serán años secos, cerca de la unidad tiene un valor similar a la

media por lo que serán considerados años normales, y por encima de la unidad, años húmedos.

Los resultados de este cociente se encuentran en la Tabla 24 siguiendo la siguiente clasificación:

$IH < 7 \rightarrow$ Muy seco

$0,7 < IH < 0,9 \rightarrow$ Seco

$0,9 < IH < 1,1 \rightarrow$ Normal

$1,1 < IH < 1,3 \rightarrow$ Húmedo

$IH > 1,3 \rightarrow$ Muy húmedo

Tabla 24. Clasificación del índice de humedad de cada año según la media.

Año	Pi	IH	Clasificación
1990	304,3	0,73	Seco
1991	341,2	0,82	Seco
1992	396,5	0,95	Normal
1993	410,2	0,98	Normal
1994	393,4	0,94	Normal
1995	434,1	1,04	Normal
1996	492,9	1,18	Húmedo
1997	754,3	1,81	Muy húmedo
1998	382,4	0,92	Normal
1999	411,2	0,99	Normal
2000	511,4	1,23	Húmedo
2001	355	0,85	Seco
2002	362	0,87	Seco
2003	490	1,17	Húmedo
2004	341,9	0,82	Seco
2005	320,1	0,77	Seco
2006	458,8	1,10	Húmedo
2007	420,4	1,01	Normal
2008	483,2	1,16	Húmedo
2009	323,3	0,77	Seco
2010	558,9	1,34	Muy húmedo
2011	460,2	1,10	Húmedo
2012	326	0,78	Seco
2013	570,6	1,37	Muy húmedo
2014	362,7	0,87	Seco
2015	360,7	0,86	Seco

Tabla 24 (cont.). Clasificación del índice de humedad de cada año según la media.

Año	Pi	IH	Clasificación
2016	433	1,04	Normal
2017	210	0,50	Muy seco
2018	536	1,28	Húmedo
2019	310,8	0,74	Seco

Según la tabla anterior, en la serie de 30 años utilizada para el estudio hay un total de 1 año clasificado como muy seco, 11 como secos y 8 como normales. Esto es que, el 66% de los años de la serie registran unas temperaturas por debajo de la media esperada, esto puede producir problemas a la hora llevar a cabo la revegetación de las laderas y su mantenimiento a lo largo del tiempo.

11.4. Índice de irregularidad pluviométrico

Se realiza el cociente entre la precipitación anual máxima y la mínima, ambas en milímetros. En este caso, la precipitación máxima anual en la serie de 30 años se da en 1997 con 754,3 mm y la precipitación mínima anual en 2017 con 210 mm.

Este cociente tiene como resultado 3,59. Este valor, siguiendo los apuntes de la asignatura de 'Hidrología Forestal y Restauración de Espacios Degradados' se relaciona con la torrencialidad de la lluvia, al ser superior a 3, se puede decir que hay una torrencialidad acusada y que la irregularidad pluviométrica es también acusada.

$$I.I = \frac{Pi_{max}}{Pi_{min}}$$

11.5. Índice de aridez de la UNESCO (UNEP, 1992)

Este índice tiene una gran relevancia ya que se utiliza para clasificar el riesgo de desertificación que tiene una zona en función del cociente entre la precipitación media anual (P), calculada anteriormente con un valor de 417,2 mm, y la evapotranspiración potencial, cuyo valor se obtiene a través de la página del Geoportal (<http://sig.magrama.es/geoportal/>), dando un valor de 770 mm de media para la zona donde se ubica el proyecto.

Este cociente da un valor de 0,54, que según la Tabla 25, se sitúa en aridez típica de un clima subhúmedo seco.

Tabla 25. Clasificación para el Índice de aridez de la UNESCO.

Clasificación	Valores
Árido	0,05 a 0,2
Semiárido	0,2 a 0,5
Subhúmedo seco	0,5 a 0,65
Subhúmedo húmedo	0,65 a 0,75

Tabla 25 (cont.). Clasificación para el Índice de aridez de la UNESCO.

Clasificación	Valores
Húmedo	>0,75

11.6. Índice de agresividad climática de Fournier (1960)

Este índice se utiliza para conocer la degradación de las cuencas hidrográficas debido a la agresividad de las lluvias. Se trabajan con los valores de precipitaciones mensuales medias para la serie de datos de 30 años para obtener un valor medio de esta agresividad.

$$F = \frac{(P_{max})^2}{P_i}$$

En España está comprendida entre 20 y 180 mm, siendo los valores mínimos y máximos, respectivamente. La media de agresividad de la lluvia es de 22,03 mm por lo que se puede concluir que la agresividad media de la lluvia en esta zona no es acusada, llegando a haber incluso años por debajo del mínimo peninsular.

Tabla 26. Índice de agresividad climática anual y media según Fournier, precipitaciones expresadas en milímetros.

Año	Pi	Pmáx	Fournier
1990	304,30	52,90	9,20
1991	341,20	69,20	14,03
1992	396,50	85,00	18,22
1993	410,20	125,50	38,40
1994	393,40	73,10	13,58
1995	434,10	127,70	37,57
1996	492,90	117,50	28,01
1997	754,30	181,20	43,53
1998	382,40	68,60	12,31
1999	411,20	109,00	28,89
2000	511,40	111,80	24,44
2001	355,00	103,00	29,88
2002	362,00	70,60	13,77
2003	490,00	91,10	16,94
2004	341,90	50,00	7,31
2005	320,10	104,60	34,18
2006	458,80	92,60	18,69
2007	420,40	67,60	10,87
2008	483,20	118,90	29,26
2009	323,30	101,20	31,68

Tabla 26 (cont.). Índice de agresividad climática anual y media según Fournier, precipitaciones expresadas en milímetros.

Año	Pi	Pmáx	Fournier
2010	558,90	119,60	25,59
2011	460,20	97,30	20,57
2012	326,00	72,90	16,30
2013	570,60	105,30	19,43
2014	362,70	63,30	11,05
2015	360,70	112,20	34,90
2016	433,00	105,10	25,51
2017	210,00	49,30	11,57
2018	536,00	107,40	21,52
2019	310,80	64,90	13,55
P	417,2	52,73	22,03

11.7. Factor de erosividad medio de la lluvia: Factor R de la USLE (1978)

Es un factor forma parte de la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo (USLE), fue calculado en el año 1978 por Wischmeier y Smith, donde se ve reflejada la importancia de la lluvia como un factor erosivo de gran impacto.

Para el cálculo del factor R, el ICONA (Instituto para la Conservación de la Naturaleza) en 1988 desarrolló un estudio llamado 'Agresividad de la lluvia en España' donde se establecieron diversas ecuaciones que relacionan diferentes parámetros pluviométricos en función de la zona de España en la que nos ubiquemos (Figura 10), en este caso nos encontramos en la Zona 1, por lo que esta es la ecuación correspondiente:

$$R = e^{-0,834} \cdot P_{mex}^{1,314} \cdot M_r^{-0,388} \cdot F_{24}^{0,563}$$

Siendo en dicha fórmula:

P_{mex}: Valor medio del mes más lluvioso en milímetros

M_r: Precipitación recogida en todo el año excluyendo los meses de junio a septiembre en milímetros.

F₂₄: Cociente entre la precipitación máxima de cada año elevada al cuadrado entre la suma de las precipitaciones máximas en 24 horas de todos los meses en milímetros.

Los diferentes valores que conforman la fórmula se encuentran en la Tabla 26, para el cálculo de la ecuación se harán uso de los valores medios.

Tabla 27. Valores hidrológicos necesarios para la aplicación del factor R, precipitaciones en milímetros.

Año	Pmex	Mr	P24h máx	P24h Máx anual	F ₂₄
1990	52,9	241,6	19,2	99,1	3,72
1991	69,2	279,3	65,5	152,9	28,06
1992	85	232,5	20,2	151,1	2,70
1993	125,5	277,2	26	118,5	5,70
1994	73,1	299,7	21,2	168,5	2,67
1995	127,7	353,6	35	160,7	7,62
1996	117,5	413,5	22,2	175,6	2,81
1997	181,2	551,5	98,5	320,4	30,28
1998	68,6	279,2	23,2	176,6	3,05
1999	109	323	31,1	123,8	7,81
2000	111,8	388,8	24,2	175,7	3,33
2001	103	298	26,8	117,3	6,12
2002	70,6	288,8	25,2	95,5	6,65
2003	91,1	401	25,2	154,3	4,12
2004	50	246,7	26,2	115,7	5,93
2005	104,6	282,6	19,2	105,1	3,51
2006	92,6	330,1	27,2	181,6	4,07
2007	67,6	270,7	36,8	191,7	7,06
2008	118,9	423,6	28,2	160,6	4,95
2009	101,2	250,5	21,7	105,4	4,47
2010	119,6	448,4	29,2	153,7	5,55
2011	97,3	302,9	76,6	236,3	24,83
2012	72,9	262,5	30,2	119,9	7,61
2013	105,3	434,4	33,2	202,8	5,44
2014	63,3	285,8	31,2	126,9	7,67
2015	112,2	205,5	52,3	151,1	18,10
2016	105,1	410,9	32,2	123	8,43
2017	49,3	161,5	12,2	75,2	1,98
2018	107,4	411,2	33,2	170,1	6,48
2019	64,9	254,9	48,7	142,7	16,62
Media	93,9	320,3	33,4	151,73	7,35

Al introducir los valores medios en la fórmula se obtiene un resultado de 55,65 hJ/m²·cm/h. Según la página del Geoportal del Ministerio (<http://sig.magrama.es/geoportal/>), el factor R medio de la zona tiene un valor de 59,24 hJ/m²·cm/h por lo que la zona del proyecto tiene una erosión ligeramente menor a la media de la zona.



Figura 10. División de la Península Ibérica en función del cálculo del Factor R (Fuente: ICONA, 1988).

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo II. Estudio edafológico

1. ELABORACIÓN Y TOMA DE DATOS.....	1
1.1. Estudio previo	1
1.2. Apertura de la calicata.....	1
1.3. Descripción del perfil.....	2
1.4. Diferenciación de los horizontes.....	2
2. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS.....	3
2.1. Profundidad.....	3
2.2. Pedregosidad superficial	4
2.3. Afloramientos rocosos.....	5
2.4. Clasificación de la textura	5
2.5. Porosidad del suelo.....	6
3. PROPIEDADES QUÍMICAS DE LOS SUELOS.....	7
3.1. pH	7
3.2. Conductividad eléctrica	8
3.3. Carbonatos	9
3.4. Caliza activa.....	10
3.5. Elementos asimilables del suelo	10
3.5.1. Contenido de fósforo asimilable	10
3.5.2. Contenido de potasio asimilable.....	11
3.5.3. Contenido de calcio asimilable	11
3.5.4. Contenido de magnesio asimilable.....	11
3.5.5. Contenido de sodio asimilable.....	11
3.6. Contenido en materia orgánica	11
4. ÍNDICES DE EROSIONABILIDAD	12
4.1. Índice de Bouyoucos (1962).....	12
4.2. Índice SEI.....	12
4.3. Factor de erosionabilidad del suelo: Factor K de la USLE (1978).....	13

ANEJO II: ESTUDIO EDAFOLÓGICO

1. ELABORACIÓN Y TOMA DE DATOS

1.1. Estudio previo

Según la clasificación de suelos de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), la zona del proyecto se compone de:

- (LPq) Leptosol lítico + (RGc) Regosol calcárico.
- (FLc) Fluvisol calcárico + (FLe) Fluvisol eútrico // (FLd) Fluvisol dístrico + (FLe) Fluvisol eútrico.

Esta misma clasificación indica que se trata de suelos poco desarrollados condicionados por la topografía. Suelos débiles que constituyen perfiles deposicionales más que edafogénicos. En líneas generales se trata de suelos con drenaje libre y una buena escorrentía que, en zonas de elevadas pendientes se produce una fuerte erosión.

El IGN (Instituto Geográfico Nacional), a través del visor, define estos suelos como limos, arcillas y algo de arenas. Propios del Mioceno superior en el piso Vallesense.

1.2. Apertura de la calicata

El suelo es uno de los principales elementos del medio natural y por ello, su estudio va a ser uno de los primeros puntos a realizar en un proyecto técnico.

Dentro de este proyecto se incluye una repoblación forestal por lo que el suelo se convierte en un factor determinante para la elección de las especies. Conocer el tipo de suelo que se encuentra en la zona del proyecto es también determinante para la preparación del terreno previa a la repoblación.

Los principales parámetros que se van a analizar en este proyecto son: profundidad, textura, estructura, pedregosidad, contenido en materia orgánica, conductividad hidráulica, presencia de sales, contenido en caliza activa y pH.

La zona del proyecto, localizada en el municipio de Valle de Cerrato (Palencia), está compuesta por cinco montes que presentan una gran uniformidad en el terreno tanto en vegetación, siendo en su mayoría herbácea como en pendientes medias, por lo que se decide que con la apertura de una única calicata a media ladera se conseguirán unos datos representativos de todo el terreno.

El estudio químico del suelo ha sido realizado por el Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario (ITAGRA) de los dos horizontes más representativos del perfil. La calicata se ha localizado en el punto que se muestra a continuación en la figura, siendo sus coordenadas: 41°52'34,5"N 4°20'50,7"W. UTM (388192, 4636914).

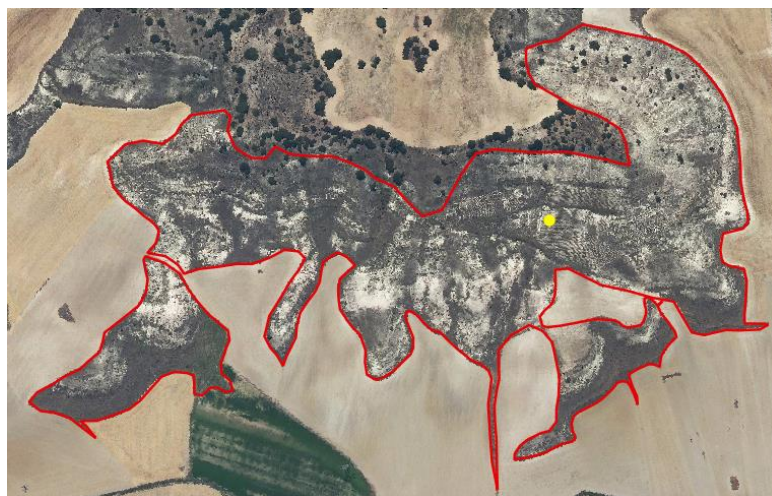


Figura 1. Mapa de representación de la localización de la calicata.

1.3. Descripción del perfil.

Se estudian tanto las características físicas como químicas que presentan los diferentes horizontes que presenta el perfil.

De los cinco montes que componen la zona de estudio, la calicata ha sido realizada en el Monte 'Valdepú', Valle de Cerrato (Palencia). La situación de la misma ha sido en ladera, con orientación Norte a una altitud de 835 metros sobre el nivel del mar. La pendiente media del terreno es del 20%.

La calicata que fue efectuada a media ladera tiene una profundidad de 50 centímetros, con una anchura de 40 centímetros.

1.4. Diferenciación de los horizontes.

Visualmente en campo se han distinguido tres horizontes, identificándolos principalmente a partir del color, la cantidad de raíces y la presencia de elementos gruesos. Se detalla a continuación en la tabla la descripción de cada uno de ellos por observación directa.

Tabla 1. Características visuales de la calicata.

PERFIL	Horizonte 1	Horizonte 2	Horizonte 3
Profundidad (cm)	De 0-2	De 2-27	De 27-50
Color	2.5Y 8/1	2.5Y 5/3	2.5Y 7/1
Textura al tacto	Limosa	Limosa	Limosa
Elementos gruesos	Abundantes cristales de yeso.	Muy pocos.	Muy pocos.

Tabla 1 (cont.). Características visuales de la calicata.

PERFIL	Horizonte 1	Horizonte 2	Horizonte 3
Sistema radicular	Raíces finas abundantes.	Raíces finas puntualmente.	Ausencia de raíces.
Nombre de la muestra	H1	H2	H3



Figura 2. Perfil de estudio.

El horizonte 1 expresado en la tabla anterior se corresponde con la costra de yeso propia del terreno en el que se localiza el proyecto, continua en toda la ladera y más marcada en la época estival en la que se ha llevado a cabo la zanja. Aun siendo un rasgo distintivo de este ecosistema, debido a su escaso grosor y al coste económico que conlleva, se decide no hacer un análisis químico de este horizonte y hacerlo únicamente de los horizontes 2 y 3, de mayor grosor y por lo tanto mayor influencia sobre la repoblación en cuestión de recursos y de crecimiento radicular.

Las muestras de tierra se han tomado con ayuda de una azada pequeña de la pared de la zanja, de abajo hacia arriba para evitar mezcla de los horizontes tal y como indica el manual de Prácticas de Edafología de la Universidad de Valladolid. Las porciones tomadas son de aproximadamente 1 kilogramo de peso, siendo una muestra lo suficientemente representativa para que se pueda realizar un buen análisis.

2. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS

La determinación de las propiedades físicas de los suelos está implicada en gran medida en la capacidad de estos y en los usos que se le pueden dar. Estas propiedades van a determinar, entre otras cosas, la capacidad de drenaje, el almacenamiento de agua, el tipo de vegetación que va a poder sostener sobre él en función de la profundidad a la que las raíces van a poder penetrar, retención de nutrientes, etc.

2.1. Profundidad

Entre las propiedades físicas de los suelos, la profundidad es una de las de mayor importancia ya que va a condicionar la capacidad de agua que se puede almacenar en el suelo a disposición de las plantas, además, va a condicionar el tipo de

vegetación que se puede situar sobre él, en función de la profundidad óptima de las raíces que va ligado a cada especie.

Se utiliza la clasificación de Storey (1970), que clasifica los tipos de suelo en función de la profundidad que estos alcanzan.

Tabla 2. Clasificación de Storey (1970) para suelos según su profundidad.

Clase	Profundidad (cm)	Suelo
1	0-30	Poco profundo
2	30-60	Somero
3	60-90	Moderadamente profundo
4	90-120	Profundo
5	>120	Muy profundo

Según la clasificación anterior y a partir de la calicata realizada en la zona de estudio, se concluye que el tipo de suelo que hay es somero, ya que su profundidad es de 50 centímetros.

2.2. Pedregosidad superficial

La pedregosidad constituye un elemento inerte del suelo, afecta a la hora de la elección de la maquinaria más adecuada para realizar las labores sobre el suelo, condicionando aperos que se pueden usar y otros que no.

Los elementos gruesos se clasifican de la siguiente forma:

- Gravas (\varnothing = 0,2 - 6 cm).
- Cantos (\varnothing = 6 - 20 cm).
- Bloques (\varnothing = 20 – 60 cm).
- Grandes bloques (\varnothing > 60 cm).

Para clasificar la pedregosidad superficial del perfil se ha utilizado la clasificación creada por la USDA (Departamento de Agricultura de Estados Unidos) en 1980, en la Tabla 3.

Tabla 3. Clasificación de la pedregosidad superficial del suelo según la USDA (1980).

Superficie cubierta (%)	Descripción
0	Ninguna
0-2	Muy poca
2-5	Poca
5-15	Media
15-40	Mucho

Tabla 3 (cont.). Clasificación de la pedregosidad superficial del suelo según la USDA (1980).

Superficie cubierta (%)	Descripción
40-80	Abundante
>80	Dominante

A partir de la calicata realizada en la zona del proyecto y en la observación de diferentes zonas a lo largo de la ladera, se puede determinar que la pedregosidad superficial está en torno al 20%, por lo tanto entra en la clasificación de 15 al 40 % de pedregosidad.

2.3. Afloramientos rocosos

Se busca la superficie de suelo que queda cubierto por roca continua. Después de observar las diferentes zonas de las laderas que conforman el proyecto, se concluye que no existe en esta superficie ningún afloramiento de roca, por lo tanto, se clasifica con un 0% de afloramientos rocosos.

Cabe destacar que aunque en apariencia no se pueda apreciar, en realidad el suelo está formado de forma continua por una roca blanda, marga yesífera, por lo que en realidad se debería de hablar de una de una rocosidad del 100%, pero está meteorizada dando lugar, en este caso, a un perfil con dos horizontes diferenciados.

2.4. Clasificación de la textura

Anteriormente, los horizontes han quedado clasificados estimándose mediante un test de campo. Ahora se procede a realizar una clasificación textural más exhaustiva a partir de los resultados proporcionados por el Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario (ITAGRA), los métodos que se han utilizado han sido, por un lado, de forma manual, con los tamices de 2 mm y 100 µm para elementos gruesos y arena fina, respectivamente y por otro, el método del densímetro de Bouyoucos (1962).

Los horizontes analizados, como se ha mencionado anteriormente han sido los horizontes 2 y 3, descartando el análisis del primero debido a su poco grosor y poca representación del suelo, estando este formado únicamente por una costra de yeso.

Se sigue la clasificación y metodología propuesta por la ISSS, la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo (1982), según esta clasificación la textura presente en ambos horizontes analizados es la siguiente.

Tabla 4. Clasificación de la textura de los horizontes a partir de la clasificación de la ISSS (1982).

Suelo analizado	Textura ISSS
Horizonte 2	Arcillo grueso
Horizonte 3	Franco

Para clasificar los constituyentes del suelo, se utiliza la granulometría, en función del tamaño que presenta las partículas que forman en el mismo, según la clasificación que se está siguiendo de la ISSS, se hace de la siguiente forma.

Tabla 5. Clasificación granulométrica de la ISSS (1982).

Clase de partículas	Tamaño de las partículas (mm)
Piedra	> 20
Grava	2 - 20
Arena gruesa	0,2 - 2
Arena fina	0,02 - 0,2
Limo	0,002 - 0,02
Arcilla	< 0,002

Siguiendo esta clasificación, se realiza la clasificación de ambos horizontes calculando la proporción de cada uno de los componentes.

Tabla 6. Clasificación de los elementos presentes en los suelos analizados.

Suelo analizado	Elementos gruesos (%)	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo (%)	Arcilla (%)
Horizonte 2	3,88	4,60	19,80	34,00	41,60
Horizonte 3	3,89	4,60	41,80	42,00	11,60

Mientras que en el horizonte 2, la arcilla es el elemento más representativo con un 41,6%, en el horizonte 3, es la arena fina, alcanzando un valor muy similar (41,8%).

En el análisis no se ha incluido el cálculo del porcentaje de arena gruesa, por lo que se ha procedido a hacer un cálculo aproximado de su valor a partir de la diferencia entre la arena ISSS a través del método del densímetro de Bouyoucos (1962). Se puede observar también, que el porcentaje de elementos gruesos se mantiene estable en ambos horizontes, al contrario de lo que ocurre con el resto de los elementos en ambos horizontes.

2.5. Porosidad del suelo

La porosidad de un suelo refleja el volumen que ocupan los poros de un determinado suelo en relación con éste (Martínez de Azagra y Navarro, 1996). Esta porosidad va a depender principalmente de la textura que tiene ese suelo ya que, cuanto mayor sean los elementos presentes en el suelo, mayores serán los huecos que quedan entre ellos.

$$Porosidad = \frac{densidad\ aparente}{densidad\ real} \cdot 100$$

Para su cálculo se utiliza la densidad aparente, que es la masa de las partículas sólidas respecto al volumen inalterado del suelo seco, describe la compactación del suelo representando la relación entre sólidos y espacio poroso (Keller & Hakansson, 2010), entre la densidad real, que es la masa de las partículas sólidas secas referidas a la unidad de volumen de estas. Ambas se expresan en g/cm^3 , dando un resultado expresado en porcentaje.

El método que se ha utilizado para la determinación de la densidad aparente de los suelos presentes en la zona del proyecto es el del cilindro, se trata de un método muy sencillo que consiste en introducir una porción de suelo en el interior de un cilindro metálico de medidas conocidas para así obtener el valor de la densidad. En cambio, para la densidad real sólo se necesita conocer la porción sólida que conforma el suelo, eliminando la gaseosa y la líquida, por lo que es necesario pasar por un proceso de secado, pesando el resultado final para obtener el volumen de porción sólida que entraba en el cilindro en el que anteriormente se ha obtenido la densidad aparente.

Tabla 7. Densidades aparente y real de ambos horizontes analizados, expresado en g/cm^3 y la porosidad de cada suelo, en porcentaje.

Suelo analizado	Densidad aparente (g/cm^3)	Densidad real (g/cm^3)	Porosidad (%)
Horizonte 2	0,84	1,6	52,50
Horizonte 3	1,05	2,15	48,84

Según U.S. Geological Survey Water Supply Papers, modificado de Aguiló *et al.* en 1984, los suelos arcillosos, como es el caso del Horizonte 2, tienen una porosidad entre 45 y 55%, y los suelos francos entre el 30 y 50%.

Los resultados obtenidos en porosidad coinciden con los esperados en función de las texturas que presentan ambos horizontes, teniendo el horizonte de textura arcillo gruesa una porosidad mayor que el horizonte de textura franca.

Además, la densidad del Horizonte 3 cabe destacar que es propia de un terreno formado por roca blanda como ocurre en el caso de las margas yesíferas.

3. PROPIEDADES QUÍMICAS DE LOS SUELOS

Las propiedades químicas que presente un suelo van a ser determinantes en el desarrollo de los procesos que se vayan a dar en ese suelo a lo largo de su evolución, ya que son los coloides edáficos los que permiten la retención y el intercambio eléctrico de los iones en la disolución, evitando su pérdida por lavado.

3.1. pH

Este parámetro mide la actividad de los protones (H^+) que se encuentran libres en la disolución del suelo, influyendo en los iones presentes en el suelo y su disponibilidad para la vegetación. También influye en la actividad microbiana que habrá en ese suelo.

Para su clasificación, se sigue como referencia la clave propuesta por la USDA en 1996.

Tabla 8. Clasificación del pH según la USDA (1996).

pH	Carácter
< 4,5	Extremadamente ácido
4,5 - 5,0	Muy fuertemente ácido
5,0 - 5,5	Fuertemente ácido
5,5 - 6,0	Medianamente ácido
6,0 - 6,5	Ligeramente ácido
6,5 - 7,3	Neutro
7,3 - 7,8	Medianamente básico
7,8 - 8,4	Básico
8,4 - 9,0	Ligeramente alcalino
9,0 - 10,0	Alcalino
> 10,0	Fuertemente alcalino

Los análisis realizados en ITAGRA (Centro Tecnológico Agrario y Alimentario), proporcionaron los siguientes resultados con respecto al pH de los horizontes analizados:

Tabla 9. Clasificación del pH siguiendo la USDA (1996) para los suelos analizados en ITAGRA.

Suelo analizado	pH	Carácter
Horizonte 2	8,10	Básico
Horizonte 3	8,26	Básico

En la tabla anterior se muestra que ambos suelos se corresponden dentro de la clasificación mencionada anteriormente, a suelos de carácter básico, sin existir una variación demasiado grande de pH entre ellos. Lo típico de estos suelos es presentar carbonatos libres de calcio o magnesio.

3.2. Conductividad eléctrica

Este valor se ve influenciado directamente por la concentración y la composición de las sales disueltas en el suelo. Conociéndola, se puede estimar indirectamente la salinidad, a mayor valor de conductividad eléctrica, mayor es la salinidad presente. Para el crecimiento de la vegetación, a mayor salinidad en el suelo, habrá una disminución en el rendimiento de la plantación, disminuyendo a su vez el potencial osmótico que acaba disminuyendo el potencial hídrico del suelo, en el caso de alcanzar niveles de salinidad muy elevados, se puede producir un fenómeno de toxicidad en el suelo.

Para clasificar la salinidad de un suelo se sigue el criterio propuesto en la escala de salinidad de la USDA en 1996, la conductividad se mide a 25 °C, al igual que el análisis realizado en ITAGRA.

Tabla 10. Escala de salinidad en función de la conductividad eléctrica del suelo con sus efectos correspondientes sobre la vegetación. (USDA, 1996).

CE en mS/cm a 25 °C	Clasificación	Efectos
0 – 2	No salino	Despreciable en su mayoría
2 - 4	Ligeramente salino	Se restringen los rendimientos de cultivos muy sensibles
4 - 8	Moderadamente salino	Disminuyen los rendimientos de la mayoría de los cultivos
8 - 16	Fuertemente salino	Sólo dan rendimientos satisfactorios los cultivos tolerantes
>16	Muy fuertemente salino	Sólo dan rendimientos satisfactorios algunos cultivos muy tolerantes

A continuación, se sitúa una tabla con los valores de conductividad hidráulica correspondientes a cada uno de los suelos analizados, se trata de unos suelos ligeramente salinos que en cierta medida van a poder condicionar la vegetación que soporte mejor las condiciones de salinidad, siendo uno de los factores limitantes a la hora de la toma de decisiones.

Tabla 11. Conductividad eléctrica de los suelos analizados en ITAGRA expresados en mS/cm a 25°C.

Suelo analizado	Conductividad (mS/cm)	Salinidad
Horizonte 2	2,40	Ligeramente salino
Horizonte 3	2,62	Ligeramente salino

3.3. Carbonatos

Conocer el contenido en carbonatos de un suelo sirve para conocer su fuente bases, siendo estas bases de calcio o magnesio, aunque la mayor parte del carbonato que hay en el suelo aparece como carbonato cálcico (CaCO₃), formando caliza activa.

Aplicando esta clasificación a los resultados obtenidos por ITAGRA, se tiene la siguiente tabla:

Tabla 12. Resultados para el análisis de los horizontes siguiendo la clasificación de Maraños (1998).

Suelo analizado	Contenido en carbonato (%)	Clasificación
Horizonte 2	60,00	Muy alto
Horizonte 3	15,60	Normal

Se observa que existe una gran diferencia en el contenido de carbonatos entre los dos horizontes analizados, era de esperar, como ocurre en el Horizonte 2, que los valores de carbonatos fueran elevados ya que se trata de un suelo básico, en cambio, el Horizonte 3 también se trata de un suelo básico y tiene un contenido en carbonatos considerablemente inferior, esta diferencia entre ambos puede deberse a que el Horizonte 3 se encuentra a una mayor profundidad.

Este parámetro, además de confirmar la alcalinidad del Horizonte 2, va a ser determinante en la elección de las especies a implantar en las laderas del proyecto.

3.4. Caliza activa

Se mide también el contenido en caliza activa presente en ambos horizontes, se considera que la caliza activa puede comenzar a producir problemas sobre la vegetación cuando su contenido supera al 10% (MAPAMA, 1994), pudiendo producir fenómenos como la clorosis férrica, que afecta de manera negativa a las raíces de las plantas.

Se obtienen los siguientes resultados en caliza activa, en la Tabla 13:

Tabla 13. *Contenido de caliza activa para ambos horizontes analizados por los laboratorios de ITAGRA.*

Suelo analizado	Contenido en Caliza activa (g/100g)
Horizonte 2	13,9
Horizonte 3	3,9

En este caso, el contenido en caliza activa es superior al 10% en el Horizonte 2, con lo que va a suponer un factor limitante a la hora la implantación de la vegetación.

3.5. Elementos asimilables del suelo

A continuación, se representan los resultados obtenidos en los laboratorios de ITAGRA de los diferentes elementos asimilables en el suelo que estarán a disposición de la cobertura vegetal.

3.5.1. Contenido de fósforo asimilable

Tabla 14. *Contenido y clasificación de fósforo asimilable en mg/kg de los horizontes analizados.*

Suelo analizado	Contenido de fósforo asimilable (mg/kg)	Clasificación
Horizonte 2	<4	Muy bajo
Horizonte 3	No detectable	No detectable

3.5.2. Contenido de potasio asimilable

Tabla 15. *Contenido y clasificación de potasio asimilable en mg/kg de los horizontes analizados.*

Suelo analizado	Contenido de potasio asimilable (mg/kg)	Clasificación
Horizonte 2	156	Bajo
Horizonte 3	54	Muy bajo

3.5.3. Contenido de calcio asimilable

Tabla 16. *Contenido y clasificación de calcio asimilable en meq/100 g de los horizontes analizados.*

Suelo analizado	Contenido de calcio asimilable (meq/100g)	Clasificación
Horizonte 2	69,7	Muy alto
Horizonte 3	296,9	Muy alto

3.5.4. Contenido de magnesio asimilable

Tabla 17. *Contenido y clasificación de magnesio asimilable en meq/100 g de los horizontes analizados.*

Suelo analizado	Contenido de magnesio asimilable (meq/100g)	Clasificación
Horizonte 2	1,54	Normal
Horizonte 3	0,55	Bajo

3.5.5. Contenido de sodio asimilable

Tabla 18. *Contenido y clasificación de sodio asimilable en meq/100 g de los horizontes analizados.*

Suelo analizado	Contenido de sodio asimilable (meq/100g)	Clasificación
Horizonte 2	0,12	Muy bajo
Horizonte 3	0,11	Muy bajo

3.6. Contenido en materia orgánica

La materia orgánica contenida en un suelo procede de los procesos de descomposición de materia orgánica tanto de seres vivos que mueren sobre ella como de la actividad biológica de los diversos organismos que habitan en ella.

La cantidad de materia orgánica presente en un suelo va a condicionar las propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo, influye en la estructura y aireación del suelo así como en los procesos de retención de agua.

Este análisis también ha sido realizado por los laboratorios de ITAGRA, quedando los siguientes resultados para los dos horizontes analizados.

Tabla 19. Análisis de la materia orgánica en los suelos analizados en ITAGRA.

Suelo analizado	Contenido en Materia orgánica (g/100g)	Clasificación
Horizonte 2	2,28	Normal
Horizonte 3	1,05	Bajo

Se obtiene que el Horizonte 2 tiene un mayor contenido en materia orgánica que el Horizonte 3, se trata de un resultado coherente ya que se encuentra más cerca de la superficie que es donde se concentra en mayor medida tanto la actividad biológica como los procesos de descomposición de la materia.

4. ÍNDICES DE EROSIONABILIDAD

A partir de los datos obtenidos en el análisis de suelos, se procede a hacer un estudio a través de diversos índices que indiquen la susceptibilidad a la erosión de los suelos presentes en la zona del proyecto a partir de datos del propio suelo.

4.1. Índice de Bouyoucos (1962)

Se basa en la cohesión existente entre las diversas partículas, de diferentes tamaños, que conforman el suelo. Se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$I_b = \frac{\%arena + \%limo}{\%arcilla}$$

Siendo los valores de ambos horizontes para sus partículas los siguientes, calculándose por la expresión anterior el índice.

Tabla 20. Índice de Bouyoucos (1962) para el horizonte 2, cantidad de partículas expresado en porcentajes.

Suelo analizado	% arena	% limo	% arcilla	Índice de Bouyoucos (1962)
Horizonte 2	24,40	34,00	41,60	1,40

Se calcula el índice únicamente para el horizonte 2, ya que después del horizonte 1, formado por una fina capa del que no se han tomado datos de este tipo, será el siguiente en sufrir una mayor susceptibilidad a la erosión.

4.2. Índice SEI

Este índice estudia la erosionabilidad de un suelo a través de tres factores: textura, profundidad y pedregosidad. Su cálculo se realiza con la siguiente fórmula:

$$SEI = \circ\text{Textura} \cdot \circ\text{Profundidad} \cdot \circ\text{Pedregosidad}$$

A continuación, se disponen los valores que se dan a los diferentes componentes de la fórmula.

Tabla 21. Grado de textura según el suelo (Almorox et al. 1994).

Grado de textura	Tipo	Textura
1	Ligeramente erosionable	Arcillosa, Arcillosa-arenosa, Arcillosa-limosa
2	Moderadamente erosionable	Franco-Arcillo-Arenosa, Franco-arcillosa, Franco-arcillo-limosa, Arenosa-franca o Arenosa
3	Altamente erosionable	Franca, Franca-limosa, Limosa o Franco-arenosa

Tabla 22. Grado de profundidad según el suelo (Almorox et al. 1994).

Grado de profundidad	Tipo	Profundidad (cm)
1	Ligeramente erosionable	>75
2	Moderadamente erosionable	75 - 25
3	Altamente erosionable	<25

Tabla 23. Grado de pedregosidad según el suelo (Almorox et al. 1994).

Grado de pedregosidad	Tipo	% de cobertura
1	Protegido	> 10
2	No protegido	< 10

Este índice se va a calcular para el Horizonte 2, siendo el superior de los analizados y el más susceptible, por ello, a la erosión, en el caso del grado de cobertura de pedregosidad, se tomará la estimación realizada para el Horizonte 1, con un porcentaje de pedregosidad de un 20%, por lo tanto el grado de cobertura es 1.

La textura de este horizonte es Arcillo grueso por lo que entre en el grado de textura 1. La profundidad de este horizonte es de 25 cm, yendo a favor de la seguridad, queda incluido con un grado de profundidad 3, siendo un suelo altamente erosionable.

El cálculo del índice tiene como resultado 3, se trata de una erosionabilidad de baja a moderada.

4.3. Factor de erosionabilidad del suelo: Factor K de la USLE (1978)

El factor K de la USLE (1978) representa las pérdidas de suelo cuantificadas por unidad de superficie. Este factor tiene un valor comprendido entre 0 y 1, acercándose a 1 en suelos en los que la arena fina y el limo tienen un alto porcentaje. La ecuación que se sigue es la siguiente:

$$K = 10^{-6} \cdot 2,71 \cdot M^{1,14} \cdot (12 - a) + 0,042 \cdot (b - 2) + 0,0323 \cdot (c - 3)$$

Siendo:

M: depende de la textura del suelo = (% limo + % arena muy fina) · (100 - % arcilla)

a: materia orgánica en el suelo (%)

b: estructura del suelo (ver Tabla 24)

c: permeabilidad del suelo (ver Tabla 25)

Se calculan los parámetros expuestos anteriormente para el cálculo del factor para el Horizonte 2.

$$M = (34,00 + 5,00) \cdot (100 - 41,60) = 2277,60$$

$$a = 2,28$$

$$b = \text{Granular fina (1-2mm) valor 2}$$

$$c = 1,5 \text{ mm/h, permeabilidad lenta, valor de 5}$$

Tabla 24. Estructura del suelo para el parámetro b del factor K de la USLE (1978).

Estructura	Valor para el parámetro b
Granular muy fina (<1mm)	1
Granular fina (1-2 mm)	2
Granular media a gruesa (2-10mm)	3
Laminar, maciza y cúbica	4

Tabla 25. Permeabilidad del suelo para el parámetro c del factor K de la USLE (1978).

Permeabilidad (mm/h)	Clase	Valor para el parámetro c
125 - 250	Rápida a muy rápida	1
62 - 125	Moderadamente rápida	2
20 - 62	Moderada	3
5 - 20	Moderadamente lenta	4
1,2 - 5	Lenta	5
< 1,2	Muy lenta	6

Sustituyendo los parámetros anteriormente obtenidos en la fórmula, queda un resultado para el factor K de la USLE (1978) de 0,24 t·m²·h/ha·año·hJ·cm.

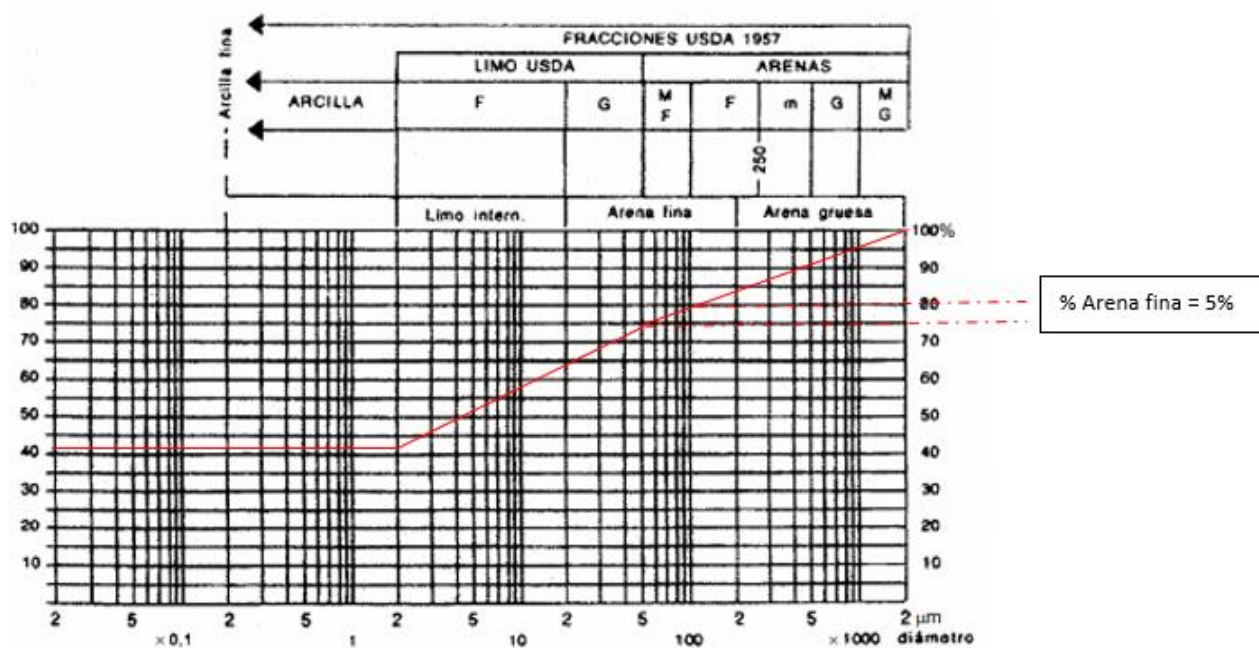


Figura 3. Diagrama para la elaboración de la curva granulométrica acumulada (USDA, 1957).

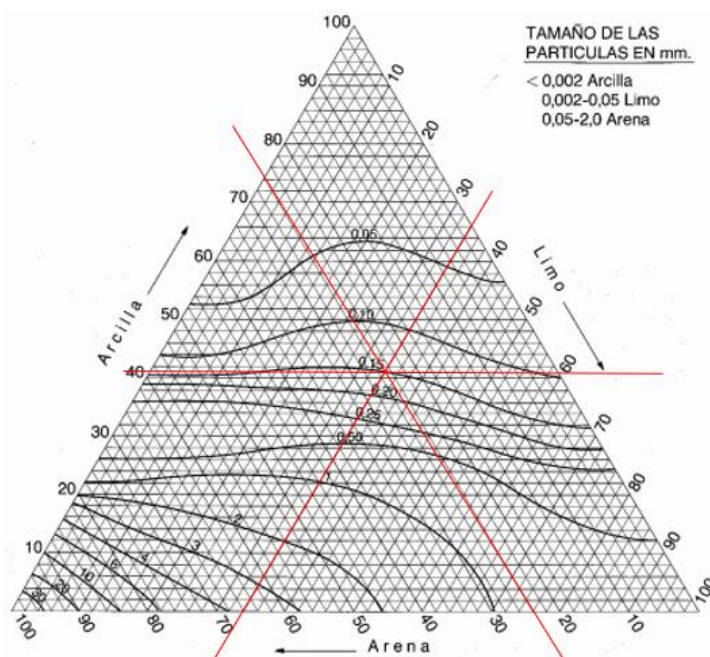


Figura 4. Triángulo de conductividad hidráulica a saturación basado en la textura del suelo, expresado en cm/h (López Cárdenas, 1998).

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo III. Estudio de la cuenca

1. SITUACIÓN	1
2. PARÁMETROS FÍSICOS DE LA CUENCA VERTIENTE	1
2.1. Parámetros de forma	1
2.1.1. Superficie de la cuenca	1
2.1.2. Índice de compacidad o de Gravelius (1914).....	2
2.1.3. Índice de forma.....	3
2.1.4. Relación de elongación	4
2.1.5. Amplitud de relieve	4
2.1.6. Relación de relieve	5
2.1.7. Curva hipsométrica	5
2.1.8. Curva de frecuencias.....	10
2.1.9. Rectángulo equivalente	14
2.1.10. Altura media	16
2.2. Índices de pendiente de la cuenca.....	18
2.2.1. Índice de pendiente relativa.....	18
2.2.2. Índice de pendiente media de la cuenca	19
2.3. Coeficiente de masividad de Martonne (1940).....	20
2.4. Coeficiente orográfico de Fournier (1960).....	21
2.5. Factor topográfico del modelo MUSLE (1987)	22
3. PARÁMETROS RELACIONADOS CON LA RED DE DRENAJE	23
3.1. Longitud del cauce principal.....	23
3.2. Perfil longitudinal del cauce.	24
3.3. Frecuencia de cauces.....	28
3.4. Pendiente media del río.....	28
3.5. Densidad de drenaje.....	29
3.6. Índice de sinuosidad	29
3.7. Coeficiente de torrencialidad.....	30
3.8. Canal de alimentación	31
3.9. Alejamiento medio	31
3.10. Textura de la red de drenaje	31

3.11. Tiempo de concentración.....	32
3.12. Distancia de escorrentía	32

ANEJO III: ESTUDIO DE LA CUENCA

1. SITUACIÓN

La zona elegida para este proyecto se encuentra en el municipio de Valle de Cerrato (Palencia), en la comarca del Cerrato. Se trata de una zona en ladera cercana al Arroyo del Rabanillo (*Véase Plano 3. Plano de emplazamiento*).

Las coordenadas centrales de la zona son, a partir del sistema de coordenadas ETRS89 Huso 30N: 388282, 4636952. Está representada en la hoja 312 del Mapa Topográfico Nacional de España.

La altura media es de 830 metros sobre el nivel del mar. Tanto en la zona superior como inmediatamente inferior a la ladera, aparecen terrenos agrícolas de secano. También aparecen de forma más puntal pequeños bosquetes de encina (*Quercus ilex* L. subsp. *ballota*), principal representante de la vegetación potencial de la zona).

2. PARÁMETROS FÍSICOS DE LA CUENCA VERTIENTE

Se define cuenca vertiente a una zona de la superficie terrestre, en la cual el agua procedente de las precipitaciones caídas sobre ella se dirige hacia un mismo punto de salida, la sección de cierre (Martínez de Azagra y Navarro, 1996). Las características que presenta una cuenca vertiente van a condicionar directamente el volumen de la escorrentía y su distribución en el espacio y en el tiempo, siendo estas características las relacionadas con relieve, forma, tipo de suelos y vegetación presente.

Se disponen a continuación una serie de parámetros físicos para ser analizados en los que quedan reflejada la respuesta de la cuenca frente a las precipitaciones en función de su forma, haciendo uso de una base cartográfica. Las medidas que se han tenido en cuenta para realizar los cálculos son la contenidas en la zona del proyecto, dentro de las diversas subcuencas. (*Véase Plano 6. Delimitación de las subcuencas*).

Todos los cálculos que se encuentran a continuación han sido realizados utilizando la metodología propuesta en el libro 'Hidrología Forestal. El ciclo hidrológico' publicado por Andrés Martínez de Azagra y Joaquín Navarro Hevia en 1996.

2.1. Parámetros de forma

2.1.1. Superficie de la cuenca

Según la Directiva Marco de Aguas 2000/60/CE se consideran:

Cuencas muy pequeñas: < 1000 ha

Cuencas pequeñas: de 1000 a 10000 ha

Cuencas medianas: de 10000 a 100000 ha

Cuencas grandes: de 100000 a 1000000 ha

Cuencas muy grandes: > 1000000 ha

La división en subcuencas queda reflejada a continuación en la Tabla 1, donde todas las subcuencas quedan clasificadas dentro de las de tamaño muy pequeño siguiendo dicho criterio.

Tabla 1. Clasificación de las subcuencas por superficie según la Directiva Marco de Aguas 2000/60/CE.

Subcuenca	Superficie (ha)	Clasificación
1	10,53	Muy pequeña
2	9,13	Muy pequeña
3	6,73	Muy pequeña
4	5,80	Muy pequeña

2.1.2. Índice de compacidad o de Gravelius (1914)

Es uno de los indicadores que se utiliza para conocer la forma de la cuenca, que influirá de forma directa sobre los escurrimientos que se producen. Este índice relaciona el perímetro de la cuenca con el perímetro de un círculo de área igual a la cuenca (Martínez de Azagra y Navarro, 1996).

El valor que toma este índice tiene como mínimo la unidad, lo que significa que la cuenca de estudio tiene una forma redondeada, cuánto más se aleje este valor de la unidad, más alargada será la cuenca.

Sea:

$$K_G = 0,28 \cdot \frac{P}{\sqrt{S}}$$

P= Perímetro de la cuenca

S= Superficie de la cuenca

Aplicamos esta fórmula a los datos de cada una de las subcuencas, clasificándolas como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Clasificación según tamaño para el índice de Gravelius.

Valor	Clasificación
1-1,25	Redonda
>1,25-1,5	Ovalada

Tabla 2 (cont.). Clasificación según tamaño para el índice de Gravellius.

Valor	Clasificación
>1,5-1,75	Oblonga
>1,75	Alargada

Se obtienen los resultados mostrados en la Tabla 3 para cada una de las subcuencas, se ve una tendencia hacia las cuencas alargadas, esto significa que los cauces secundarios no son abundantes, por lo que las gotas de agua procedentes de las precipitaciones llegan antes a la sección de control, el tiempo de concentración disminuye (Martínez de Azagra y Navarro, 1996).

Tabla 3. Clasificación de las subcuencas que forman la cuenca aplicando el índice de Gravellius.

Subcuenca	Superficie (m ²)	Perímetro (m)	Índice	Clasificación
1	105256,37	2547,7	2,2	Alargada
2	91298,04	1862,55	1,72	Oblonga
3	67339,25	2234,88	2,4	Alargada
4	58041,32	1088,9	1,27	Ovalada

2.1.3. Índice de forma

Este parámetro muestra el comportamiento de forma de la cuenca, se trata del cociente de la superficie de la cuenca entre el eje máximo de la cuenca (L_c), es decir, el máximo recorrido que va a tener la escorrentía en esa cuenca.

El resultado de este índice se corresponde con la anchura media del triángulo que forma la cuenca hacia su sección de cierre, se relaciona con la torrencialidad, cuanto menos sea el valor de este índice, mayor será esta última.

$$I_F = \frac{S}{L_c}$$

Tabla 4. Valor del índice de forma para cada una de las subcuencas (m).

Subcuenca	Superficie (m ²)	L_c (m)	Índice de forma (I_F)
1	105256,37	498	211,36
2	91298,04	515	177,28
3	67339,25	405	166,27
4	58041,32	190	305,48

El índice de forma con los valores más bajos se encuentra en la subcuenca 3, lo que significa que es la de mayor torrencialidad, seguida por la subcuenca 2. La subcuenca que presenta una menor torrencialidad es la número 4.

2.1.4. Relación de elongación

Se estudia la forma de la cuenca comparando su superficie con la que forma la circunferencia que se formaría en dicha cuenca a partir del eje máximo. Si se obtiene un valor similar a 1, se trata de una cuenca redonda, en cambio, si difiere de la unidad, será una cuenca alargada.

Se calcula esta relación para cada una de las subcuencas que conforman la zona de estudio, obteniendo los resultados expuestos en la Tabla 5.

$$R_E = \frac{S}{\pi \cdot \frac{L_c^2}{4}}$$

Tabla 5. Relación de elongación correspondiente a las subcuencas (adimensional).

Subcuenca	Superficie (m2)	L _c (m)	R _E
1	105256,37	498	0,54
2	91298,04	515	0,44
3	67339,25	405	0,52
4	58041,32	190	2,04

Todos los valores obtenidos son diferentes a la unidad, por lo que se puede concluir que las subcuencas con las que se trabajan son alargadas.

2.1.5. Amplitud de relieve

Se hace la diferencia entre la máxima y la mínima cota de la cuenca, este valor se corresponde con la diferencia de altitud que tiene que recorrer el agua dentro de la cuenca.

$$A_R = H_{m\acute{a}x} - H_{m\acute{i}n}$$

Se miden las cotas de cada subcuencas en la parte superior, cercanas a la zona de páramo, y en la parte inferior de la ladera, donde se encuentran los cultivos agrícolas de fono de valle. Se obtienen los siguientes resultados, expresados en la Tabla 6.

Tabla 6. Amplitud de relieve (A_R) de las subcuencas.

Subcuenca	Cota máxima (m)	Cota mínima (m)	A _R (m)
1	871	788	83

Tabla 6 (cont.). Amplitud de relieve (A_R) de las subcuencas.

Subcuenca	Cota máxima (m)	Cota mínima (m)	A_R (m)
2	875	776	99
3	873	782	91
4	882	804	78

2.1.6. Relación de relieve

Se trata del cociente de la amplitud de relieve (A_R) entre el eje máximo de la cuenca. (L_C). una cuenca con una pendiente mayor del 6%, es considerada como torrente (Martínez de Azagra y Navarro, 1996).

$$R_R = \frac{A_R}{L_C}$$

Tabla 6. Relación de relieve para las diferentes subcuencas que conforman la cuenca de estudio (adimensional).

Subcuenca	A_R (m)	L_C (m)	R_R	Pendiente (%)
1	83	498	0,1667	40,82
2	99	515	0,1922	43,84
3	91	405	0,2247	47,40
4	78	190	0,4105	64,07

Una forma rápida y sencilla de calcular la pendiente de una cuenca es con el cálculo de la raíz cuadrada de la relación de relieve. Dado a que todas las subcuencas presentan una pendiente considerablemente mayor al 6%, se trata de una zona de elevada torrencialidad. Cabe destacar que el valor de la pendiente de la subcuenca 4 es muy elevado, por lo que se comparará posteriormente con los valores obtenidos de pendiente por otros métodos.

2.1.7. Curva hipsométrica

La curva hipsométrica ofrece una visión del relieve y la altimetría de la cuenca, por encima de la altitud media se ubicará la totalidad de la superficie de la cuenca, se va calculando por encima de cada curva de nivel, la cantidad de superficie correspondiente a la cuenca que se encuentra (Martínez de Azagra y Navarro, 1996).

Se trasladarán las superficies calculadas para cada subcuenca al eje de abscisas, y las altitudes, al de coordenadas.

En la Tabla 7 se puede ver los resultados correspondientes para la subcuenca 1 de la cantidad de superficie comprendida entre curvas de nivel seguidas y la superficie acumulada, la distancia entre una curva de nivel y la siguiente es de 10 metros sobre el nivel del mar.

Tabla 7. Datos para la curva hipsométrica de la subcuenca 1.

Altitud (m)	Superficie por encima (ha)	% Superficie con respecto al total
871	0	0,00
870	0,17	1,61
860	0,96	9,12
850	1,9	18,04
840	3,02	28,68
830	4,24	40,27
820	5,42	51,47
810	7,88	74,83
800	8,91	84,62
790	10,22	97,06
788	10,53	100,00

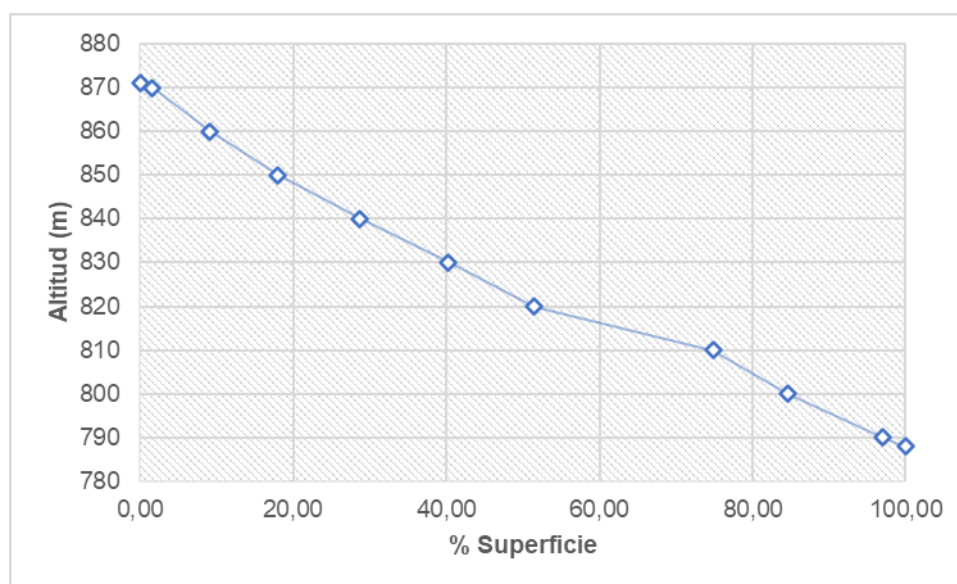


Figura 1. Curva hipsométrica correspondiente a la subcuenca 1.

La subcuenca 1, debido a la forma que presenta su curva hipsométrica representada en la Figura 1, se puede concluir que presenta erosión y transporte, tratándose de una cuenca de valle en la que los cursos de agua descienden rápidamente en altitud. Por debajo de la curva, queda el volumen de sedimentos que los cursos de agua no han sido capaces de erosionar, y por encima, aquella parte que sí ha podido erosionar.

Tabla 8. Datos para la curva hipsométrica de la subcuenca 2.

Altitud (m)	Superficie por encima (ha)	% Superficie con respecto al total
875	0	0
870	0,12	1,23
860	0,38	3,91
850	1,08	11,10
840	1,98	20,35
830	3,01	30,94
820	4,45	45,73
810	6,6	67,83
800	8,5	87,36
790	8,9	91,47
780	9,19	94,45
776	9,73	100,00

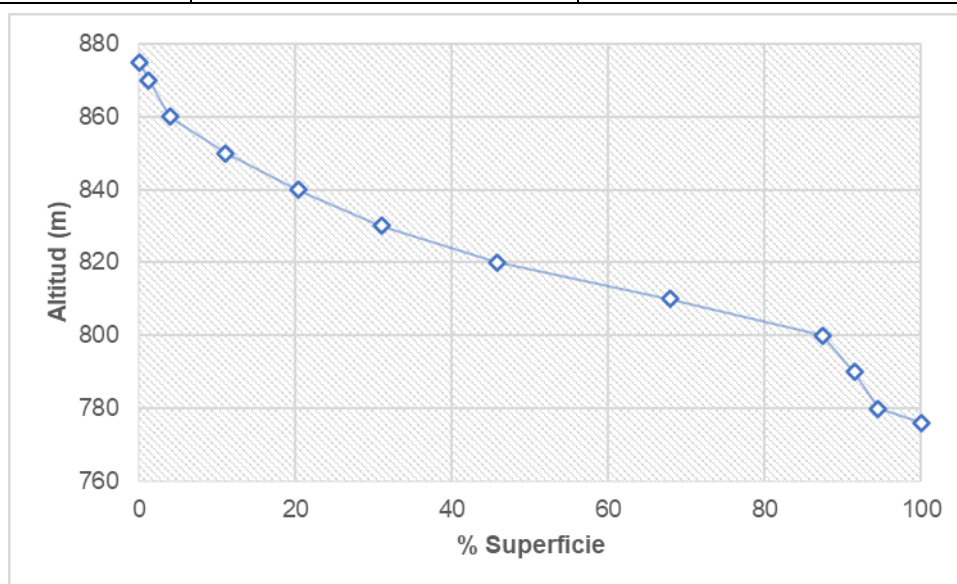


Figura 2. Curva hipsométrica correspondiente a la subcuenca 2.

En el caso de la subcuenca 2, a partir de su curva hipsométrica representada en la Figura 2, se puede deducir que se trata de un tipo de cuenca de valle, descende drásticamente en el final, lo que significa que el arrastre de sedimentos y la erosión es mayor en esa zona de la ladera.

Tabla 9. Datos para la curva hipsométrica de la subcuenca 3.

Altitud (m)	Superficie por encima (ha)	% Superficie con respecto al total
873	0	0,00
870	0,03	0,45
860	0,24	3,57
850	0,52	7,73
840	0,84	12,48
830	1,22	18,13
820	2,12	31,50
810	3,27	48,59
800	5,18	76,97
790	6,32	93,91
782	6,73	100,00

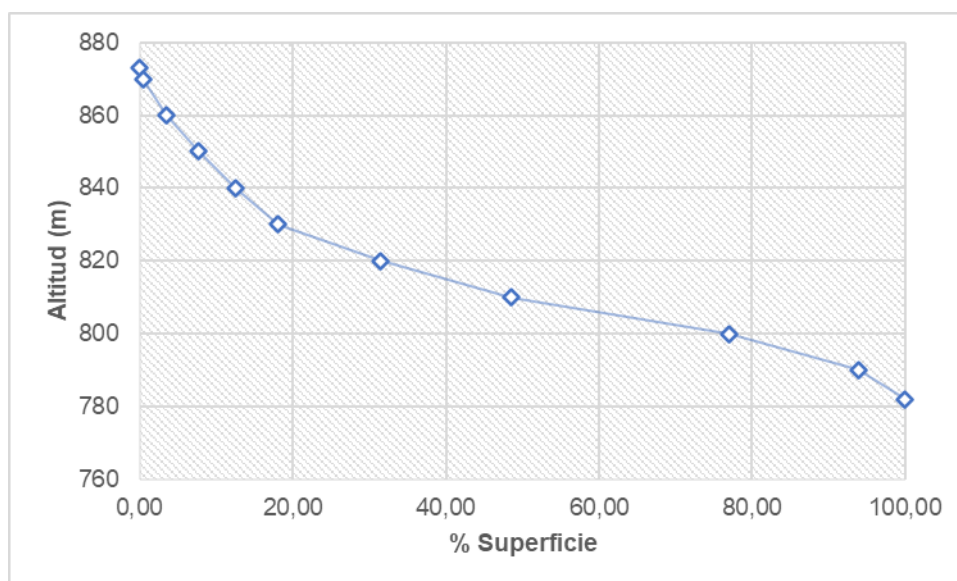


Figura 3. Curva hipsométrica correspondiente a la subcuenca 3.

Se trata de otra cuenca de valle, representada en la Figura 3, en la cual la erosión y el arrastre de sedimentos se produce principalmente a altitudes superiores aunque sea continua en toda la ladera.

Tabla 10. Datos para la curva hipsométrica de la subcuenca 4.

Altitud (m)	Superficie por encima (ha)	% Superficie con respecto al total
882	0,00	0,00
880	0,08	1,38
870	0,5	8,62
860	1,09	18,79
850	1,66	28,62
840	2,38	41,03
830	3,32	57,24
820	4,25	73,28
810	5,26	90,69
804	5,8	100,00

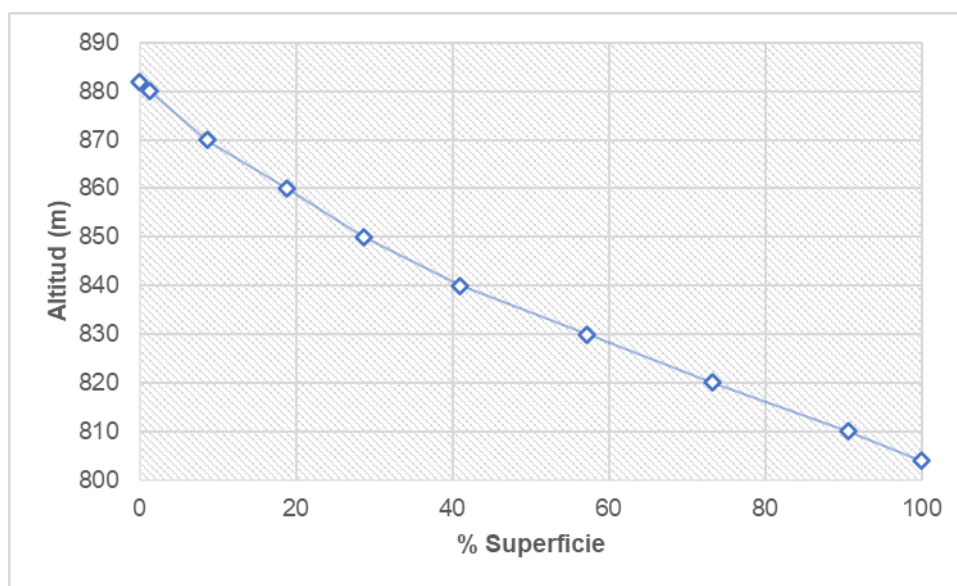


Figura 4. Curva hipsométrica correspondiente a la subcuenca 4.

La subcuenca 4, representada en la Figura 4, es una cuenca de valle.

Los resultados obtenidos de las diferentes subcuencas que conforman el proyecto se tratan de cuencas de valle en las que se produce un arrastre de los sedimentos y erosión, sobre todo desde las altitudes superiores.

2.1.8. Curva de frecuencias

Una curva de frecuencias se obtiene representando sobre el eje de ordenadas el porcentaje de superficie total de la cuenca que queda comprendida entre dos curvas de nivel consecutivas.

Se realizan a continuación, las curvas de frecuencias que correspondan a cada una de las subcuencas que conforman el proyecto.

Tabla 11. Datos de superficie entre dos curvas de nivel consecutivas y relativa al total para la subcuenca 1.

Intervalo entre curvas	Superficie entre curvas (m ²)	% Superficie relativa al total
870-880	1707	1,6
860-870	7910	7,5
850-860	9413	8,9
840-850	11129	10,6
830-840	12348	11,7
820-830	11786	11,2
810-820	19550	18,6
800-810	15618	14,8
790-800	13078	12,4
780-790	2595	2,5

En la Figura 5, situada a continuación, donde se representan los datos de a tabla anterior, se observa que la mayor parte de la superficie queda concentrada en la parte media de la ladera hacia la parte baja, donde luego vuelve a descender, esta cuenca presenta una superficie total de 10,53 ha, siendo la de mayor extensión del proyecto.

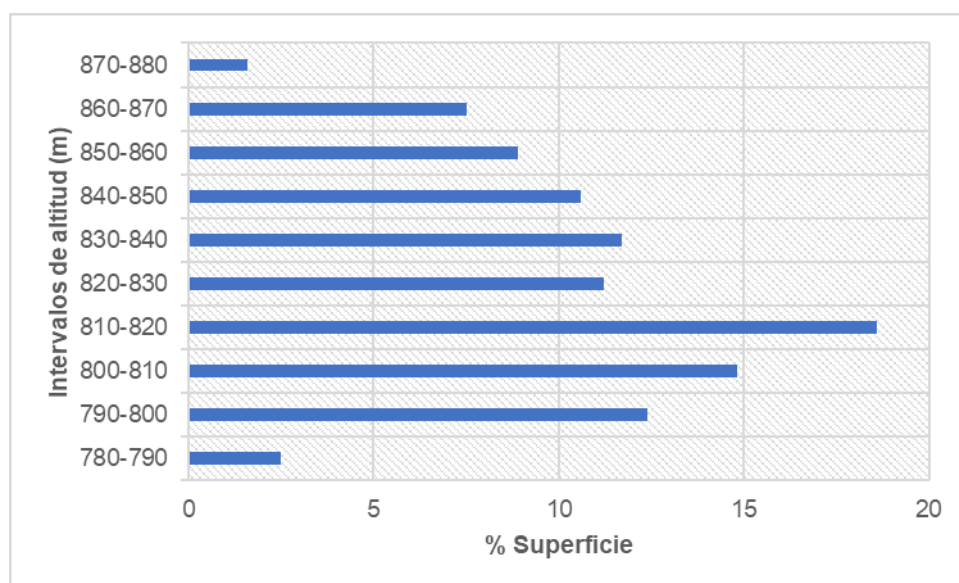


Figura 5. Curva de frecuencias de la subcuenca 1.

Tabla 12. Datos de superficie entre dos curvas consecutivas y relativa al total para la subcuenca 2.

Intervalo entre curvas	Superficie entre curvas (m ²)	% Superficie relativa al total
870-880	1103	1,21
860-870	3829	4,19
850-860	5868	6,43
840-850	8584	9,40
830-840	10887	11,9
820-830	14007	15,3
810-820	22316	24,4
800-810	18507	20,3
790-800	4579	5,0
780-790	1174	1,3
770-780	49	0,1

A continuación se representan los datos de la Tabla 12 gráficamente, donde se observa, como en el anterior caso de la subcuenca 2, que la mayor extensión de superficie queda concentrada a media ladera de la cuenca.

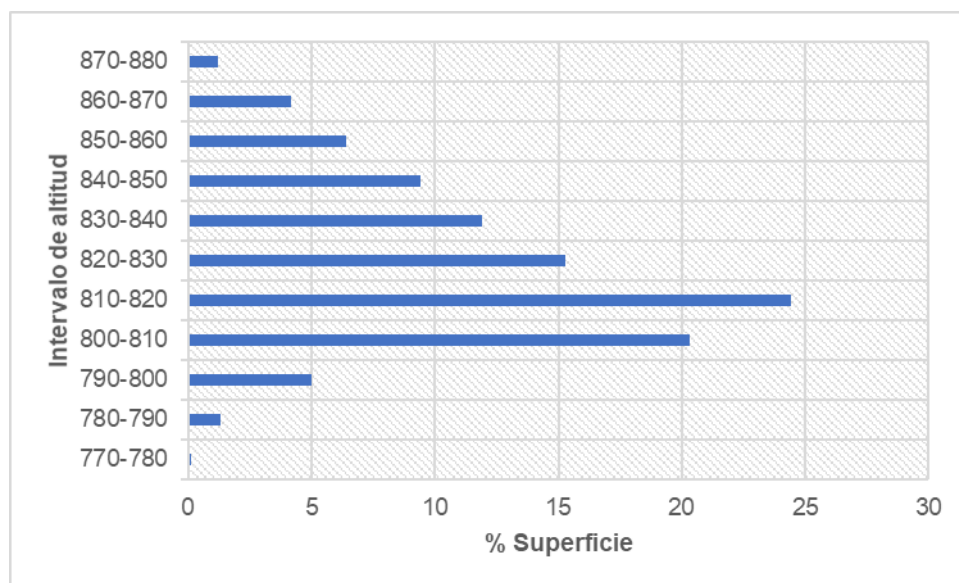


Figura 6. Curva de frecuencias de la subcuenca 2.

Tabla 13. Datos de superficie entre dos curvas consecutivas y relativa al total para la subcuenca 3.

Intervalo entre curvas	Superficie entre curvas (m ²)	% Superficie relativa al total
870-880	330	0,5
860-870	2116	3,1
850-860	2779	4,1
840-850	3189	4,7
830-840	3664	5,4
820-830	8864	13,2
810-820	9437	14,0
800-810	18641	27,7
790-800	12383	18,4
780-790	3940	5,9

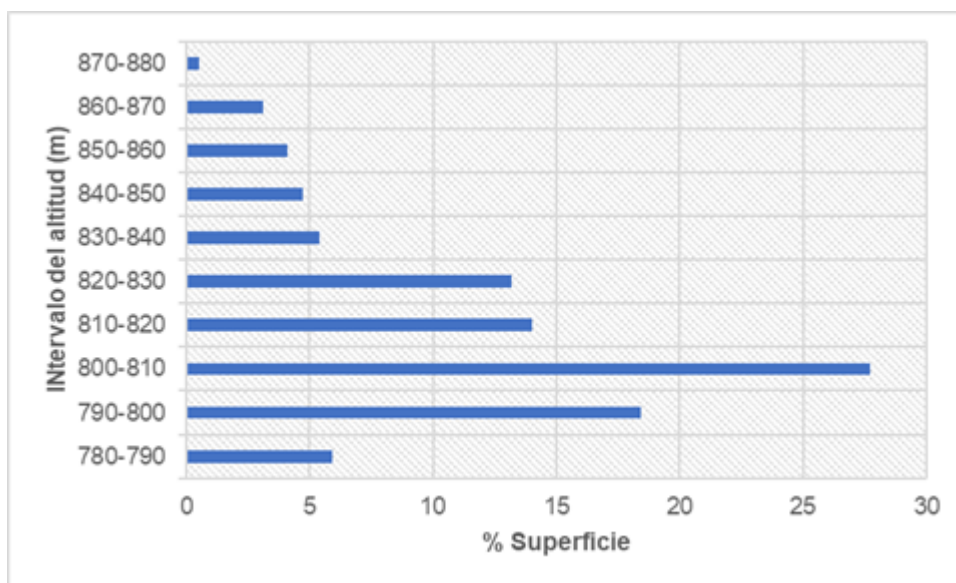


Figura 7. Curva de frecuencias de la subcuenca 3.

La subcuenca 3 queda representadas en la tabla y gráfico anteriores, la mayor parte de la superficie de la subcuenca, con un total de 6,73 ha se encuentra principalmente en las cotas más bajas. La superficie va aumentando considerablemente a medida que la cota desciende, por lo que se confirma que se trata de una cuenca de valle, en la que en la parte inferior se produce la deposición de los sedimentos.

Tabla 14. Datos de superficie entre dos curvas consecutivas y relativa al total para la subcuenca 4.

Intervalo entre curvas	Superficie entre curvas (m ²)	% Superficie relativa al total
880-890	715	1,2
870-880	4304	7,4
860-870	5870	10,1
850-860	5742	9,9
840-850	7347	12,7
830-840	9398	16,2
820-830	9231	15,9
810-820	10159	17,5
800-810	5485	9,5

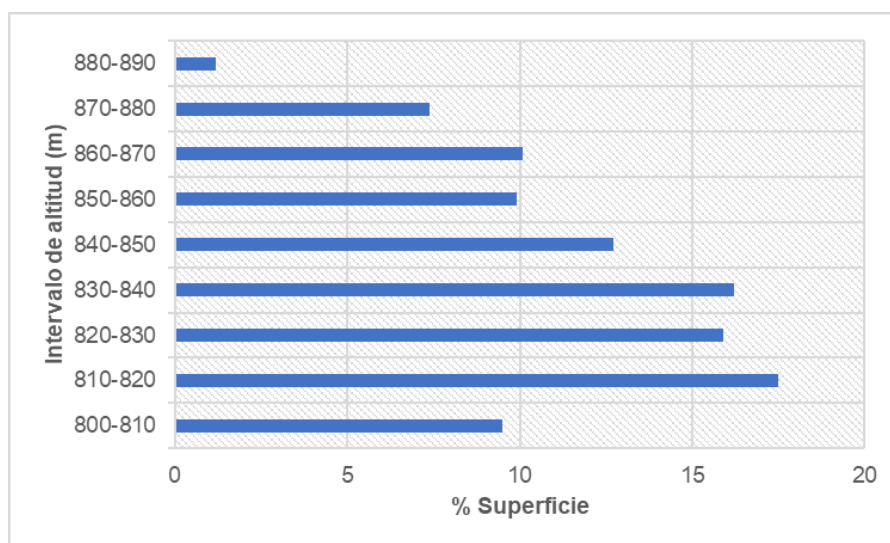


Figura 8. Curva de frecuencias de la subcuena 4.

La superficie de la subcuena 4 se mantiene bastante estable en los diferentes intervalos de cotas, conteniendo en cada uno de ellos valores cercanos al 10 % de la superficie total de la subcuena, aumentando de forma progresiva hacia el fondo de valle, aunque vuelve a bajar drásticamente en el último tramo.

2.1.9. Rectángulo equivalente

Se define rectángulo equivalente de una cuenca como el rectángulo que tiene la misma superficie y perímetro que la cuenca de estudio al igual que una misma distribución hipsométrica. En consecuencia, posee el mismo coeficiente de compacidad (Martínez de Azagra y Navarro, 1996).

Sean:

S = Superficie de la cuenca

P = Perímetro de la cuenca

Habrà que tener en cuenta que si $P^2 < 16S$, no existe el rectángulo equivalente y si, $P^2=16S$, tenemos un cuadrado.

$$(1)S = l \cdot L \text{ y } (2)P = 2 \cdot (l + L)$$

$$l = \frac{S}{L}$$

$$2 \cdot \left(L + \frac{S}{L} \right) = P \rightarrow 2L^2 + 2S - PL = 0$$

$$\text{Lado mayor: } L = \frac{P + \sqrt{P^2 - 16S}}{4}$$

$$\text{Lado menor: } L = \frac{P - \sqrt{P^2 - 16S}}{4}$$

En el caso de la subcuenca 1 (Figura 9), los valores que obtenemos para el lado mayor y menor del rectángulo son 1183,95 m y 88,9 m respectivamente.

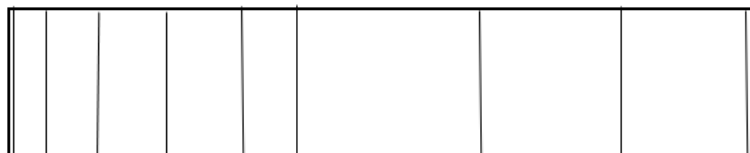


Figura 9. Rectángulo equivalente de la subcuenca 1.

Para la subcuenca 2 (Figura 10), el lado mayor tiene un valor de 819,93 m y el menor es de 111,35 m.

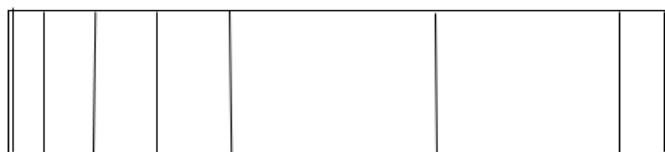


Figura 10. Rectángulo equivalente de la subcuenca 2.

La subcuenca 3 no tiene rectángulo equivalente ya que el valor del perímetro al cuadrado en la ecuación supera a 16 veces la superficie, por lo tanto no se puede calcular.

Se repite la operación para la subcuenca 4 (Figura 11), con lo que se obtiene para el lado mayor, 398,97 m y para el menor, 145,48 m.

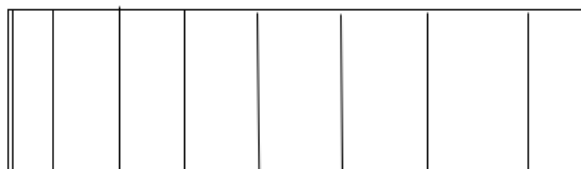


Figura 11. Rectángulo equivalente de la subcuenca 4.

2.1.10. Altura media

Se realiza el cálculo de la altura media de cada subcuenca contenida en el presente proyecto referida al nivel del mar. Su cálculo se hace a través de la siguiente fórmula:

Siendo:

$$A_m = \frac{\sum_i^m H_i \cdot S_i}{S}$$

H_i: altura media entre dos curvas de nivel respecto a la cota más baja de la cuenca, expresada en metros.

S_i: superficie en metros cuadrados comprendida entre dos curvas de nivel.

S: superficie de la cuenca en metros cuadrados.

En las Tablas 15, 16, 17 y 18 se muestran los datos y cálculos necesarios para cada una de las subcuencas, así como el cálculo de la altura media de cada una de ellas.

Tabla 15. Datos para el cálculo de la altura media de la subcuenca 1.

Altura (m)	Altura media (m)	Superficie (m ²)	H _i *S _i
788-790	1	2595	2595
790-800	7	13078	91546
800-810	17	15618	265506
810-820	27	19550	527850
820-830	37	11786	436082
830-840	47	12348	580356
840-850	57	11129	634353
850-860	67	9413	630671
860-870	77	7910	609070
870-871	82,5	1707	140827,5
		Total	3.918.856,5

El resultado del cociente de el sumatorio del producto de la altura media (H_i) y la superficie (S_i), entre la superficie total de la cuenca, de 105256 m² es de 37,23 metros. Para obtener realmente la altura media de esta cuenca, es necesario sumar el valor de la cota mínima de esta cuenca, teniendo como resultado que la cuenca se encuentra a una altura media sobre el nivel del mar de 825,23 metros.

Tabla 16. Datos para el cálculo de la altura media de la subcuenca 2.

Altura (m)	Altura media (m)	Superficie (m ²)	H _i *S _i
776-780	2	49	98
780-790	9	1174	10566
790-800	19	4579	87001
800-810	29	18507	536703
810-820	39	22316	870324
820-830	49	14007	686343
830-840	59	10887	642333
840-850	69	8584	592296
850-860	79	5868	463572
860-870	89	3829	340781
870-875	96,5	1103	106439,5
Total			4.336.456,5

El cociente del producto anteriormente mencionado entre la superficie total de la subcuenca 2, de 91298 metros cuadrados, da una altura media de 47,50 metros. Sumado a la cota mínima, la subcuenca está a una media de 823,5 metros sobre el nivel del mar.

Tabla 17. Datos para el cálculo de la altura media de la subcuenca 3.

Altura (m)	Altura media (m)	Superficie (m ²)	H _i *S _i
782-790	4	3940	15760
790-800	13	12383	160979
800-810	23	18641	428743
810-820	33	9437	311421
820-830	43	8864	381152
830-840	53	3664	194192
840-850	63	3189	200907
850-860	73	2779	202867
860-870	83	2116	175628
870-873	89,5	330	29535
Total			2.101.184

Alumno/a: Alba Magarzo Manchón

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Se realiza de nuevo el cálculo para la subcuenca 3, con una superficie total de 67339 metros, dando una altura media de 31,22 metros, que sumado a la cota mínima es 813,22 metros sobre el nivel del mar.

Tabla 18. Datos para el cálculo de la altura media de la subcuenca 4.

Altura (m)	Altura media (m)	Superficie (m ²)	H _i *S _i
804-810	3	5485	16455
810-820	11	10159	111749
820-830	21	9231	193851
830-840	31	9398	291338
840-850	41	7347	301227
850-860	51	5742	292842
860-870	61	5870	358070
870-880	71	4304	305584
880-882	77	715	55055
		Total	1.926.171

El cociente del valor total expresado en la tabla superior entre la superficie total de esta subcuenca de 58041 metros cuadrados es de 33,19 metros. Sumándolo a la cota mínima adquiere un valor de 837 metros sobre el nivel del mar.

A continuación, en la Tabla 19 se muestra un resumen de las diferentes alturas medias de las subcuencas del proyecto, dando un valor de altura media de 824,79 metros sobre el nivel del mar.

Tabla 19. Alturas medias de cada una de las subcuencas que conforman el proyecto expresado en metros sobre el nivel del mar.

Subcuenca	Altura media (m.s.n.m.)
1	825,23
2	823,5
3	813,22
4	837,19
Media	824,79

2.2. Índices de pendiente de la cuenca

2.2.1. Índice de pendiente relativa

Sirve como una sencilla y primera aproximación a la pendiente media de la cuenca. En la siguiente fórmula, se incluyen los valores de la altura máxima y mínima

de cada subcuenca, teniendo su diferencia como coeficiente el lado mayor del rectángulo equivalente (L).

Ya que en el caso de la subcuenca 3 ha sido imposible calcular el rectángulo equivalente, no se podrá obtener el índice de pendiente relativa de esta subcuenca siguiendo este método.

$$J_r = \sqrt{\frac{H_{m\acute{a}x} - H_{m\acute{i}n}}{L}} \cdot 100$$

Tabla 20. Cálculo de las pendientes medias de cada subcuenca, en porcentaje aplicando el índice de pendiente relativa (medidas en metros).

	H máx	H mín	L	J _r
Subcuenca 1	871	794	1183,95	25,5
Subcuenca 2	875	776	819,93	34,75
Subcuenca 3	873	782	-	-
Subcuenca 4	882	804	398,97	44,22

Se obtienen así las pendientes relativas de cada una de las subcuencas, siendo la de menor pendiente la subcuenca 1 y la de mayor pendiente la subcuenca 4, con un 44,22%.

2.2.2. Índice de pendiente media de la cuenca

Para calcular la pendiente de una cuenca de la forma más directa posible, considera la pendiente media de la cuenca como la media ponderada de todas las superficies elementales en las que la línea de máxima pendiente es constante.

Siendo:

$$J_c = \frac{D \cdot L_t}{S} \cdot 100$$

D: Equidistancia entre las curvas de nivel (10 m).

L_t: Longitud de todas las curvas de nivel.

S: Superficie de la cuenca (m²).

Tabla 21. Índice de pendiente media para cada una de las subcuencas expresado en porcentaje.

	D	L _t	S	J _c
Subcuenca 1	10	3140	105256,37	29,83
Subcuenca 2	10	2580	91298,04	28,26
Subcuenca 3	10	1860	67339,25	27,62
Subcuenca 4	10	2268	58041,32	39,08

Se observa que el valor de la pendiente de la subcuenca 1 aumenta considerablemente utilizando este método, mientras que las pendientes de las subcuencas 2 y 4 disminuyen. Por otro lado, permite calcular la pendiente de la subcuenca 3 sin necesidad de recurrir al triángulo equivalente.

2.3. Coeficiente de masividad de Martonne (1940)

La pendiente y la altura media no son suficientes para caracterizar el relieve de una cuenca ya que se pueden encontrar diversas cuencas con los mismos valores de pendiente y altura pero con morfologías claramente distintas. (Martínez de Azagra y Navarro, 1996).

Este coeficiente se define como el cociente entre la altura media de la cuenca, expresada en metros y su superficie en una proyección horizontal, en kilómetros cuadrados. El resultado de este cociente define el tipo de cuenca que hay, en el caso de que sea un valor grande, el tipo de cuenca se corresponde con las típicas de la Cornisa Cantábrica, en las que en pequeñas extensiones se produce un gran descenso en altitud, mientras que, si el valor del coeficiente es más bajo, se corresponde con un relieve menos acentuado, típico de cuencas como la del Duero o el Tajo.

$$tg\alpha = \frac{A_m}{OB}$$

Siendo:

A_m: Altura media de la cuenca en metros.

OB: Superficie total de la cuenca en kilómetros cuadrados.

Se realiza el cálculo para cada una de las subcuencas, queda expresado en la Tabla 22.

Tabla 22. Coeficiente de Martonne (1940) para cada una de las subcuencas expresado en m/km².

Subcuenca	A _m (m)	OB (km ²)	Coeficiente de Martonne (1940)
1	37,23	0,105256	353,71

Tabla 22 (cont.). *Coefficiente de Martonne (1940) para cada una de las subcuencas expresado en m/km².*

Subcuenca	A _m (m)	OB (km ²)	Coefficiente de Martonne (1940)
2	47,50	0,091298	520,27
3	31,22	0,067339	463,62
4	33,19	0,058041	571,84

En todos los casos el resultado es un valor alto, por lo que se puede concluir que en una extensión de terreno pequeña existe un gran descenso en altitud.

2.4. Coeficiente orográfico de Fournier (1960)

Este parámetro expresa, teniendo en cuenta que la altura sobre el nivel del mar influye sobre el flujo de agua y el área que está directamente relacionada con el potencial de escorrentía de la cuenca, el potencial de degradación de una cuenca.

El coeficiente orográfico se define como el producto de la altura media por el coeficiente de Martonne (1940), contempla la posibilidad de que existan dos cuencas de diferente relieve y mismo coeficiente de masividad (Martínez de Azagra y Navarro, 1996).

$$C_o = A_m \cdot tga$$

Tabla 23. *Coefficiente orográfico de Fournier (1960) para cada una de las subcuencas expresado en m²/ha.*

Subcuenca	A _m (m)	tg α (m/km ²)	C _o (m ² /ha)
1	37,23	353,71	131,69
2	47,50	520,27	247,13
3	31,22	463,62	144,74
4	33,19	571,84	189,79

Según Fournier (1960), cuando:

$C_o > 6$ m²/ha; son cuencas con relieve acentuado.

$C_o < 6$ m²/ha; son cuencas con relieve poco pronunciado.

Esto, basado en los resultados obtenidos en la Tabla 23, indica que las subcuencas tienen un relieve muy acentuado, dado a los altos valores del coeficiente.

2.5. Factor topográfico del modelo MUSLE (1987)

Se trata de uno de los factores que componen la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo, modificada en 1987 por McCool, siendo la ecuación original, USLE, de Wischmeier y Smith (1978).

Calcula la erosión laminar y en regueros. Se calcula el factor topográfico (LxS) con la fórmula propuesta para cuencas que presentan una pendiente media mayor del 9%.

La longitud de pendiente (L), es la distancia horizontal desde el origen de un flujo hasta un punto en concreto en el cual el gradiente de la pendiente se reduce lo suficiente como para que dé lugar a la deposición de los sedimentos y el escurrimiento quede definido en un canal perfectamente definido, y por otro lado, la inclinación de la pendiente (S) es el factor que refleja la influencia que tiene el gradiente de la pendiente en los procesos de erosión, incrementando a medida que aumenta la pendiente (Martínez de Azagra y Navarro, 1996).

Sean:

LxS: Factor topográfico de la MUSLE (1987).

λ: Longitud del terreno (m), representa la distancia que recorre de media la escorrentía en la cuneca para alcanzar cualquier cauce dentro de la cuenca.

s: Pendiente del terreno (adimensional). Se usa para el cálculo la pendiente media de la cuenca (J_c).

S: Superficie de la cuenca (km²).

L_{TR}: Longitud de todos los ríos que forman la cuenca (km).

$$LxS = \left(\frac{\lambda}{22,13}\right)^{0,3} \cdot \left(\frac{S}{9}\right)^{1,3}$$

$$\lambda = 500 \cdot \frac{S}{L_{TR}}$$

Se aplican ambas ecuaciones a las cuatro subcuencas, obteniendo los resultados reflejados en la Tabla 24.

Tabla 24. Factor topográfico calculado para cada una de las subcuencas (MUSLE, 1987).

Subcuenca	Superficie (km ²)	L _{TR} (km)	λ	J _c	LxS
1	0,1053	0,404	130,32	29,83	8,08

Tabla 24 (cont.). Factor topográfico calculado para cada una de las subcuencas (MUSLE, 1987).

Subcuenca	Superficie (km ²)	L _{TR} (km)	λ	J _c	LxS
2	0,0913	0,385	118,57	28,26	7,32
3	0,0673	0,357	94,26	27,62	6,64
4	0,058	0,249	116,47	39,08	11,10

Como se ha mencionado anteriormente, a través de este cálculo queda reflejado cómo la pendiente influye en la erosión del terreno, aumentando notablemente con su incremento.

3. PARÁMETROS RELACIONADOS CON LA RED DE DRENAJE

Se define red hidrográfica o red de drenaje al camino natural, ya sea permanente o temporal, por el que fluyen las aguas de los escurrimientos superficiales, hipodérmicos y subterráneos (Martínez de Azagra y Navarro, 1996).

La zona del proyecto presenta una serie de cauces que a lo largo de su recorrido va definiendo las diferentes subcuencas que lo forman, ya que la zona en la que se encuentran tiene elevadas pendientes, los cursos de agua que circulan por ella pueden considerarse como torrentes, corrientes naturales de agua de carácter irregular localizada en fuertes pendientes con régimen hidráulico rápido (n° de Froude > 1). Estos cursos vierten a su vez al Arroyo del Rabanillo, que circula cerca del municipio, siendo éste una corriente natural de agua de carácter intermitente en función de las estaciones con anchura menor a 5 metros.

A continuación, queda caracterizada la red hidrográfica superficial a partir de una serie de parámetros importantes para su definición.

3.1. Longitud del cauce principal

Conocer su valor es interesante para estimar el tiempo que tarda el agua procedente de las precipitaciones en llegar a la sección de control.

Tabla 25. Longitud de los cauces principales de cada subcuenca de estudio.

Subcuenca	Longitud del cauce principal (m)
1	404,4
2	384,5
3	356,8
4	249

3.2. Perfil longitudinal del cauce.

Tabla 26. Perfil longitudinal del cauce de la subcuenca 1.

Altitud (m)	Longitud (m)
871	0
870	23,8
860	69,3
850	117,3
840	154,3
830	197,8
820	210,4
810	312,4
800	352,9
790	402,4
788	404,4

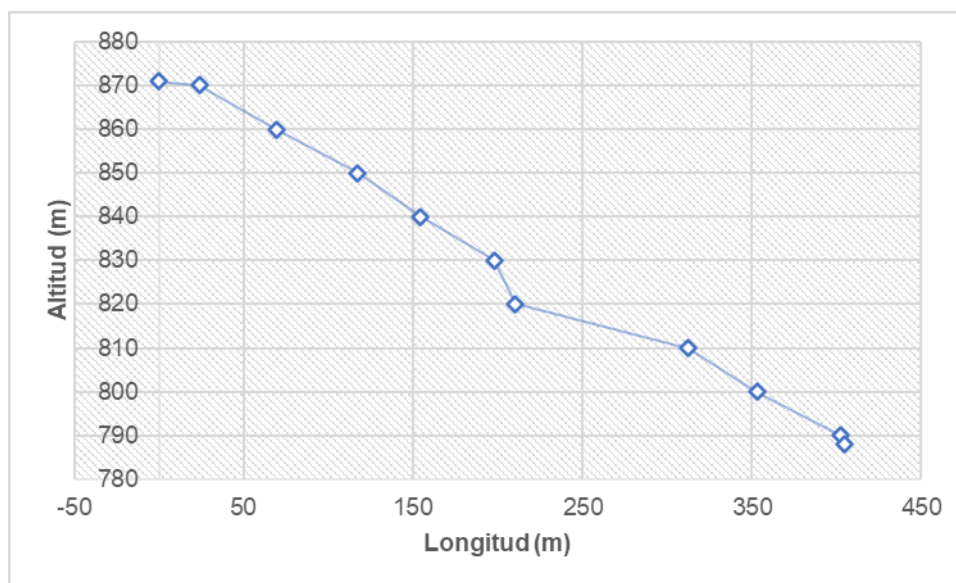


Figura 12. Perfil longitudinal del cauce de la subcuenca 1.

Tabla 27. Perfil longitudinal del cauce de la subcuenca 2.

Altitud (m)	Longitud (m)
875	0
870	8
860	30
850	61
840	83
830	112
820	142
810	175
800	220,5
790	295,5
780	368,5
776	384,5

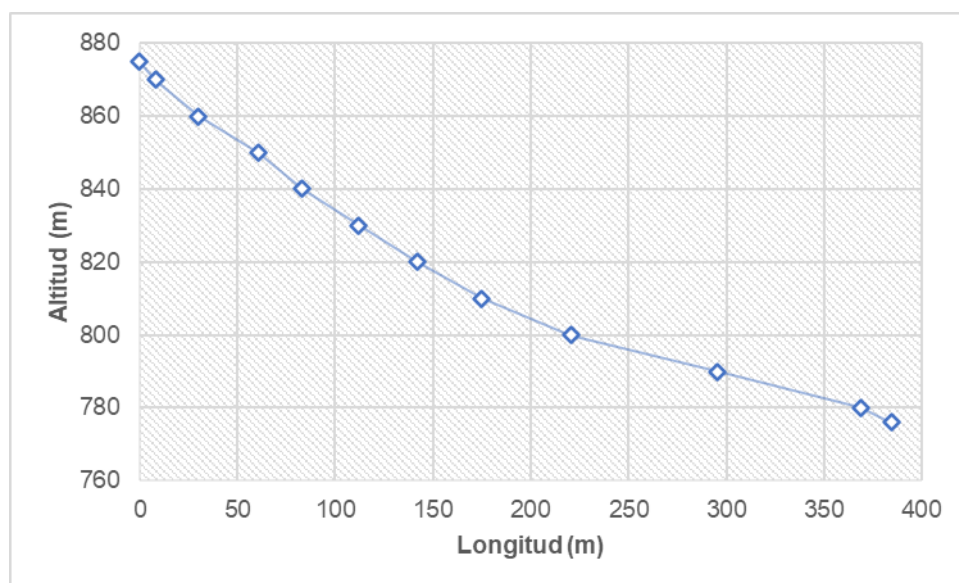


Figura 13. Perfil longitudinal del cauce de la subcuenca 2.

Tabla 28. Perfil longitudinal del cauce de la subcuenca 3.

Altitud (m)	Longitud (m)
873	0
870	7
860	19
850	35
840	57,5
830	82,8
820	135,8
810	211,8
800	249,8
790	299,8
782	356,8

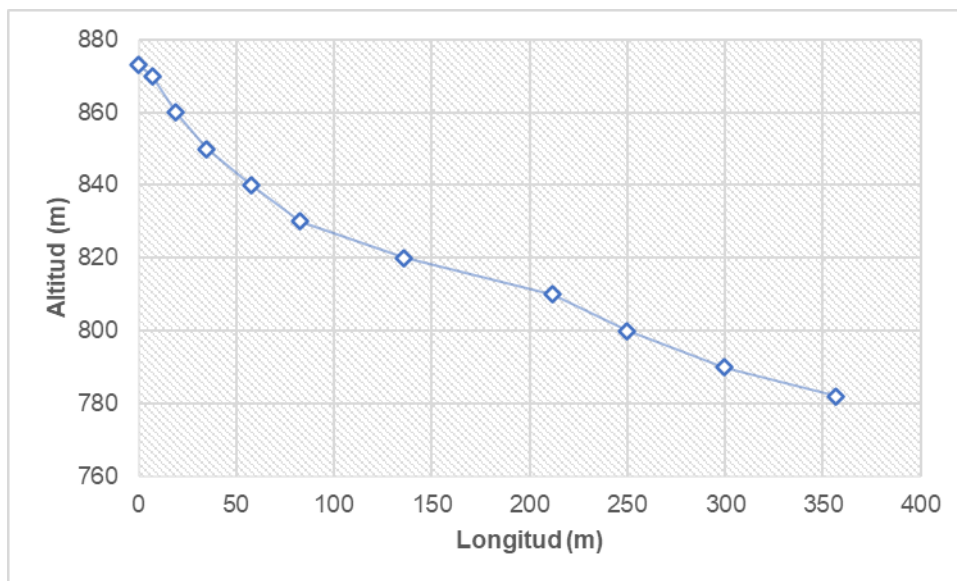


Figura 14. Perfil longitudinal del cauce de la subcuenca 3.

Tabla 29. Perfil longitudinal del cauce de la subcuenca 4.

Altitud (m)	Longitud (m)
882	0
880	19
870	42
860	60,5
850	88
840	118,3
830	147,3
820	186
810	228
804	249

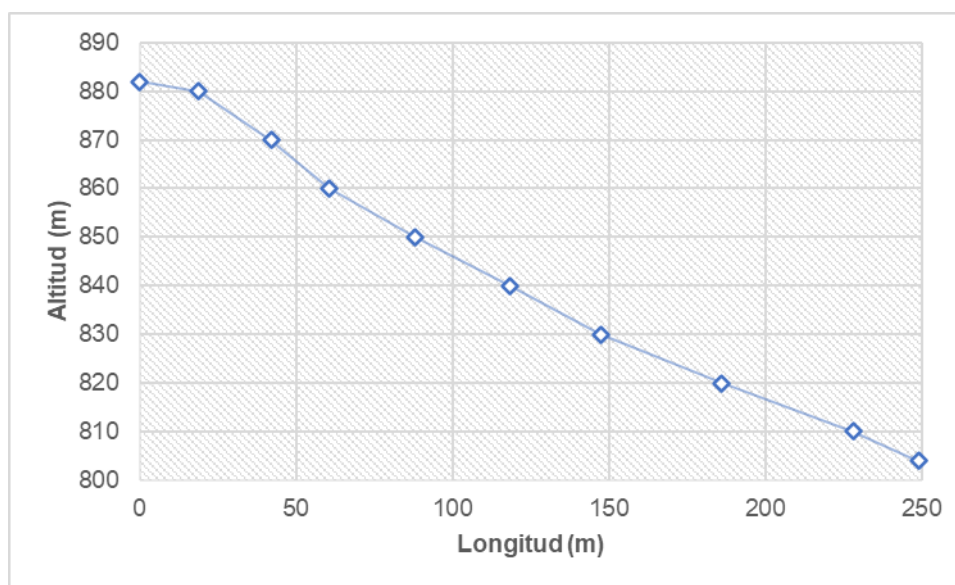


Figura 15. Perfil longitudinal del cauce de la subcuenca 4.

Los perfiles situados anteriormente se han construido trasladando al eje de ordenadas la altitud sobre el nivel del mar, y al eje de abscisas la distancia desde el origen del cauce o su nacimiento. Esto ofrece una idea de la juventud o madurez del cauce, en las Figuras 12, 13, 14 y 14 se observa que en todas las subcuencas se

tiende a un perfil con un descenso en altitud bastante lineal, se trata de cauces jóvenes en proceso de pasar a ser maduros.

3.3. Frecuencia de cauces

Es la relación que existe entre el número de cauces en una cuenca con el área correspondiente a ella. Se calcula de la siguiente forma:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^k N_i}{A_k}$$

En la siguiente tabla se encuentran los diferentes datos para las diferentes subcuencas existentes y la frecuencia de cauces en cada una de ellas:

Tabla 30. Frecuencia de cauces en cada una de las subcuencas.

Subcuenca	Número de cauces (N)	Superficie (km ²)	Frecuencia de cauces
1	1	0,1053	9,50
2	1	0,0913	10,95
3	1	0,0673	14,86
4	1	0,058	17,24

Los resultados muestran que la frecuencia no es elevada ya que el número de cauces por kilómetro cuadrado que hay en cada una de las subcuencas no alcanza en ninguno de los casos valores muy elevados.

3.4. Pendiente media del río

Se define como el cociente entre la diferencia de cotas extremas del río o curso principal y su longitud (Martínez de Azagra y Navarro, 1996).

$$J_{\text{río}} = \frac{H_{\text{máx}} - H_{\text{mín}}}{L_r}$$

Tabla 31. Pendiente media del río en cada una de las subcuencas.

Subcuenca	H _{máx} (m)	H _{mín} (m)	L _r (m)	J _{río}
1	871	788	404,4	0,20524233
2	875	776	384,5	0,25747724

Tabla 31 (cont.). *Pendiente media del río en cada una de las subcuencas.*

Subcuenca	H _{máx} (m)	H _{mín} (m)	L _r (m)	J _{río}
3	873	782	356,8	0,25504484
4	882	804	249	0,31325301

Las pendientes de los diferentes cursos de agua que circulan por las subcuencas están en torno al 25% de pendiente. Al ser en todas un valor superior al 6%, estos cauces presentan un carácter torrencial.

3.5. Densidad de drenaje

Se calcula mediante el cociente de la longitud total de todos los cursos de agua, expresada en kilómetros, y el área total de la cuenca, en kilómetros cuadrados.

$$D_d = \frac{L_c}{S}$$

Siendo:

D_d: Densidad de drenaje (km/km²).

L_c: Longitud de los ríos (km).

S: Superficie de la cuenca (S).

Tabla 32. *Densidad de drenaje expresada en km/km² para cada subcuenca.*

Subcuenca	L _c	Superficie (km ²)	D _d
1	0,404	0,1053	3,84
2	0,386	0,0913	4,23
3	0,357	0,0673	5,30
4	0,249	0,058	4,29

Las densidades de drenaje que presentan las diferentes subcuencas son bajas, con valores inferiores a 10 km/km².

3.6. Índice de sinuosidad

Relaciona la longitud real del cauce con la longitud en línea recta desde el nacimiento de este a la sección de cierre. Si se trata de un cauce recto, el valor del

cociente de ambos tendrá un valor cercano a la unidad, mientras que, cuanto más sinuoso sea el cauce, más alejado de este valor va a estar.

$$I = \frac{L_{real}}{L_{recta}}$$

Tabla 33. Cálculo e interpretación del índice de sinuosidad para las subcuencas.

Subcuenca	L_{real}	L_{recta}	Índice	Interpretación
1	404,4	396	1,02	Recto
2	384,5	458	0,84	Recto
3	356,8	332	1,07	Recto
4	249	215	1,16	Recto

Los valores obtenidos en el cociente no se encuentran muy alejados de la unidad, por lo que se puede concluir que los cauces que presentan las diferentes subcuencas son rectos.

3.7. Coeficiente de torrencialidad

El coeficiente de torrencialidad es el producto de la densidad de drenaje por el número de afluentes directos sobre el curso principal en relación a la superficie de la cuenca (Martínez de Azagra y Navarro, 1996).

$$C_T = \frac{D_d \cdot N}{S}$$

Tabla 34. Coeficiente de torrencialidad de las subcuencas del proyecto expresado en km^3 .

Subcuenca	D_d (km/km ²)	N	Superficie (km ²)	C_T
1	3,84	1	0,1053	36,44
2	4,23	1	0,0913	46,31
3	5,30	1	0,0673	78,82
4	4,29	1	0,058	74,02

La torrencialidad aumenta en las subcuencas 3 y 4, donde también las pendientes del terreno son mayores, de 47,40% y 64,07%, respectivamente.

3.8. Canal de alimentación

Indica la superficie de la cuenca que el corresponde a cada kilómetro de río que circula por ella, su cálculo se puede hacer haciendo la inversa de la densidad de drenaje (D_d), anteriormente calculado.

$$C_a = \frac{1}{D_d}$$

Tabla 35. Canal de alimentación para cada subcuenca.

Subcuenca	D_d (km/km ²)	Canal de alimentación (km ² /km)
1	3,84	0,26
2	4,23	0,24
3	5,30	0,19
4	4,29	0,23

3.9. Alejamiento medio

Relaciona el recorrido que tiene que hacer el drenaje en el interior de la cuenca de estudio, se trata de un parámetro adimensional, su cálculo se hace a través de la siguiente fórmula:

$$a_m = \frac{L_m}{\sqrt{S}}$$

Tabla 36. Alejamiento medio de los cauces en cada subcuenca.

Subcuenca	Lc (km)	Superficie (km ²)	Alejamiento medio (a_m)
1	0,404	0,1053	1,25
2	0,386	0,0913	1,28
3	0,357	0,0673	1,38
4	0,249	0,058	1,03

3.10. Textura de la red de drenaje

Las corrientes que conforman la red de drenaje son corrientes efímeras, ya que sólo llevarán agua en caso de que se produzcan precipitaciones.

A partir del modelo Strahler (1957) se puede determinar que la clase de corrientes que forman la zona de estudio son de orden bajo, ya que se encuentran localizados en zonas de cabecera, se trata de cauces de orden 1 y 2.

Es estudio se hace sobre una zona de margas yesíferas, con presencia de páramos calizos, Way (1978) clasifica las cuencas con estas características edáficas dentro de las cuencas de textura fina, con alta escorrentía superficial, suelos de baja permeabilidad y susceptibles a la erosión.

3.11. Tiempo de concentración

Tanto para determinar la planificación en el uso de suelos como en la gestión de los recursos hídricos, el tiempo de concentración es un parámetro cuyo valor es esencial conocer.

El tiempo de concentración es el tiempo máximo de circulación de agua que procede de la escorrentía superficial hasta la sección de cierre o control. Se conoce a través de la siguiente fórmula:

Los factores que se necesitan para su cálculo son la longitud del curso de agua

$$T_c = 0,3 \cdot \left(\frac{L_c}{P_m^{0,25}} \right)^{0,76}$$

(L_c) y la pendiente media del curso (P_m) el resultado se obtiene en horas, por lo que lo que se pasa a minutos para tener un resultado más comprensible.

Tabla 37. *Tiempo de concentración de cada subcuenca expresado en horas y minutos.*

Subcuenca	L_c (km)	P_m (m/m)	T_c (h)	T_c (min)
1	0,404	0,2052	0,2035	12,21
2	0,386	0,2575	0,1883	11,30
3	0,357	0,2550	0,1778	10,67
4	0,249	0,3133	0,13	7,8

3.12. Distancia de escorrentía

Es la relación que existe entre la superficie de toda la cuneca y la longitud de todos los cursos de agua (Martínez de Azagra y Navarro, 1996). Queda calculado en la Tabla 38.

$$D_e = 0,5 \cdot \frac{S}{L_r}$$

Tabla 38. Distancia de escorrentía de cada subcuenca.

Subcuenca	Superficie (km²)	Longitud de los cursos (km)	Distancia de escorrentía
1	0,1053	0,404	0,130
2	0,0913	0,386	0,118
3	0,0673	0,357	0,094
4	0,058	0,249	0,116

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo IV. Estudio de vegetación

1. VEGETACIÓN POTENCIAL	1
1.1. Ámbito biogeográfico	1
1.2. Pisos bioclimáticos	1
1.3. Subpisos bioclimáticos	2
1.4. Heladas	2
1.5. Periodo de actividad vegetal.....	2
1.6. Tipos de invierno	2
1.7. Ombroclima	3
1.8. Clasificación fitoclimática de Allué Andrade (1990).....	3
2. SERIES DE VEGETACIÓN.....	3
2.1. Mapa de series de vegetación	3
2.2. Descripción de las series.....	3
2.2.1. Serie 19 b.....	3
2.2.2. Serie 22 a.....	4
2.3. Etapas de regresión.....	4
2.3.1. Etapas de regresión para la serie 19 b	4
2.3.2. Etapas de regresión para la serie 22 a	5
3. USOS DEL SUELO Y VEGETACIÓN ACTUAL.....	5
3.1. Especies presentes en la zona del proyecto.....	5
3.2. Conclusiones	6

ANEJO IV: ESTUDIO DE VEGETACIÓN

1. VEGETACIÓN POTENCIAL

Según Rivas Martínez (1987), la vegetación potencial es aquella comunidad vegetal estable que existiría en una zona como consecuencia de una evolución geobotánica progresiva siempre y cuando no se hayan producido alteraciones, influencias o transformaciones artificiales por la acción del hombre, o perturbaciones naturales como incendios, erupciones volcánicas, movimientos sísmicos, inundaciones, ...

Uno de los objetivos de este proyecto persigue implantar una comunidad vegetal que sea resiliente en el tiempo, para lo que será necesario tener en cuenta esta vegetación potencial.

1.1. **Ámbito biogeográfico**

Rivas Martínez, en el documento 'Memoria del mapa de series de vegetación de España', publicado por el ICONA en 1987, define ámbito biogeográfico como la clasificación de una región por medio de clasificaciones jerárquicas en función de aspectos geográficos y climáticos.

Dicha clasificación para la zona que ocupa Valle de Cerrato (Palencia) es:

Reino: Holártico.

Región: Mediterránea.

Subregión: Mediterránea Occidental.

Provincia: Mediterránea Ibérica Occidental.

Subprovincia: Castellano-Maestrazgo-Manchega.

Sector: Castellano duriense.

1.2. **Pisos bioclimáticos**

Se entiende por piso bioclimático (Rivas Martínez, 1987) cada uno de los tipos o espacios termoclimáticos que se suceden altitudinal o latitudinalmente. De forma práctica, estas unidades se delimitan en función de variables climáticas como temperatura, precipitaciones y sus variaciones a lo largo del año.

Dentro de estos pisos bioclimáticos, se puede determinar las comunidades vegetales que pueden cumplir de la mejor forma posible uno de los objetivos propuestos dentro del proyecto, una vegetación permanente en la zona.

El índice de termicidad, calculado en el Anejo I. Estudio climatológico, sirve para clasificar tanto los pisos como subpisos bioclimáticos. El resultado obtenido en el cálculo de este índice fue 173.

Dentro de la región Mediterránea, debido al valor del índice la zona de estudio se encuentra en el Piso Supramediterráneo.

1.3. Subpisos bioclimáticos

Dentro de la clasificación de los pisos climáticos, cada uno de ellos es dividido en subpisos u horizontes. Sabiendo que el índice de termicidad para la zona de estudio es de 173, ésta se encuentra en el subpiso bioclimático Supramediterráneo Inferior.

Esta subclasificación dentro del propio piso bioclimático afecta a la distribución de las series de vegetación que se van a encontrar en la zona de interés.

1.4. Heladas

Otro de los factores que van a influir en la vegetación son las heladas, aunque también se pueden producir de forma más esporádica, se concentran en ciertos meses según el piso bioclimático que corresponda.

Según la clasificación de Rivas Martínez de 1987 que se lleva siguiendo en la elaboración de este anejo, el periodo de heladas para el piso Supramediterráneo es de octubre a junio.

1.5. Periodo de actividad vegetal

Un índice de gran trascendencia en la distribución de las comunidades vegetales (Rivas Martínez, Díaz, Prieto, Loidi & Penas, 1984) son los fríos, por lo que se limita significativamente la actividad vegetativa. El límite para dicha actividad que se toma es de 7,5 °C de temperatura media mensual, por debajo de ésta, la actividad vegetal se detiene, entrando en parada vegetativa, y por encima de esta temperatura, se pone de manifiesto un incremento en la biomasa vegetal considerable.

Según la clasificación que se viene siguiendo, para el piso Supramediterráneo de la región Mediterránea, el periodo de actividad vegetal tiene una duración de 7 a 8 meses, correspondiéndose con lo calculado en el Anejo I. Estudio climático a través de los datos del observatorio tomados, teniendo como resultado 7 meses de actividad vegetal.

1.6. Tipos de invierno

Basándose en la temperatura media de las mínimas del mes más frío, que en el caso de la zona de estudio este valor es de -0,6 °C, concretamente en el mes de enero (véase *Tabla 6 en Anejo I. Estudio climático*).

Siguiendo el documento anteriormente citado de Rivas Martínez (1984), el tipo de invierno presente es un invierno fresco (-1 °C a 2 °C).

1.7. Ombroclima

En función la precipitación presente en la zona, se distinguen diversos modelos de vegetación debido a las diferentes necesidades hídricas que presentan diferentes especies.

Como la precipitación media anual de la zona de estudio es de 417,2 mm (Véase *Tabla 6 en Anejo I. Estudio climático*), siguiendo la clasificación de Rivas Martínez (1987) para la región Mediterránea peninsular, se trata de un ombroclima seco (entre 350 mm y 600 mm).

1.8. Clasificación fitoclimática de Allué Andrade (1990)

Según Allué Andrade (1990), la zona de estudio se corresponde a la clasificada como VI (IV) de orden 1, es un fitoclima mediterráneo con una vegetación natural compuesta por vegetación esclerófila adaptada a los periodos de sequía estival.

Entre la vegetación potencial, se encuentran especies como quejigo (*Quercus faginea*), melojares o rebollares (*Quercus pyrenaica*), encinares alsinares (*Quercus ilex*) y robledales pubescentes (*Quercus humilis*).

2. SERIES DE VEGETACIÓN

2.1. Mapa de series de vegetación

La zona de estudio se encuentra entre dos series de vegetación, estas son la 19b y la 22a.

El nombre fitosociológico de la 19 b es *Cephalanthero longifoliae - Qcto. fagineae sigmetum*, esto es, que pertenece a la serie Supra-mesomediterránea castellano-alcarreno-manchega basófila de *Quercus faginea* o quejigo.

La otra serie, 22 a, tiene como nombre fitosociológico *Junipero thuriferae - Qcto. rot.e sigmetum*, en la serie Supramediterránea castellano-maestrazgo-manchega basófila de *Quercus rotundifolia* o encina.

(Véase *Plano 4. Series de vegetación de Rivas Martínez (1987)*).

2.2. Descripción de las series

2.2.1. Serie 19 b

Para la serie 19 b, propia de etapas maduras de las series Supra-mesomediterráneas basófilas del quejigo (*Quercus faginea* L.) que se definen como bosques densos en los que predominan árboles caducifolios o marcescentes. Suelen estar sustituidos por espinares (*Prunetalia*) y pastizales vivaces con abundancia de caméfitos (*Brometalia*, *Rosmarinetalia*, ...).

La vocación de este tipo de territorio es tanto agrícola como forestal o ganadera, en función de la topografía, grado de degradación que sufren los suelos y usos tradicionales que han sido dados a lo largo de los siglos en las diversas comarcas.

Los bioindicadores de esta serie son: *Quercus faginea*, *Acer granatense*, *Paeonia humilis*, *Cephalanthera longifolia*, *Rosa agrestis*, *Berberis seroi*, *Berberis hispanica*, *Brachypodium phoenicoides*, *Bromus erectus*, ...

2.2.2. Serie 22 a

Para la serie 22 a, en etapas maduras de la serie supramediterránea basófila de la encina de hoja redondeada (*Quercus rotundifolia* o *Quercus ilex* L. subsp. *ballota*). Estas series tiene preferencias por los territorios en los que es común el clima continental en los que se suele haber desplazado bosques de sabinas albares y enebros. La vocación de estos territorios suele ser forestal o ganadera, salvo que se encuentren en zonas escarpadas.

Los bioindicadores para esta serie son: *Quercus rotundifolia*, *Juniperus oxycedrus*, *J. hemisphaerica*, *J. thurifera*, *Genista pumila*, *Salvia lavandulifolia*, ...

2.3. Etapas de regresión

Se incluyen a continuación las etapas de regresión para ambas series presentes según Rivas Martínez (1987).

2.3.1. Etapas de regresión para la serie 19 b

Tabla 1. Etapas de regresión con sus especies correspondientes para la serie 19 b según la clasificación de Rivas Martínez (1987).

Etapa	Especies presentes
Bosque	<i>Quercus faginea</i> <i>Cephalanthera longifolia</i> <i>Cephalanthera rubra</i> <i>Paeonia humilis</i>
Matorral denso	<i>Rosa agrestis</i> <i>Rosa miracantha</i> <i>Viburnum lantana</i> <i>Lonicera etrusca</i>
Matorral degradado	<i>Linum appresum</i> <i>Arctostaphylos crassifolia</i> <i>Salvia lavandulifolia</i> <i>Sideritis incana</i>
Pastizales	<i>Brachypodium phoenicoides</i> <i>Mantisalca salmantica</i> <i>Elymus hispidus</i>

2.3.2. Etapas de regresión para la serie 22 a

Tabla 2. Etapas de regresión con sus especies correspondientes para la serie 22 a según la clasificación de Rivas Martínez (1987).

Etapa	Especies presentes
Bosque	<i>Quercus rotundifolia</i> <i>Juniperus thurifera</i> <i>Juniperus hemisphaerica</i> <i>Rhamnus infectoria</i>
Matorral denso	<i>Rosa agrestis</i> <i>Rosa miracantha</i> <i>Rosa cariotii</i> <i>Crataegus monogyna</i>
Matorral degradado	<i>Genista pumila</i> <i>Linum appressum</i> <i>Fumana procumbens</i> <i>Globularia vulgaris</i>
Pastizales	<i>Festuca hystrix</i> <i>Dactylis hispanica</i> <i>Koeleria vallesiana</i>

3. USOS DEL SUELO Y VEGETACIÓN ACTUAL

3.1. Especies presentes en la zona del proyecto

Tanto la distribución actual de la vegetación como los usos del suelo de la zona a la que le corresponde el presente proyecto, se han visto afectados por la actividad humana, y no es la que se esperaría de una comunidad vegetal cerca de alcanzar la vegetación potencial propia de la zona, si no que aparecen con frecuencia especies propias de un ecosistema en regresión.

Cabe destacar que la mayor parte de la zona del proyecto está ocupada por la serie de vegetación 22 a (Véase Plano 4. Series de Vegetación de Rivas Martínez), por lo que las especies que se proceden a nombrar a continuación pertenecerán en su mayoría a las etapas de degradación de esta serie, expresadas en la Tabla 2.

Entre las especies arbóreas, destaca la presencia de un regenerado con cierto potencial de encina (*Quercus ilex* subsp. *ballota*), de un metro de altura aproximadamente, y en las zonas de mayor humedad, aparece también el pino carrasco (*Pinus halepensis*) a cuyos pies se les estima una edad comprendida entre los 15 y 20 años, de mayor altura, con 2 metros o 2 metros y medio. En las zonas de vaguada hay una presencia notable de espino albar (*Crataegus monogyna*), que ha alcanzado en algunos casos un porte importante, llegando al metro y medio de altura y con un crecimiento en envergadura entorno al metro.

Entre las especies arbustivas, encontramos especies de ramnáceas como *Ramnus saxatilis*, común como especie acompañante sobre todo en las zonas de vaguada, así como diferentes arbustos dispersos de la familia de las rosáceas como *Rosa agrestis*, *Rosa canina* y *Rosa micrantha*. (rosáceas en etapas de regresión de matorral denso tanto en la serie 19 b como en la 22 a, ver tablas 1 y 2).

Entre el matorral leñoso bajo, de gran abundancia en la zona como *Salvia lavandulifolia* (Tabla 1), muy característica de la zona, *Santolina chamaecyparissus*, *Stachys dubia*, *Thymus mastigophorus*, *Lithodora fruticosa*, *Linum suffruticosum*, *Ephedra distachya* o *Dorycnium pentaphyllum*. La presencia de estas especies nos puede dar mucha información de la zona, en el caso de *Lithodora fruticosa*, la existencia de terrenos calizos así como *Ephedra distachya* se trata de una especie muy representativa de la flora gipsófila. Por otro lado, la aparición de *Dorycnium pentaphyllum* indica lugares que han sido cultivados, por lo que estos terrenos en su momento pudieron haber tenido un aprovechamiento agrícola, el estado en el que se encontraba era muy seco, lo que indica que es un matorral bastante viejo, puede causar ciertos problemas de cara a incendios.

En el caso de las especies herbáceas presentes, que son las más abundantes, hay tanto presencia de gramíneas como leguminosas, siendo más abundantes estas primeras. Entre las gramíneas, destaca la abundancia de *Festuca hystrix* (Tabla 2), *Bromus rigidus*, *Koeleria vallesiana* (Tabla 2), *Brachypodium distachyon* o *Brachypodium phoenicoides*, ésta última en zonas más frescas. Por otro lado, entre las leguminosas tenemos *Onobrychis saxatilis*, típica de yesos; *Ononis tridentata*, especie de alto valor pascícola o *Ophrys sphegodes*. Además, hay que destacar un endemismo que aparece también en nuestra zona de estudio, *Reseda stricta*, es muy poco frecuente, se desarrolla sobre margas yesosas. Presentan una talla baja, alrededor de los 10 centímetros, aunque en algunas zonas, sobre todo en las de vaguada, la cobertura herbácea llega a ser bastante tupida, en el resto se encuentran de una forma más dispersa.

3.2. Conclusiones

Con respecto a la información de la zona del proyecto que se refleja en el anterior apartado, el número de especies presentes pertenecientes a una etapa de bosque son reducidas tanto en número como en tamaño, aunque pueden ser una buena señal con respecto a la recuperación de este espacio degradado.

Por otro lado, las especies relacionadas con la etapa de matorral denso son abundantes en diversidad aunque no en número. En cambio, las especies de matorral bajo leñoso son muy abundantes, contemplando una gran diversidad de especies.

Para finalizar, las especies propias de la etapa de pastizal son las predominantes en la zona del proyecto, lo que indica que hay una degradación considerable en la zona. Algunas de estas especies, como es el caso de *Reseda stricta*, endemismo propio de margas yesíferas, pueden ser de interés su conservación debido a su poca frecuencia. Este tipo de especies poco abundantes, serán de especial importancia a la hora de llevar a cabo la implantación de la vegetación en las laderas, siendo

interesante la conservación de zonas más aclaradas para su conservación sin poner en peligro la degradación que sufre la zona proyectada.

Tabla 3. Clasificación de las especies presentes.

Estrato	Especie	Nombre común	Observaciones
Arbóreo	<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ballota</i>	Encina	Especie climácica, dentro de la vegetación potencial.
	<i>Pinus halepensis</i>	Pino carrasco	Especie muy utilizada en repoblaciones.
	<i>Crataegus monogyna</i>	Espino albar	Abundante, valor para la fauna.
Arbustivo	<i>Ramnus saxatilis</i>	Espino	Puntual, valor para la fauna (fruto). Acompaña a encinas.
	<i>Rosa agrestis</i>	Escaramujo agreste, rosal bravío	Puntual, valor para la fauna (fruto)
	<i>Rosa canina</i>	Escaramujo	Abundante
	<i>Rosa micrantha</i>	Escaramujo, rosal silvestre	Puntual, valor para la fauna (fruto)
Matorral bajo	<i>Salvia lavandulifolia</i>	Blanquilla, espliego	Abundante, típico de margas yesíferas.
	<i>Santolina chamaecyparissus</i>	Cipresilla, guardarropa, manzanillera	Abundante, típico de margas yesíferas.
	<i>Staehelina dubia</i>	Hierba pincel, yesca	Abundante en margas yesíferas.
	<i>Thymus mastigophorus</i>	Tomillejo	Abundante en margas yesíferas.

Tabla 3(cont.). Clasificación de las especies presentes.

Estrato	Especie	Nombre común	Observaciones
Matorral bajo	<i>Lithodora fruticosa</i>	Anguina, hierba la sangre	Endemismo peninsular en terrenos de margas yesíferas.
	<i>Linus suffruticosum</i>	Lino blanco	Abundante
	<i>Ephedra distachya</i>	Efedra	Puntual, su conservación es de gran importancia para detener los procesos de erosión. Endémica.
	<i>Doynium pentaphyllum</i>	Bocha	Abundante
Herbáceo	<i>Fistuca hystrix</i>	--	Abundante
	<i>Bromus rigidus</i>	Rompesacos	Puntual
	<i>Koeleria vallesiana</i>	Hierba de pelo	Puntual
	<i>Brachypodium distachyon</i>	Espiguilla de burro	Abundante
	<i>Brachypodium phoenicoides</i>	Botea	Zonas densas de pasto en las vaguadas.
	<i>Onobrychis saxatilis</i>	Esparceta de pastor	Puntual
	<i>Ononis tridentata</i>	Asnallo	Importante valor pascícola.
	<i>Ophrys sphegodes</i>	Orquídea araña	Puntual
	<i>Reseda stricta</i>	Pebrotos	Endemismo



Figura 1. Ejemplar de *Festuca hystrix*, especie abundante en la zona. (Fuente: Alba Magarzo Manchón).



Figura 2. Ejemplar de *Ephedra distachya* presente en la zona del proyecto. (Fuente: Alba Magarzo Manchón).



Figura 3. Ejemplar de *Quercus ilex* subsp. *ballota*, la falta de vegetación alrededor del mismo puede suponer la presencia en el suelo del género de hongos *Tuber*. (Fuente: Alba Magarzo Manchón).



Figura 4. Detalle de regenerado de *Pinus halepensis* presente en la zona del proyecto. (Fuente: Alba Magarzo Manchón).



Figura 5. Detalle de ejemplar de *Rosa canina* presente en la zona del proyecto. (Fuente: Alba Magarzo Manchón).



Figura 6. Ejemplar de tamaño en torno a 1,5 metros presente en el límite de la zona del proyecto de *Quercus ilex* subsp. *ballota*. (Fuente: Alba Magarzo Manchón).

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo V. Estudio de fauna

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. INVENTARIO	1
2.1. Anfibios	1
2.2. Reptiles	1
2.3. Aves	2
2.4. Mamíferos	3
3. POSIBLE INCIDENCIA DE LA FAUNA SOBRE EL PROYECTO.....	4
4. POSIBLE INCIDENCIA DEL PROYECTO EN LA FAUNA.....	5
5. IMPORTANCIA CINEGÉTICA DE LA ZONA	5
6. ZONAS DE PROTECCIÓN DE LA RED NATURA 2000 CERCANAS	5
6.1. LIC Montes del Cerrato (ES4140053).....	5
6.2. LIC Riberas del Río Pisuerga y afluentes (ES4140082).....	6

Alumno/a: Alba Magarzo Manchón

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

ANEJO V: ESTUDIO DE FAUNA

1. INTRODUCCIÓN

Se dispone a continuación un inventario de la fauna presente en la zona del proyecto y en sus inmediaciones que se han podido observar de forma directa o indirecta, a través de vestigios.

Este inventario se hará de las especies vertebradas que estén presentes en la zona clasificándolas en las categorías propuestas en el listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas.

Dichas categorías son las siguientes:

RPE: Régimen de Protección Especial

V: Vulnerable

PE: Peligro de extinción

En el caso de que la especie no lleve ninguna de estas anotaciones, se concluye que para esa especie no existe ningún factor que ponga en peligro su población por lo que no necesita ninguna protección especial.

2. INVENTARIO

A su vez, estas especies serán clasificadas en función de la clase y familia a la que pertenezcan.

2.1. Anfibios

- Familia *Bufo*

Bufo bufo (Linnaeus, 1758) (Sapo común)

- Familia *Rana*

Pelophylax perezi (López Seoane, 1885) (Rana común)

2.2. Reptiles

- Familia *Colubridae*

Coronella girondica (Daudin, 1803) (Culebra lisa meridional)

Rhinechis scalaris (Schinz, 1822) (Culebra escalera)

- Familia *Lacertidae*

Podarcis hispanicus (Steindachner, 1870) (Lagartija ibérica)

Alumno/a: Alba Magarzo Manchón

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

- Familia *Lamprophiidae*
Malpolon monspessulanus (Hermann, 1809) (Culebra bastarda)
- Familia *Scincidae*
Chalcides striatus (Cuvier, 1829) (Eslizón tridáctilo)

2.3. Aves

- Familia *Accipitridae*
Aquila chrysaetos (Linnaeus, 1758) (Águila real) **(RPE)**
Circaetus gallicus (Gmelin, 1788) (Águila culebrera) **(RPE)**
Circus pygargus (Linnaeus, 1758) (Aguilucho cenizo) **(V)**
Milvus milvus (Linnaeus, 1758) (Milano real) **(PE)**
- Familia *Alaudidae*
Melanocorypha calandra (Linnaeus, 1766) (Calandria común)
- Familia *Apodidae*
Apus apus (Linnaeus, 1758) (Vencejo común)
- Familia *Ciconiidae*
Ciconia ciconia (Linnaeus, 1758) (Cigüeña blanca) **(RPE)**
- Familia *Columbidae*
Columba livia (Gmelin, 1789) (Paloma común)
Columba palumbus (Linnaeus, 1758) (Paloma torcaz)
- Familia *Corvidae*
Pica pica (Linnaeus, 1758) (Urraca)
- Familia *Falconidae*
Falco naumanni (Fleischer, 1818) (Cernícalo primilla) **(RPE)**
Falco peregrinus (Tunstall, 1771) (Halcón peregrino) **(PE)**
- Familia *Fringillidae*
Fingilla coelebs (Linnaeus, 1758) (Pinzón vulgar)
- Familia *Hirundinidae*
Hirundo rustica (Linnaeus, 1758) (Golondrina común) **(RPE)**

- Familia *Laniidae*
 - Lanius senator* (Linnaeus, 1758) (Alcaudón común)
- Familia *Otididae*
 - Tetrax tetrax* (Linnaeus, 1758) (Sisón) **(V)**
- Familia *Paridae*
 - Cyanistes caeruleus* (Linnaeus, 1758) (Herrerillo) **(RPE)**
 - Parus major* (Linnaeus, 1758) (Carbonero) **(RPE)**
- Familia *Passeridae*
 - Passer domesticus* (Linnaeus, 1758) (Gorrión común)
- Familia *Phasianidae*
 - Alectoris rufa* (Linnaeus, 1758) (Perdiz roja)
 - Coturnix coturnix* (Linnaeus, 1758) (Codorniz común)
 - Perdix perdix* (Linnaeus, 1758) (Perdiz pardilla)
- Familia *Strigidae*
 - Athene noctua* (Scopoli, 1769) (Mochuelo común) **(RPE)**
 - Bubo bubo* (Linnaeus, 1758) (Búho real) **(RPE)**
- Familia *Sturnidae*
 - Sturnus unicolor* (Temminck, 1820) (Estornino negro)
- Familia *Turdidae*
 - Turdus viscivorus* (Linnaeus, 1758) (Zorzal charlo)
- Familia *Tytonidae*
 - Tyto alba* (Scopoli, 1769) (Lechuza común) **(RPE)**
- Familia *Upupidae*
 - Upupa epops* (Linnaeus, 1758) (Abubilla) **(RPE)**

2.4. Mamíferos

- Familia *Canidae*
 - Canis lupus signatus* (Cabrera, 1907) (Lobo ibérico) **(RPE)**
 - Vulpes vulpes* (Linnaeus, 1758) (Zorro rojo)

- Familia *Cervidae*
Capreolus capreolus (Linnaeus, 1758) (Corzo)
- Familia *Cricetidae*
Microtus arvalis (Pallas, 1778) (Topillo campesino)
- Familia *Erinaceidae*
Erinaceus europaeus (Linnaeus, 1758) (Erizo europeo)
- Familia *Leporidae*
Lepus granatensis (Rosenhauer, 1856) (Liebre ibérica)
Oryctolagus cuniculus (Linnaeus, 1758) (Conejo común)
- Familia *Muridae*
Apodemus sylvaticus (Linnaeus, 1758) (Ratón de campo)
- Familia *Mustelidae*
Lutra lutra (Linnaeus, 1758) (Nutria paleártica) **(V)**
Meles meles (Linnaeus, 1758) (Tejón europeo)
- Familia *Suidae*
Sus scrofa (Linnaeus, 1758) (Jabalí)
- Familia *Talpidae*
Talpa europaea (Linnaeus, 1758) (Topo común)
- Familia *Vespertilionidae*
Myotis myotis (Borkhausen, 1797) (Murciélago ratonero grande) **(V)**

3. POSIBLE INCIDENCIA DE LA FAUNA SOBRE EL PROYECTO

Es probable que existan daños en el repoblado, sobre todo teniendo en cuenta la elevada presencia de herbívoros en el territorio, habiendo roedores que pueden alimentarse de los brinzales principalmente en los primeros años de vida al igual que fauna silvestre, como corzos, o ganado que pueden ramonearlos.

Son abundantes en la zona los ataques producidos a los cultivos agrícolas por corzo (*Capreolus capreolus*), conejo (*Oryctolagus cuniculus*) y jabalí (*Sus scrofa*), siendo los ataques de este último los que causan mayor impacto sobre el terreno.

Para evitar o mitigar en la mayor medida de lo posible los daños de la fauna sobre la repoblación, será necesario colocar mallas protectoras para la fauna.

4. POSIBLE INCIDENCIA DEL PROYECTO EN LA FAUNA

Dado a la notable ausencia de vegetación en estas laderas y las colindantes, este proyecto que incluye una revegetación de las mismas no causará un impacto negativo sobre la vida de las diferentes especies que conforman la fauna del lugar, si no que las facilitará un lugar de refugio frente a los campos agrícolas presentes en el territorio.

El aumento de especies forestales de fruto comestible aumentará el alimento de la fauna en el monte, lo que podrá reducir el impacto que tiene esta sobre los cultivos agrícolas cuando hay escasez de alimento.

Así mismo, mejorará progresivamente la calidad del suelo y de las aguas, aumentando su disponibilidad.

Durante la fase de ejecución de las obras que conforman el proyecto, el impacto será negativo, pero serán muy puntuales en el tiempo y en el espacio, existiendo una mayor superficie para la dispersión.

5. IMPORTANCIA CINEGÉTICA DE LA ZONA

Dentro de la caza menor, destacan mamíferos como el conejo (*Oryctolagus cuniculus*) y la liebre (*Lepus granatensis*) al igual que la presencia de aves como la perdiz roja (*Alectoris rufa*), la codorniz (*Coturnix coturnix*) y la perdiz pardilla (*Perdix perdix*).

En la caza mayor se puede destacar a los corzos (*Capreolus capreolus*) y el jabalí (*Sus scrofa*), ambas especies con poblaciones elevadas en la zona.

6. ZONAS DE PROTECCIÓN DE LA RED NATURA 2000 CERCANAS

Se distinguen por un lado las zonas ZEPA (Zona de Especial Protección para las Aves) y por otro, las zonas LIC (Zonas de Interés Comunitario). De esta primera no se destaca ninguna zona cercana con esta clasificación, en cambio de la segunda, hay dos zonas que pertenecen a esta denominación.

El criterio para incluir un territorio en una de estas clasificaciones es que en ellas estén presentes especies animales o vegetales amenazados o representativos de un determinado ecosistema.

(Véase Plano 5. Zonas protegidas: Zonas LIC)

6.1. LIC Montes del Cerrato (ES4140053)

Con una superficie total de 12235 ha distribuidas principalmente por las provincias de Palencia y Valladolid aunque también incluye una pequeña parte de Burgos. Está conformado por un extenso páramo en el que existen una gran cantidad

de valles formados a partir de procesos erosivos. Tanto en las zonas de páramo como en las de fondo de valle son abundantes los terrenos de uso agrícola.

Las formaciones vegetales representativas están formadas principalmente por encinares (*Quercus ilex* subsp. *ballota*) y quejigares (*Quercus faginea*) al igual que formaciones de pastizal y matorral en los suelos más pobres.

Todo ello, coincide con las características tanto de la zona de estudio como de las colindantes.

Entre las especies presentes cabe destacar *Myotis myotis*, el murciélago ratonero grande, catalogado según el listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas como una especie vulnerable (V).

La encargada de la gestión de este espacio es la Junta de Castilla y León.

6.2. LIC Riberas del Río Pisuerga y afluentes (ES4140082)

Abarca una superficie de 2278 ha alrededor de la ribera del Río Pisuerga y sus afluentes, el tramo más cercano de esta zona a la zona del proyecto está a menos de 21 kilómetros, siendo este cauce el conformado por el río Pisuerga, cauce principal.

Entre las especies cuyas poblaciones son de especial importancia cabe destacar la presencia de la nutria (*Lutra lutra*).

Al igual que ocurre con el resto de los territorios incluidos en los LIC, el encargado de su gestión es la Junta de Castilla y León.

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo VI. Estudio de alternativas

1. REPOBLACIÓN.....	1
1.1. Elección de especies.....	1
1.1.1. Identificación de alternativas.....	1
1.1.2. Condicionantes internos	8
1.1.3. Condicionantes externos	8
1.1.4. Efecto de las alternativas sobre los objetivos del proyecto	9
1.2. Evaluación de las alternativas.....	9
1.2.1. Cuadernos de zona de la Junta de Castilla y León (2014-2020)	9
1.2.2. Evaluación por crecimiento de la especie	10
1.2.3. Método por criba de los factores del medio.....	10
1.2.4. Experiencias de repoblación cercanas.....	11
1.2.5. Inventario realizado en la zona de estudio	12
1.2.6. Método de series de vegetación de Rivas Martínez (1987).....	12
1.2.7. Resumen de los métodos de selección de especies.....	14
1.3. Elección definitiva de las especies.....	15
1.4. Tratamiento de la vegetación preexistente.....	18
1.5. Preparación del terreno.....	19
1.5.1. Identificación de las alternativas	19
1.5.2. Restricciones impuestas por los condicionantes	24
1.5.3. Efectos de la preparación del terreno sobre los objetivos del proyecto	24
1.5.4. Evaluación de las alternativas.....	25
1.5.5. Elección del método de preparación del terreno	26
1.6. Implantación vegetal.....	26
1.6.1. Identificación de las alternativas	26
1.6.2. Restricciones impuestas por los condicionantes	28
1.6.3. Efecto de las alternativas sobre los objetivos del proyecto	28
1.6.4. Evaluación de las alternativas.....	28
1.6.5. Elección definitiva de los métodos de implantación	29
2. CUIDADOS POSTERIORES.....	30
2.1. Protectores de plántulas.....	30
2.1.1. Identificación de las alternativas	30
2.1.2. Restricciones impuestas por los condicionantes	30
2.1.3. Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto.....	31

2.1.4. Evaluación de las alternativas.....	31
2.1.5. Elección definitiva del método.....	31
2.2. Reposición de marras.....	31
2.3. Binas.....	32
2.4. Riegos.....	32
2.4.1. Identificación de las alternativas	32
2.4.2. Restricciones impuestas por los condicionantes	33
2.4.3. Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto.....	34
2.4.4. Evaluación de las alternativas.....	34
2.4.5. Elección definitiva del método.....	34
2.5. Podas.....	35
2.6. Claras y clareos.....	35

ANEJO VI: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

1. REPOBLACIÓN

1.1. Elección de especies

1.1.1. Identificación de alternativas

Se procede a realizar un análisis a partir de las diferentes características ecológicas de diversas especies vegetales posibles para introducir en la zona del proyecto en el proceso de repoblación. Este análisis se basa en las indicaciones especificadas en los diferentes métodos de evaluación que se han utilizado en la elaboración de este anejo para la elección de la alternativa así como en las especies que se inventariaron en el previo estudio de campo en la zona del proyecto, reflejado también en el Anejo IV. Estudio de vegetación.

A continuación, quedan clasificadas las especies tanto de coníferas como de frondosas en función de la familia a la que pertenecen.

Coníferas

Familia Pináceas

***Pinus halepensis* Mill. (Pino carrasco o pino de alepo)**

Aparece en colinas y laderas secas y soleadas, desde el nivel del mar hasta los 1000 o incluso 1600 metros de altitud. Sobre terrenos calizos preferiblemente, soporta largos periodos de sequía. Se adapta a suelos muy pobres, con yeso (López, 2013).

Aparece en toda la Península, pero se concentra en la mitad oriental (Ruiz de la Torre, 1990). Fue la principal especie que se utilizó para las grandes repoblaciones del siglo XX (Oria de Rueda, 2002), quedando reflejado en laderas cercanas a la zona del proyecto, donde abundan los pies de esta especie.

Termófilo, xerófilo y basófilo. Se adapta a suelos impermeables y con elevados niveles de sequedad. Sobrevive en zonas de gran erosionabilidad, incluso en cárcavas (Ruíz de la Torre, 2006).

***Pinus nigra* Arn. (Pino pudio)**

El pino pudio es una especie propia de las montañas mediterráneas, especialmente calizas y rocosas, donde la mayor sequedad dificulta el desarrollo del pino albar (*Pinus sylvestris*) (Oria de Rueda, 2002).

Los grandes pinares de esta especie se asientan en serranías abruptas, pobladas por una rica y variada macrofauna de herbívoros, siendo de gran estima tanto por su valor cinegético como paisajístico (Ruiz de la Torre, 1984).

***Pinus pinaster* Sol. In Aiton (Pino marítimo o pino negral)**

Puede aparecer desde el nivel del mar hasta los 1700 metros de altitud, prefiriendo los terrenos silíceos, propia del mediterráneo occidental. Prefiere

suelos sueltos y arenosos, especie heliófila, resistente a sequías y heladas (López, 2013).

***Pinus pinea* L. (Pino piñonero)**

Es una especie distribuida por los países mediterráneos, termófila y xerófila, en climas y suelos secos. Vive desde el nivel del mar hasta los 1000 metros de altitud (Oria de Rueda, 2002).

Heliófilo, requiere luz para desarrollarse. Las masas que forma son claras, dejando crecer una gran cantidad de especies herbáceas y matorrales propios de estas zonas como *Thymus mastichina* o *Helichrysum italicum* (Oria de Rueda, 2002).

Familia Cupresáceas

***Juniperus communis* L. (Enebro)**

Se trata de un arbusto muy resistente ampliamente distribuido, parte integrante de los matorrales de degradación en pinares, encinares o hayedos. Indiferente al terreno aunque más comúnmente sobre silíceos (Oria de Rueda, 2002).

En los terrenos más secos y mediterráneos, como es la zona de estudio, aparece la subespecie *hemisphaerica* (Oria de Rueda, 2002).

***Juniperus oxycedrus* L. (Enebro de la Miera)**

Se extiende por todos los países que conforman la cuenca mediterránea. Especie xerófila y muy resistente, crece en el ámbito de encinares. Capaz de sobrevivir en terrenos rocosos y muy superficiales, prospera sobre todo en terrenos silíceos pero crece también en terrenos calizos (Oria de Rueda, 2002).

Heliófila y pionera, es parte de los estadíos de degradación de encinares, llegando a ocupar terrenos agrícolas abandonados. termófila, prefiriendo las solanas y orientaciones sur, aunque también es capaz de sobrevivir fríos muy intensos (Oria de Rueda, 2002).

***Juniperus thurifera* L. (Sabina albar)**

Propio de terrenos secos y climas fríos, luminosos y continentales, se adapta a condiciones extremas y es muy resistente. Crece sobre todo entre los 700 y 1500 metros de altitud. Resistente a fuertes cambios de temperatura y a la sequedad ambiental (Oria de Rueda, 2002).

Actualmente tiene un área de distribución muy reducida y sólo se recupera en ciertas regiones del interior (Oria de Rueda, 2002).

Familia Efedráceas

***Ephedra distachya* L. (Cañadillo)**

Es una mata muy resistente que se localiza en las laderas secas con margas calizas y yesos. (Oria de Rueda, 2002)

Ecológicamente es un buen protector de los suelos muy degradados así como un inestimable refugio de la caza menor. Resiste bajo la sombra de los pinos y cipreses de repoblaciones (Oria de Rueda, 2002).

Frondosas

Familia Juglandáceas

***Juglans regia* L. (Nogal)**

Ampliamente distribuido por Europa, especialmente en vegas y valles de la región mediterránea. Requiere suelos ricos y profundos, ya sean calizos o silíceos. Termófilo, sufre en altitudes elevadas y con heladas tardías, con un temperamento de media sombra. En edades tempranas requiere protección (Oria de Rueda, 2002).

Crecen rápido siendo capaces de dar fruto a partir de los 6 años. Crece sin problema en las vegas de los ríos hasta la altitud de 1000 metros (Oria de Rueda, 2002).

Familia Fagáceas

***Quercus coccifera* L. (Coscoja)**

La coscoja es una especie xerófila y termófila de terrenos secos, preferentemente calizos, incluso en yesos con clima suave hasta los 1100 metros de altitud. En España abunda en la mitad oriental y meridional (Oria de Rueda, 2002).

En la comarca del Cerrato, en la que se ubica este estudio, subsiste este matorral de ámbito mediterráneo (Oria de Rueda, 2002).

***Quercus faginea* Lam. (Quejigo)**

Especie xerófila que ocupa los países del Mediterráneo occidental, muy extendida por toda España, especialmente entre los 500 y 1000 metros de altitud. Adaptada a los ambientes continentales secos, requiriendo unos 400 mm de lluvia anual y soportando sequías muy dilatadas (Oria de Rueda, 2013).

Sobre todo en terrenos calizos y con margas, con mayor capaz de retención de humedad que la encina. Asociada a encina, enebros y pinos mediterráneos en los páramos (Oria de Rueda, 2013).

***Quercus ilex* L. (Encina)**

En bosques mediterráneos sobre todo tipo de sustratos, tanto en zonas de clima suave como extremo y continental. Hasta los 1400 metros, aunque excepcionalmente se ha encontrado ejemplares a 1900 metros (López, 2013).

Adaptada a la sequía estival, llegando a tolerar los yesos y terrenos muy secos. Se le considera uno de los árboles más característicos de España y del ámbito mediterráneo (Roiz de la Torre, 1990).

Se distinguen dos subespecies, la subespecie *ilex*, que aparece en zonas más costeras, con mayor humedad y un régimen de precipitaciones mayor, en sustratos calizos, hasta los 1200 metros de altitud (López, 2013) y, por otro lado, la subespecie *ballota* (Desf.) Samp. en el interior peninsular de clima más continental, o en litoral de clima cálido seco, hasta los 1400 metros de altitud (López, 2013).

Familia Betuláceas

***Alnus glutinosa* (L.) Gaertner (Aliso)**

Se extiende por todo Asia y Europa Occidental. En España se encuentra principalmente en la Cordillera Cantábrica, aunque también forma alisedas en el interior de Castilla y León, del Duero, Carrión, Arlanza, Ebro, ... Necesita tener las raíces completamente sumergidas en agua todo el tiempo, con renovación de agua corriente (Oria de Rueda, 2002).

Vive desde el nivel del mar hasta los 1300 metros de altitud, prefiriendo una humedad atmosférica elevada aunque es indiferente frente al volumen de las precipitaciones. Prefiere suelos neutros, ligeramente ácidos. Heliófila y pionera, ocupando terrenos desnudos. (Oria de Rueda, 2002).

Familia Rosáceas

***Amygdalus communis* L. (Almendo)**

Propio de terrenos secos y climas suaves, se ve muy afectado por las heladas tardías. Preferentemente suelos calizos, sueltos y profundos. Aparece desde el nivel del mar hasta los 1400 metros (Ruiz de la Torre, 1990).

***Crataegus monogyna* Jacq. (Majuelo o espino majuelo)**

Tanto en Europa como en Asia muy extendido, aparece igualmente en los linderos de los cultivos de cereal y en los prados de montaña más húmedos y septentrionales (Oria de Rueda, 2002).

En todo tipo de terrenos hasta los 1800 metros (López, 2013).

***Prunus spinosa* L. (Endrino)**

Arbusto espinoso que medra tanto en terrenos calizos como silíceos (Oria de Rueda, 2002). Crece en setos, claros de bosques y habitualmente en laderas pedregosas de las montañas, en cualquier tipo de terreno de los pisos inferior y montano (López, 2013).

Desde el nivel del mar hasta incluso los 1900 metros de altitud, aunque más habitual hasta los 1500 metros. En la mayor parte de Europa, extendida por toda la Península (López, 2013).

***Rosa agrestis* Savi (Escaramujo o rosal bravío)**

Muy extendida en terrenos secos, tanto calizos como silíceos. Sus folíolos son estrechos y en forma de cuña en la base con abundantes glándulas en el envés. Valor cinegético por su fruto (Oria de Rueda, 2002).

***Rosa canina* L. (Escaramujo o rosal silvestre)**

Se cría en el matorral que forman las orlas espinosas de encinares, robledales y pinares o también, en algunas formaciones de ribera como saucedas. Es indiferente al sustrato pero presenta preferencia sobre los básicos. Vive en lugares de suelos fértiles, frescos y con exposición soleada (López, 2013).

***Rosa micrantha* Borrer. (Escaramujo o rosal silvestre)**

Escaramujo muy extendido por setos y claros de monte en todo tipo de suelos hasta los 1300 metros de altitud en encinares, enebrales, robledales, bordes de cultivos, ... (Oria de Rueda, 2002).

***Rubus ulmifolius* Schott (Zarzamora)**

La zarzamora se encuentra extendida por todas partes, sobre todo en setos vivos así como en bordes de montes o carreteras. En las comarcas demasiado secas suele refugiarse en las vegas o sotos, así como en hondonadas frescas o cerca de manantiales (Oria de Rueda, 2002).

***Sorbus domestica* L. (Serbal)**

Esta especie en España se distribuye principalmente por la mitad oriental así como en Castilla y León en Zamora, León, Palencia, Burgos y Soria y en La Rioja, Álava y Mallorca (Oria de Rueda, 2002).

Crece en márgenes y claros de bosques xerófilos, esclerófilos y subesclerófilos mediterráneos y matorrales de encina, quejigo, rebollo así como en pinares de pino negral o carrasco (Oria de Rueda, 2002).

Es una especie heliófila o de media luz. En climas cálidos y secos puede comportarse como de media sombra. A esta especie se le ha considerado como postpionera en los claros de montes mediterráneos con terrenos profundos y frescos. Al ser un árbol frutal semidomesticado crece como asilvestrado en bordes de campos de cultivo (Oria de Rueda, 2002).

Familia Salicáceas

***Populus alba* L. (Álamo blanco, álamo común o chopo blanco)**

Crece en bosques de ribera de los tramos medios y bajos de los ríos, propio del sur de Europa, en llanuras y valles amplios hasta los 1100 metros sobre el mar. Abunda en la cuenca del valle del Duero (Oria de Rueda, 2002).

Tolera temperaturas altas y sustratos calizos, incluso yesos y sales. Más propio de climas suaves en los que se mezcla con *Salix alba* (Oria de Rueda, 2002).

***Populus nigra* L. (Álamo negro o chopo negro)**

Extendido por suelos frescos y riberas. Propio de las partes medias y bajas de las cuencas, en grandes llanuras aluviales y estribaciones de las montañas prefiere suelos neutros y frescos, en los que el sistema radical se distribuye ampliamente por la superficie (Oria de Rueda, 2002).

Se ha naturalizado prácticamente por toda la Península, aparece en todas las provincias (López, 2013).

***Populus x cerratensis* hyb. nov. (Álamo castellano o álamo del Cerrato)**

Se trata de una notable variedad local de álamo extendida por las comarcas calizas y margosas. Abunda en la comarca del Cerrato (Oria de Rueda, 2002).

Es capaz de crecer en localidades secas y pendientes con sustratos yesosos y arcillosos donde otros álamos no pueden desarrollarse. Variedad de gran interés por su xerofilia y resistencia (Oria de Rueda, 2002).

***Salix alba* L. (Sauce blanco)**

Muy extendido en zonas bajas y medias de las cuencas de los ríos. Crece rápidamente y se mezcla con el álamo blanco (Oria de Rueda, 2002).

En terrenos con el nivel freático elevado, riberas de ríos hasta los 1300 metros de altitud. Aparece en todas o casi todas las provincias de la Península Ibérica (López, 2013).

Familia Ramnáceas

***Rhamnus saxatilis* Jacq. (Espino o malandrino)**

Propio de bosques submediterráneos en sustratos rocosos y calcáreos, sobre páramos y laderas con montes claros de encina, roble carrasqueño, enebros de incienso y otras especies desde los 400 a los 1400 metros de altitud. Constituye una orla espinosa junto con escaramujos, majuelos, andrinos, etc. (Oria de Rueda, 2002).

De distribución mediterránea, ampliamente extendida por la región oriental (Oria de Reda, 2002).

Familia Oleáceas

***Fraxinus angustifolia* Vahl (Fresno de país)**

Especie de ribera y fondos de valle, suelos en los que haya una capa freática de agua oscilante a lo largo del año y frescos. Aparece en altitudes desde el nivel del mar hasta los 1000 metros (López, 2013).

Se mezcla en terrenos frescos con chopos, álamos y sauces, al igual que con olmos y encinas en vegas (Oria de Rueda, 2002).

Familia Fabáceas

***Cytisus scoparius* L. Link (Escoba negra)**

Crece en los claros y bordes de los montes, sobre todo en robledales y pinares aclarados, aparece principalmente sobre terrenos silíceos, en zonas bajas y secas y también hasta los 1800 metros de altitud. (Oria de Rueda, 2002)

Se trata de una especie pirófito que cuando llega a determinada edad, se seca completamente por lo que es un gran peligro en caso de incendio

***Retama sphaerocarpa* (L.) Boiss (Retama común)**

Esta planta es propia de terrenos secos con raíces muy profundas. Aparece en bordes y claros de bosques. También se trata de una especie pirófito cuando alcanza la vejez ya que se seca (Oria de Rueda, 2002).

Heliófila y xerófila, distribuída principalmente por la mitad sur occidental (Oria de Rueda, 2002).

***Spartium junceum* L. (Retama negra o retama de olor)**

Planta mediterránea adaptada a la sequedad y a los suelos pobres. Resiste todo tipo de climas, desde el húmedo atlántico hasta el seco mediterráneo, ocupando también hábitats de montaña (Oria de Rueda, 2002).

Muy utilizada como seto protector en repoblaciones ya que sirven de protección para perdices rojas, liebres y conejos (Oria de Rueda, 2002).

***Dorycnium pentaphyllum* Scop. (Bocha o escoba lebreña)**

Mata de 20 a 40 centímetros de altura de hojas grisáceas y flores blancas. Es una típica especie mediterránea que abunda en las comarcas secas e iluminadas, en encinares aclarados, robledales xerófilos y matorrales secos. Protege a la caza menor en las lindes y márgenes de cultivos y montes (Oria de Rueda, 2002).

Familia Labiadas

***Rosmarinus officinalis* L. (Romero)**

Planta mediterránea propia de zonas bajas y secas, indiferente al sustrato, generalmente se forman los romerales en terrenos en los que anteriormente hubo encinares (Oria de Rueda, 2002).

Leñosa pirófito propia de terrenos secos y bien iluminados, frecuente en comunidades vegetales que sufren incendios repetidos. Es una especie muy longeva que puede alcanzar hasta los 100 años de vida (Oria de Rueda, 2002).

***Santolina chamaecyparissus* L. (Botonerilla blanca)**

Esta especie vive en toda la Península, a excepción de las zonas más húmedas de la Cornisa Cantábrica, siendo más propia de las regiones mediterráneas (Ruíz de la Torre, 1990).

Vive sobre sustratos básicos, arcillosos y margosos, tolera además los suelos yesosos. Es una especie muy ornamental por su follaje plateado y por resistir muy bien las podas (Ruíz de la Torre, 1990).

***Thymus mastigophorus* Lac. (Tomillo picante o rastrero)**

Se trata de una planta principalmente rastrera propia de matorrales poco densos en sustratos básicos como calizas, margas o margas yesíferas. Aparece en altitudes desde los 500 a los 1300 metros (Ruíz de la Torre, 1990).

Esta especie se ve favorecida por el paso del ganado lanar y ocupa campos de cultivo abandonados (López, 2013).

***Lavandula latifolia* Medic. (Espliego)**

Se trata de una planta que vive sobre sustratos calizos, prefiriendo los climas cálidos, secos y soleados aunque puede aparecer en todo tipo de localidades (Ruíz de la Torre, 1990).

Familia Asteráceas

***Stachelina dubia* L. (Hierba pincel)**

Se trata de una especie de tamaño pequeño, con un máximo de 50 cm. Vive en zonas pedregosas, en matorrales de bosques calizos entre los 100 y 1700 metros de altitud distribuyéndose principalmente por el Mediterráneo occidental (López, 2013).

Familia Lináceas

***Linum suffruticosum* L. (Lino blanco)**

Esta especie forma matas de pequeños tamaño perennifolia de color grisáceo. Aparece junto con tomillares y romerales en suelos generalmente carbonatados de zonas de clima con tendencia mediterránea (López, 2013).

En los claros de los bosques y praderas secas y pedregosas así como junto a arroyos entre los 300 y 1800 metros de altitud (Ruíz de la Torre, 1990).

Familia Borragináceas

***Lithodora fruticosa* L. (Asperillo o hierba de la sangre)**

Se trata de un matorral de porte bajo que aparece en encinares y matorrales en comunidades basófilas arbustivas abiertas. En sustratos básicos y poco evolucionados desde el nivel del mar a los 2100 metros (López, 2013).

1.1.2. Condicionantes internos

Se deben de tener en cuenta las características ecológicas que presenta la zona susceptible a repoblar, como son las siguientes:

- Altitud media: 810 m.s.n.m.
- Precipitación media anual: 417,2 mm
- Precipitación estival: 65,9 mm
- Temperatura media anual: 11,3 °C
- Temperatura media del mes más frío: 3,1 °C (enero)
- Temperatura media del mes más cálido: 20,5 °C (julio)
- Duración media del periodo de sequía: de junio a septiembre.
- Duración media del periodo de heladas: de noviembre a marzo.
- Tipo de suelo: Arcillo grueso - Franco
- pH: 8,15 (básico).

1.1.3. Condicionantes externos

El objetivo principal de este proyecto es la fijación y estabilización de las laderas que lo conforman, frenando así las pérdidas de suelo por los procesos erosivos.

Para conseguir estos objetivos se necesita implantar una vegetación que proteja cuanto antes el suelo para que se frenen las pérdidas, con el mayor crecimiento posible y con un porcentaje de marras lo más reducido que se pueda, así mismo, esta vegetación tendrá que estar adaptada a las condiciones climáticas y edáficas de la zona.

Otro de los objetivos propuestos a la hora de llevar a cabo este proceso de repoblación es que esta masa sea resiliente en el tiempo lo que se conseguirá utilizando especies pertenecientes a la vegetación climática, autóctonas de la zona.

1.1.4. Efecto de las alternativas sobre los objetivos del proyecto

Lo que se busca con este proyecto es crear una cubierta vegetal lo antes posible que proteja al suelo de la erosión.

Para escoger las especies más adecuadas se han de tener en cuenta factores como el crecimiento, especies que crecen más rápidamente sobre todo a edades tempranas como pueden ser las especies del género *Pinus*, frugales y con una gran capacidad de arraigo. Además, al ser especies perennifolias, la protección del suelo se mantendrá durante todo el año.

Mismamente, también se ha de tener en cuenta la biodiversidad, esto se puede hacer con la inclusión de frondosas autóctonas de la zona como es el caso de *Quercus ilex* subsp. *ballota* o *Quercus faginea*, que favorecerán a un mejor desarrollo de la sucesión vegetal así como una mayor resistencia frente a incendios y plagas.

1.2. Evaluación de las alternativas

Las posibilidades de especies a seleccionar para la repoblación son muy extensas, por lo tanto se tendrán que establecer una serie de criterios para elegir aquellas que sean más adecuadas, evitando aquellas especies que es más probable que fracasen en una repoblación debido a los condicionantes tanto internos como externos expuestos.

1.2.1. Cuadernos de zona de la Junta de Castilla y León (2014-2020)

Como se ha mencionado anteriormente, la zona de estudio se encuentra dentro del cuaderno de zona nº 15 'Torozos – Cerratos'. Dentro de este cuaderno se disponen diversas estaciones que se definen como porciones de terreno con características ecológicas similares, principalmente altitud, tipo de suelo, pendiente, vegetación, tipo de relieve y exposición (Junta de Castilla y León, 2014).

Para la elección de la estación más adecuada, se tienen principalmente en cuenta el tipo de suelo y la pendiente.

Como tipo de suelo, se tomará el suelo del Horizonte 2, arcilloso. Al tener una pendiente mayor del 30%, la estación correspondiente será la 12.

Tabla 1. Especies para la estación 12 según el cuaderno de zona nº 15 'Torozos-Cerratos'.

Estación 12		
Especies aconsejables (0-100%)	<i>Pinus pinea</i> <i>Pinus nigra</i>	Pino piñonero Pino laricio
Especies posibles (0-50%)	<i>Quercus faginea</i> <i>Quercus ilex</i>	Quejigo Encina
Especies accesorias (0-10%)	<i>Crataegus monogyna</i> <i>Prunus spinosa</i> <i>Amygdalus communis</i> <i>Rosmarinus officinalis</i> <i>Spartium junceum</i> <i>Retama sphaerocarpa</i> <i>Sorbus domestica</i>	Espino majuelo Endrino Almendro Romero Retama negra Retama de bolas Jerbo o Gerbo

1.2.2. Evaluación por crecimiento de la especie

Como se ha mencionado anteriormente, uno de los objetivos principales del proyecto es conseguir una cubierta vegetal lo antes posible para frenar los procesos de erosión.

Las especies del género *Pinus* tienen una mayor frugalidad, son especies pioneras por lo que se pueden instalar más fácilmente en terrenos como los propuestos en este proyecto, prácticamente desnudos, y por su temperamento.

Estas especies tienen un crecimiento acelerado en edades tempranas y son perennes, por lo que la protección del suelo estará asegurada durante todo el año.

1.2.3. Método por criba de los factores del medio

Se comparan los requerimientos ecológicos de cada especie propuesta anteriormente con los condicionantes internos de la zona, excluyendo aquellas especies que no cumplan con estas condiciones.

- Altitud

La altitud media de la zona del proyecto es de 813 metros sobre el nivel del mar. Las especies propuestas pueden crecer de media en hábitats hasta los 1000 metros de altitud, por lo que este factor no va a ser muy decisivo en este proyecto.

Aunque en el caso de la especie *Populus nigra*, a pesar de crecer en terrenos calizos lo hace a altitudes mayores, en zonas más montañosas, por lo que queda descartada.

- Precipitaciones y sequía

La especie *Alnus glutinosa* requiere tener las raíces sumergidas todo el tiempo y renovación de agua además de una humedad atmosférica elevada y en la zona de estudio no se cumplen ninguna de estas condiciones.

La especie *Fraxinus angustifolia* también requiere tener una capa freática oscilante, sin soportar los periodos de sequía que caracterizan el clima de la zona, por lo que también queda excluida de la repoblación.

La especie *Pinus pinaster* se encuentra muy cerca del límite de sus requerimientos de precipitación, por lo que no sobreviviría a los años de fuertes sequías.

Las especies *Populus alba* y *Populus nigra*, requieren elevada humedad edáfica con una capa freática todo el año, se desestiman para la elaboración de este proyecto.

Al igual que ocurre con las especies expuestas anteriormente, para *Salix alba* la zona es demasiado seca como para desarrollarse ya que necesita de un nivel freático elevado.

- Temperaturas

Este factor por sí mismo no excluye ninguna especie que no se haya descartado anteriormente por no cumplir con los requerimientos hídricos de la zona.

- Suelo

La especie *Alnus glutinosa* vuelve a ser descartada ya que necesita suelos neutros o algo ácidos y los suelos que forman la zona del proyecto son básicos, por lo que queda, de nuevo, descartada su implantación.

La especie *Cytisus scoparius* es propia de terrenos silíceos, por lo que no se puede incluir en la zona del proyecto.

La especie *Juglans regia*, a pesar de ser indiferente al sustrato, necesita suelos ricos y profundos, mientras que la zona que ocupa este estudio presenta suelos pobres que impedirían su supervivencia. Aunque se puede implantar en zonas más bajas del terreno, donde los suelos son más profundos debido al interés que puede tener la introducción de esta especie a nivel agroforestal.

La especie *Pinus pinaster* es propia de suelos silíceos, se excluye de nuevo.

La especie *Populus nigra* tiene un sistema radicular muy superficial, al tratarse de una zona de ladera con una pendiente media relativamente elevada se vuelve a descartar por peligro de derrumbamiento.

1.2.4. Experiencias de repoblación cercanas

En los alrededores tanto dentro del municipio como en la comarca del Cerrato son comunes las repoblaciones que se llevaron a cabo en los años 50 y 60 del siglo XX.

La zona de repoblación más cercana al proyecto se trata del Monte de Utilidad Pública (MUP) nº 445 'Santa Cecilia' al igual que otras laderas del municipio repobladas principalmente con *Pinus halepensis*, *Pinus pinea* y *Pinus nigra*. En las zonas de páramo aparecen un mayor número de ejemplares de *Quercus ilex* subsp. *ballota* y *Quercus faginea* (Junta de Castilla y León, *Catálogo de Montes de Utilidad Pública*).

De forma natural, aparecen también un mayor número bosquetes de encina en los que puntalmente se encuentran matorrales de *Prunus spinosa* o *Crataegus monogyna*.

1.2.5. Inventario realizado en la zona de estudio

Este apartado se refiere a las especies que fueron inventariadas en el Anejo IV. Estudio de vegetación localizadas en la zona en la que se va a realizar este proyecto.

Aunque de forma escasa, aparecen ejemplares de porte arbustivo de *Quercus ilex* subsp. *ballota* así como *Pinus halepensis* y *Crataegus monogyna* en las zonas de mayor humedad, las vaguadas.

Entre las especies de porte arbustivo, concentradas también en las zonas de vaguada, destacan especies de rosáceas como *Rosa canina*, *Rosa agrestis* y *Rosa micrantha* y, entre las ramnáceas, *Rhamnus saxatilis*. Entre el matorral bajo, más abundante, destacan ejemplares de *Ephedra distachya*, *Thymus mastigophorus* o *Santolina chamaecyparissus*.

Este apartado cabe destacar que va a tener un gran peso en la elección final ya que estas especies ya están presentes en la zona del proyecto por lo que una mayor introducción de ejemplares de las mismas tiene una buena garantía de supervivencia.

1.2.6. Método de series de vegetación de Rivas Martínez (1987)

En 1987, Rivas Martínez junto con otros colaboradores elabora una serie de tablas de juicio biológico y ecológico con las especies que se han usado más comúnmente para las repoblaciones forestales en función de la serie de vegetación a la que pertenece la zona, en este caso, la zona del proyecto se encuentra entre dos series de vegetación, 19b y 22a. (Véase Plano 4. *Series de Vegetación de Rivas Martínez (1987)*).

Se establecen una serie de categorías en función de la viabilidad de la especie correspondiente para la zona de la repoblación, desde el punto de vista biológico, la clasificación es la siguiente:

- p → posible
- d → dudoso
- → no viable

Para la serie de vegetación 19b, la tabla de juicio biológico presenta las siguientes especies con su correspondiente clasificación:

Especies posibles: *Pinus nigra* y *Quercus faginea*.

Especies dudosas: *Pinus pinea*, *Pinus pinaster*, *Pinus halepensis* y *Quercus ilex*.

Especies no viables: *Pinus uncinata*, *Pinus sylvestris*, *Pinus radiata*, *Eucalyptus* y *Castanea sativa*.

Se sigue la misma clasificación para la tabla de juicio biológico de la serie de vegetación 22 a:

Especies posibles: *Pinus nigra* y *Quercus ilex*.

Especies dudosas: *Pinus pinaster*, *Pinus halepensis* y *Quercus faginea*.

Especies no viables: *Pinus uncinata*, *Pinus sylvestris*, *Pinus pinea*, *Pinus radiata*, *Eucalyptus* y *Castanea sativa*.

Desde el punto de vista ecológico se establece una nueva clasificación en categorías para las especies anteriormente expuestas, esta vez, siguiendo criterios ecológicos de las series de vegetación que se encuentran en la zona de estudio. La clasificación es la siguiente:

p+ → posible positiva

p- → posible negativa (ecológicamente no es adecuada)

d+ → dudosa viable pero adecuada ecológicamente

d- → dudosa viable y no adecuada ecológicamente

- → especie no viable

Siguiendo esta clasificación para la serie de vegetación 19b, se obtiene lo siguiente:

Especies posibles positivas: *Quercus faginea*.

Especies posibles negativas: *Pinus nigra*.

Especies dudosas positivas: *Quercus ilex*.

Especies dudosas negativas: *Pinus pinaster*, *Pinus pinea* y *Pinus halepensis*.

Especies no viables: *Pinus uncinata*, *Pinus sylvestris*, *Pinus radiata*, *Eucalyptus* y *Castanea sativa*.

Para la serie de vegetación 22 a:

Especies posibles positivas: *Quercus ilex*.

Especies posibles negativas: *Pinus nigra*.

Especies dudosas positivas: *Quercus faginea*.

Especies dudosas negativas: *Pinus pinaster* y *Pinus halepensis*.

Especies no viables: *Pinus uncinata*, *Pinus sylvestris*, *Pinus pinea*, *Pinus radiata*, *Eucalyptus* y *Castanea sativa*.

Dado a que las series de vegetación ocupan territorios muy amplios, estos valores expuestos anteriormente no han de tomarse como absolutos si no como orientativos.

1.2.7. Resumen de los métodos de selección de especies

A continuación se muestra una tabla resumen de cada una de las especies mencionadas anteriormente como alternativa valoradas del 1 al 5 siendo el 1 la puntuación más baja y el 5 la más alta, se elegirán aquellas especies que es la suma de los métodos tengan una puntuación más cercana a los 70 puntos totales.

En el caso de la puntuación del método 5 de inventario realizado en la zona de estudio, se le dará una ponderación mayor, multiplicando su valor por 2 ya que estas especies cuentan con una mayor garantía de supervivencia en la zona del proyecto ya que ya están instaladas en ella. A continuación se especifican los métodos de selección:

M1: Cuadernos de Zona de Castilla y León (2014-2020)

M2: Evaluación según el crecimiento de la especie

M3: Criba de los factores del medio

M4: Experiencias de repoblaciones cercanas

M5: Inventario realizado en la zona de estudio

M6: Series de Vegetación de Rivas-Martínez (1987)

Tabla 2. Resumen de los métodos de selección de especies para repoblación de la zona del proyecto.

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	Total
<i>Pinus halepensis</i>	3	5	5	5	5	4	32
<i>Pinus nigra</i>	5	5	3	5	2	3	22
<i>Pinus pinaster</i>	3	5	3	2	2	4	21
<i>Pinus pinea</i>	5	5	5	5	2	4	28
<i>Juniperus communis</i>	1	4	4	2	2	1	16
<i>Juniperus oxycedrus</i>	1	4	4	2	2	1	16
<i>Juniperus thurifera</i>	2	5	5	3	3	2	23
<i>Ephedra distachya</i>	1	5	5	2	5	1	24
<i>Juglans regia</i>	1	1	3	2	2	1	12
<i>Quercus coccifera</i>	3	3	4	2	2	4	20
<i>Quercus faginea</i>	5	3	5	5	5	5	33
<i>Quercus ilex</i>	5	3	5	5	5	5	33
<i>Alnus glutinosa</i>	1	1	2	2	2	1	11
<i>Amygdalus communis</i>	5	4	5	3	3	1	24

Tabla 2 (cont.). Resumen de los métodos de selección de especies para repoblación de la zona del proyecto.

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	Total
<i>Crataegus monogyna</i>	5	3	5	5	5	1	29
<i>Prunus spinosa</i>	5	3	5	5	5	1	29
<i>Rosa agrestis</i>	1	3	5	2	5	1	22
<i>Rosa canina</i>	1	3	5	2	5	1	22
<i>Rosa micrantha</i>	1	3	5	2	5	1	22
<i>Rubus ulmifolius</i>	1	3	5	2	2	1	16
<i>Sorbus domestica</i>	5	3	5	3	3	1	23
<i>Populus alba</i>	1	4	2	2	2	1	14
<i>Populus nigra</i>	1	4	2	2	2	1	14
<i>Populus x cerratensis</i>	1	4	5	2	2	1	17
<i>Salix alba</i>	1	2	2	2	2	1	12
<i>Rhamnus saxatilis</i>	1	3	5	2	5	1	22
<i>Fraxinus angustifolia</i>	1	2	2	2	2	1	12
<i>Cytisus scoparius</i>	1	4	1	2	2	1	13
<i>Retama sphaerocarpa</i>	5	4	5	2	2	1	21
<i>Spartium junceum</i>	5	4	5	2	2	1	21
<i>Dorycnium pentaphyllum</i>	1	1	5	2	5	1	20
<i>Rosmarinus officinalis</i>	5	1	5	2	2	1	18
<i>Santolina chamaecyparissus</i>	1	1	5	2	5	1	20
<i>Thymus mastigophorus</i>	1	1	5	2	5	1	20
<i>Lavandula latifolia</i>	1	1	5	2	5	1	20
<i>Stahelina dubia</i>	1	1	5	2	5	1	20
<i>Linum suffruticosum</i>	1	1	5	2	5	1	20
<i>Lithodora fruticosa</i>	1	1	5	2	5	1	20

1.3. Elección definitiva de las especies

A partir de la selección de especies que se ha hecho en apartados anteriores, se eligen aquellas que cumplan mejor con los requisitos además de cumplir con una mezcla entre frondosas y coníferas, incluyendo también aquellas especies con un interés especial. La elección definitiva está conformada por:

***Quercus faginea* Lam. (Quejigo)**

La descripción de esta especie por Oria de Rueda (2002), es la siguiente:

Árbol de 7 a 30 metros de altura, aunque a menudo se encuentra formando montes bajos de escasa altura. La copa es de color claro, contrarrestando con los colores más oscuros de los encinares. Corteza grisácea con fisuras. Yemas pequeñas y rojizas.

Hojas simples, alternas y caedizas, duras con los márgenes dentados. Miden generalmente de 3 a 6 cm aunque pueden tener un crecimiento mayor, haz verde y lampiño y el envés cubierto con un tomento muy fino.

La bellota es de color rojizo con una cúpula de escamas tomentosas. Los chirpiales producen bellota desde los 5 años mientras que los brinzales comienzan a producir a partir de los 25 años.

***Quercus ilex* L. subsp. *ballota* (Encina)**

Descripción por Oria de Rueda (2002):

Árbol muy conocido, puede llegar a alcanzar de 10 a 20 metros de altura además, puede hacerse muy corpulento. Copa densa y recogida, tronco grueso frecuentemente retorcido. Corteza gris.

Hojas simples, alternas y persistentes de forma ovalada, elíptica o lanceolada, más o menos espinosas en los márgenes.

Florece de abril a mayo, las flores masculinas en amentos o gatillos colgante y las femeninas en pequeños grupos. La maduración de las bellotas se da entre noviembre y diciembre. Forma montes huecos o adherados generalmente, o montes bajos.

***Pinus halepensis* Mill. (Pino carrasco)**

Descripción tomada de Oria de Rueda (2002):

Árbol tortuoso de 3 a 20 metros de altura con la parte superior de tronco y ramas de color blanquecino, las acículas miden de 6 a 12 centímetros, son delgadas, de color verde amarillento y se acumulan en el extremo de los ramillos

Las piñas miden de 6 a 11 centímetros de longitud y están provistas de un pedúnculo recurvado muy característico. Las piñas viejas se mantienen abiertas en la copa lo que hace que llegue a tener una enormidad de las mismas.

***Pinus pinea* L. (Pino piñonero)**

Descripción de Oria de Rueda (2002):

Árbol de 15 a 30 metros de altura con una copa inconfundible en forma de parasol. Corteza gruesa de color pardo grisáceo que se desprende en placas que en un principio son de vivos tonos rojizos.

Acículas en grupos de dos de color verde claro y de 8 a 15 centímetros de longitud. Yemas con las escamas revueltas. Piñas grandes y globosas de 8 a 14 centímetros de longitud que maduran a los 3 años.

Los pies de esta especie, en estado juvenil, presentan un color azulado, libres y muy cortas, de unos 2 centímetros.

***Prunus spinosa* L. (Endrino)**

Descripción de Oria de Rueda (2002):

Arbusto espinoso e intrincado de ramas entrecruzadas y grises. Hojas simples enteras y caedizas de 2 a 5 centímetros de longitud, grisáceas y de margen aserrado con pequeños dientes agudos.

Flores blancas, muy precoces, salen antes que las propias hojas. El fruto es la andrina, de 1 a 2 centímetros de diámetro, azulado o negruzco una vez que está maduro, presenta una fina capa cérea. Florece en marzo y abril y la maduración tiene lugar en agosto y septiembre, permaneciendo el fruto en la planta hasta el invierno.

***Crataegus monogyna* J. (Espino albar, majuelo)**

Descripción de Oria de Rueda (2002):

Arbusto espinoso de 2 a 5 centímetros de altura y muy ramoso. Hojas simples, alternas y caedizas con lóbulos profundos. Las flores blancas pequeñas y olorosas que aparecen en densos corimbos.

Posee un fruto de color rojo que alberga una semilla dura en su interior, estos frutos alimentan a una gran cantidad de aves y mamíferos.

***Juniperus thurifera* L. (Enebro de incienso)**

Descripción de Oria de Rueda (2002):

Se trata de un árbol que llega a alcanzar los 25 metros de altura y más de 2 metros de diámetro, aunque con frecuencia, debido a la pedregosidad y otras condiciones desfavorables, consigue difícilmente la altura de un árbol de pequeño tamaño.

Copa densa, de lejos parece negruzca, corteza gris y las hojas se asemejan a pequeñas escamas aunque en los ejemplares jóvenes son más aciculares. Las bayas o falsos frutos son de color azul, de aproximadamente 1 centímetro de diámetro y generalmente cubiertas de cera.

***Ephedra distachya* L. (Cañadillo)**

Descripción de Oria de Rueda (2002):

Arbusto inconfundible debido a sus tallos erguidos y articulados. Alcanza de 25 a 100 cm de altura guarda cierto parecido con las escobas, muy ramificada, con ramas erguidas y tallos típicamente articulados, con hojuelas muy pequeñas de color blanquecino en las articulaciones o soldaduras.

Es una especie dioica que en verano, los ejemplares femeninos presentan unos frutos carnosos de color rosado. Es una mata muy resistente.

***Amygdalus communis* L. (Almendro)**

Descripción de Oria de Rueda (2002):

Árbol frutal muy conocido de unos 3 a 7 metros de altura con hojas lanceoladas y frutos típicos, los almendrucos, cubiertos de una capa verde y

áspera que se seca en la madurez. La floración es muy precoz y espectacular, en muchas ocasiones en pleno invierno.

Especie melífera de gran valor en apicultura debido a su profusa y precoz floración invernal, estimula la cría de las abejas a finales de invierno.

***Sorbus domestica* L. (Jerbo, gerbo)**

Descripción de Oria de Rueda (2002):

Árbol o arbusto de 6 a 15 metros de alto, más raramente llega a los 20 metros. Tronco derecho y copa anchamente cónica, globosa o trasovada. Las ramas son inclinadas y ascendentes. La corteza es inicialmente rugosa debido a sus lenticelas redondeadas. Más tarde áspera y agrietada, grisácea oscura con tonalidades pardas y anaranjadas con numerosas teselas rectangulares.

Las hojas son caedizas, compuestas, imparipinnadas y alternas, de unos 10 a 12 cm de longitud con 11 a 21 foliolos, cada uno de ellos de 3 a 8 cm de longitud y 1 de anchura. Aserrados, glabros y de color verde fuerte por el haz y blanquecinos y pubescentes por el envés.

Florece en abril o mayo, con flores hermafroditas, blancas y pequeñas. Los frutos son ovoides de 1 a 3 cm de diámetro y hasta 3 cm de longitud. El color varía desde el verde amarillento a amarillo dorado o pardo rojizo, a menudo aparecen rojos por el lado que ha sido iluminado por el sol.

La ecología de las especies que han sido expuestas anteriormente se encuentra descrita en el apartado 1.1.1. Identificación de alternativas de este mismo Anejo.

Cabe destacar que de las especies expuestas anteriormente, no todas van a tener el mismo peso en la repoblación, si no que esta estará principalmente dominada por las especies del género *Pinus* acompañadas por las especies del género *Quercus*, el resto de las presentes serán consideradas como especies accesorias, con representaciones bajas, con las que se conseguirá una mayor biodiversidad en la zona así como una mayor oferta de alimento tanto para la fauna como especies de interés agroforestal, como en el caso de *Sorbus domestica* y *Amygdalus communis*.

1.4. Tratamiento de la vegetación preexistente

En la zona de estudio la vegetación es escasa, siendo predominante en esta la herbácea y algún individuo de porte arbustivo, por lo que se considera innecesario hacer un tratamiento previo a esta vegetación.

El tratamiento que se realizará será de forma simultánea a la preparación del terreno para la implantación de la cubierta vegetal, en una pequeña zona circundante a la planta. De esta forma, además de preservar la poca vegetación que hasta ahora ha estado protegiendo el suelo, se reduce la exposición a la erosión.

1.5. Preparación del terreno

1.5.1. Identificación de las alternativas

A continuación se disponen los diferentes métodos que se pueden utilizar como alternativa para la preparación del terreno para la repoblación. Todas las descripciones son de Serrada (2004).

Ahoyado manual

Se trata de hoyos cavados manualmente con unas dimensiones de 40x40x40. Las herramientas utilizadas son la azada, el pico, zapapico y pala. Cuanto más duro sea el terreno, más estrecha será la boca de la herramienta y aumentará su peso.

Previo a la realización del hoyo es necesario hacer un marcado, ya sea a marco real o al tresbolillo, aunque esto puede obviarse en el caso de que se hayan hecho casillas de desbroce. Se trabaja cuando el terreno tiene buen tempero y no hay heladas, se avanza en línea de máxima pendiente y de arriba abajo o en curva de nivel, dejando la tierra extraída aguas abajo.

Es un procedimiento con un radio de acción muy puntual, en el que hay inversión de los horizontes y el efecto hidrológico es muy limitado, contribuyendo poco a la reducción de la escorrentía. Con efecto paisajístico muy reducido, sin limitaciones por pendiente o pedregosidad.

Rendimiento entre los 38 y 50 hoyos/jornal.

Raspas

También se denominan casillas por ir asociadas normalmente a desbroces puntuales, consisten en una cava superficial de forma rectangular o cuadrada de 40x40 cm con azada en las que no hay extracción de tierra removida. Se llaman someras cuando la profundidad es de 10 cm y picadas cuando es de 30 cm.

Su ejecución puede mecanizarse utilizando el cabezal mullidor que realiza preparaciones puntuales sin alteración de los horizontes. Al igual que en el ahoyado manual, es un procedimiento puntual, aunque en este caso no se da la inversión de los horizontes.

Efecto hidrológico reducido al igual que el efecto paisajístico, prácticamente inapreciable.

Su empleo tiene dos objetivos principalmente, en climas húmedos como sistema de desbroce o escarda, para realizar una plantación simultánea y para realizar siembras por golpes.

Rendimiento medio para las someras de 5 a 12 jornales/ha y para picadas de 20 jornales/hora, con una densidad de 1500 raspas/ha.

Empleo de barrón o plantamón

Se realizan hoyos de escasa anchura pero con una profundidad suficiente mediante percusión sobre el suelo. Como herramientas se utiliza, por una parte, el barrón que es una barra metálica cilíndrica con un extremo

afilado, y el plantamón, una pala recta de sección romboidal con mango de madera que una vez clavado en el suelo y tras moverlo, crea una cavidad con forma de paralelepípedo.

La operación consiste en levantar verticalmente la herramienta y dejarla caer con el fin de que profundice en el terreno entre 30 y 40 cm. Inmediato a la apertura, se procede a realizar la plantación.

Es un procedimiento puntual, sin inversión de horizontes, manual y con una profundidad media. Los efectos a nivel hidrológico, paisajístico o de mejora del perfil son inapreciables. La única limitación que presenta es la pedregosidad interna del perfil y que la textura sea poco arcillosa para que no se compacte alrededor del sistema radical. Se emplea con dos finalidades, bajo climas húmedos en suelos que han recibido anteriormente un tratamiento de raspas someras o picadas o en terrenos con muchos afloramientos rocosos imposibles de mecanizar pero con zonas discontinuas arenosas o francas donde se instala la vegetación sin un marco previo.

El rendimiento oscila entre los 110 y 180 pies/jornal, incluyendo la plantación.

Ahoyado con barrena

Consiste en la apertura de hoyos cilíndricos de 30 cm de diámetro con una barrena helicoidal accionada por motor, la profundidad del ahoyado está entre los 0,40 o 1,00 metros en función del tipo de planta a introducir y el suelo. La barrena utilizada puede ser helicoidal o romboidal que se montan sobre equipos portátiles o motoahoyadoras, manejadas por uno o dos operarios.

Se debe realizar un marcado previo, la tierra extraída queda alrededor del hoyo aunque nunca se extrae toda la tierra. Tiene que haber buen tempero para trabajar adecuadamente, las roturas son frecuentes en suelos pedregosos.

Procedimiento puntual, de inversión parcial de los horizontes, mecanizado y con una profundidad de media a alta. Efectos hidrológicos y paisajísticos inapreciables, no es muy estricto en pendiente así que se puede operar hasta un 60%. El terreno debe carecer de matorral o haber sido previamente desbrozado. Se suele utilizar para repoblación de frondosas con plantones de más de un metro de longitud, cultivos agrícolas abandonados o en repoblaciones ornamentales.

El rendimiento varía con la densidad de la plantación, la potencia del tractor y la profundidad del ahoyado.

Ahoyado con pico mecánico

Se forman banquetas con microcuencas, sin extraer la tierra mediante un pico mecánico o una pala para percutora, haciendo una plataforma horizontal o con contrapendiente y unos regueros o canales laterales que recogen la escorrentía de la ladera.

Se hace un marcado previo de los hoyos y banquetas. En el caso de haber un matorral denso, se requiere un desbroce previo pero si no es denso

basta con la acción del pico mecánico para el arranque del matorral. El operario clava el pico en el terreno repitiendo la operación las veces que sean necesarias hasta alcanzar la profundidad deseada.

Preparación del suelo puntual, sin inversión de horizontes con una profundidad de media a alta. El efecto hidrológico es favorable para reducir la escorrentía, el efecto paisajístico es poco apreciable. El desarrollo de las plantas mejora considerablemente con respecto al ahoyado manual. Sin limitaciones edáficas o a causa de la pendiente.

El rendimiento oscila entre las 18 y 36 banquetas/jornal, al que hay que añadir el costo del tractor y de los picos.

Ahoyado con retroexcavadora

Consiste en la remoción del suelo sin extracción de tierra, utilizando la cuchara de una retroexcavadora. Posteriormente se ejecuta alrededor del hoyo regueros para conformar una banqueta con microcuenca.

Se utiliza una máquina retroexcavadora convencional, a poder ser de cadenas, estable y con una potencia superior a los 100 CV. También se puede hacer utilizando una retroaraña, tiene una potencia del orden de 60 CV.

Requiere un marcado previo de los hoyos tras el cual la máquina avanza en línea de máxima pendiente hacia arriba, posteriormente se pueden realizar una serie de plataformas horizontales o con contrapendiente que recojan el agua de escorrentía.

Es un procedimiento de preparación del terreno puntual, sin inversión de horizontes, mecanizado y alcanza elevada profundidad. El efecto hidrológico es favorable si se forman microcuencas. La limitación por la pendiente es poco estricta ya que puede trabajar hasta un 65% de pendiente en caso de ausencia de afloramientos rocosos, la retroaraña tiene menos restricciones por pendiente.

El rendimiento varía con la pendiente, la retroexcavadora convencional tiene unos valores de los 40 y 65 hoyos/hora y la retroaraña entre 60 y 80 hoyos/hora.

Ahoyado mecanizado con ripper

Se abren hoyos mediante la introducción intermitente sobre el suelo de los subsoladores de un tractor convencional de cadenas de más de 120 CV trabajando en línea de máxima pendiente.

El tractor se sitúa en la parte alta de la ladera, trabajando en línea de máxima pendiente clavando, alternativamente y a distancia prefijada, los rejonos separados entre sí dos metros, pasa dos veces por la línea formada. En el momento de la plantación los hoyos son refinados mediante azada.

Procedimiento puntual, mecanizado, sin inversión de horizontes y de alta profundidad. Limitado por pendientes superiores al 65% y otra por presencia de afloramientos rocosos. Efecto paisajístico medio, hidrológico y en el perfil muy reducido.

Rendimiento para 2000 hoyos/ha de 7 a 15 horas/ha, en función de la pendiente.

Cuencas de contorno discontinuo

Consiste en un mosaico de pequeñas cuencas formadas por una cuneta vaciada limitada aguas abajo por un caballón compuesto por las tierras que formaban ese espacio.

Se usa un tractor convencional de cadenas de más de 120 CV con tres subsoladores separados entre sí. El tractor baja por la pendiente, clava los rejonos y los eleva haciendo tres hoyos, desciende empujando y moviendo la tierra para realizar la cuenca.

Es un procedimiento puntual que se acerca a los de tipo lineal, con inversión de horizontes localizada, mecanizado y de alta profundidad. Efecto paisajístico mediano, hidrológico favorable y efectivo en cuanto a la supervivencia de la planta. Con las mismas limitaciones que el ahoyado con ripper.

El rendimiento de este método es de 6 a 10 unidades de cuenca por hora.

Subsolado lineal

Consiste en producir cortes perpendiculares en el terreno con una profundidad de 40 a 60 cm en curva de nivel, sin alterar el orden de los horizontes. Se hace con un tractor de más de 120 CV sobre el que se puede instalar 1, 2 o 3 subsoladores separados 2 m cuando son dos y 1 m cuando son tres. Trabaja en los dos sentidos, es importante conseguir una correcta nivelación en todos los cursos del subsolado.

Es un tipo de preparación lineal, sin inversión de horizontes, mecanizada y alcanza una alta profundidad. El efecto hidrológico es bastante notable efecto paisajístico es inapreciable, aunque como generalmente va acompañado de un desbroce previo, esto tiene un mayor impacto superior. Mejora la profundidad, la capacidad de retención de agua y la velocidad de infiltración de los surcos. Se aplica con buenos resultados tanto en repoblaciones protectoras como productoras, aconsejable en suelos evolucionados y en los calizos.

Existe una variante especial, el subsolado lineal paralelo, aplicable en línea de máxima pendiente donde el riesgo de erosión hídrica es muy bajo, así se supera la limitación de la pendiente del 35%.

Tiene un rendimiento de 4 horas/ha para ejecutar 5000 m/ha de subsolado con dos ripper.

Acaballonado superficial

Se ejecuta en curva de nivel un decapado que forma un caballón de restos vegetales y tierra, y en una segunda pasada en sentido contrario, clava los subsoladores. Es muy importante conseguir una correcta nivelación de las fajas y los surcos.

Se necesita un tractor de cadenas de más de 100 CV con pala o cuchilla frontal, y en la parte trasera, dos ripper separados dos metros. Se realiza una

preparación del suelo lineal, con inversión de horizontes muy limitada debido al decapado de unos 5 cm, mecanizada y de profundidad alta. El efecto hidrológico del subsolado es muy beneficioso, aunque también tiene un efecto paisajístico elevado por las fajas paralelas de diferente color debido al decapado.

Limitado a una pendiente del 35% y sin limitaciones edáficas, aunque se recomienda para suelos silíceos degradados. Se pueden ejecutar acaballonados superficiales en pendiente del 35% al 55% con el TTAE (todo terreno de alta estabilidad).

Rendimiento medio de 4 a 6 horas/ha para ejecuciones con 5000 m/ha con separación entre fajas de 1 metro.

Acaballonado con desfonde

Consiste en la formación de lomos de tierra o caballones según las curvas de nivel, de diferente anchura y altura en función del tamaño del apero. Se utiliza un tractor de cadenas de más de 100 CV equipado con un arado forestal de vertedera, alcanza una profundidad máxima de 70 cm. Tiene también dos vertederas desfasadas que hace que el caballón se forme en dos etapas.

El tractor trabaja en curva de nivel manteniendo estrictamente la horizontalidad del surco. El tempero para la ejecución debe de ser bueno ya que en terrenos excesivamente secos se puede formar un caballón discontinuo. Permite realizar una plantación simultánea, preferiblemente a raíz desnuda.

Se prepara el suelo de forma lineal, con inversión de horizontes en la faja, mecanizado y de profundidad alta. Su efecto hidrológico es bastante efectivo cuando los surcos están bien nivelados ya que permite que la escorrentía se almacene sobre ellos aumentando el tiempo de infiltración. Se ve limitado por una pendiente del 30%, más apropiado para suelos silíceos, homogéneos, poco evolucionados y erosionables.

Su rendimiento es de 3 horas/ha para 3000 m/ha.

Laboreo pleno

Se realiza una labor similar a la de los alzados que se utilizan en el campo agrícola, removiendo toda la superficie del terreno. Se usa un tractor de ruedas de más de 50 CV con arados de vertedera o de discos.

Se dan pasadas paralelas, preferiblemente en curvas de nivel. La pendiente será inferior al 20% para evitar que vuelque el tractor. Se prepara el suelo a hecho, con inversión de los horizontes, mecanizado y de profundidad media sin superar los 40 cm.

Se puede considerar que tiene un efecto hidrológico negativo porque puede favorecer a los procesos erosivos por ello es preferible que se use en zonas de pendiente reducida de un máximo del 15%. No es conveniente usarlo en suelos que contienen un alto nivel de caliza activa.

Su rendimiento es alto, entorno a las 4 horas/ha debido a las fáciles condiciones de aplicación.

Aterrazado con subsolado

Consiste en la elaboración de terrazas horizontales o con contrapendiente, según curvas de nivel ejecutando un desmote y un terraplén con anchura suficiente para la circulación del tractor que realiza la operación. La labor se realiza de la zona baja de la ladera hacia arriba, en primer lugar, el tractor realiza la plataforma con la pala a base de extraer tierras en desmote de la parte alta de la ladera y verterlo al terraplén, en la parte baja.

Es una preparación lineal, con inversión de horizontes, mecanizado y de alta profundidad. Es el método con una mayor capacidad de retención de la escorrentía pero a su vez, tiene un gran impacto negativo en el paisaje. Limitado su uso por pendientes inferiores del 35% y superiores del orden del 60%.

Este impacto paisajístico puede verse reducido ajustando el desmote y terraplén a las necesidades del ecosistema, el dimensionado debe basarse en la economía del agua (Martínez de Azagra y Calvo, 1996).

Los efectos hidrológicos de estas terrazas son muy importantes al anular prácticamente la escorrentía de la ladera y aumentan la capacidad de infiltración, limitan el arrastre del suelo y evacúan en agua sobrante (Pemán y Navarro, 1998).

El rendimiento para 2500 metros de terraza/ha está entre 6 y 12 horas/ha.

1.5.2. Restricciones impuestas por los condicionantes

Por una parte, están los condicionantes internos, entre los que se puede destacar que el suelo tiene muy poca profundidad, su textura es arcillosa y franca, destacando la presencia de una costra superficial de yesífera. No hay afloramientos rocosos en la zona del proyecto. Hay que tener presente el periodo de sequía estival a la hora de elegir un método.

Por otro lado, en el caso de los condicionantes externos, a igualdad de resultados se elegirá aquel método que tenga un mayor rendimiento.

1.5.3. Efectos de la preparación del terreno sobre los objetivos del proyecto

La finalidad que tiene llevar a cabo una preparación física del terreno es crear un suelo más propicio para la instalación de la cubierta vegetal, facilitando la colonización y agarre del suelo por parte de las raíces y facilitando los procesos de siembra o plantación además de mejorar los procesos de infiltración y retención del agua, mitigando la erosión.

A grandes rasgos, distinguen entre las preparaciones puntuales, con un menor impacto pero para las que se necesita una mayor mano de obra, y por otro lado, las preparaciones lineales, de mayor impacto pero también con rendimientos más elevados.

Sobre todos los objetivos, el que prevalece es el de conseguir una buena retención de la escorrentía en el terreno con el fin de mitigar la erosión hídrica, y con ello, será el factor que más influenciará a la hora de elegir el método más adecuado.

1.5.4. Evaluación de las alternativas

Se comparan a continuación los diferentes métodos, exponiéndose principalmente las limitaciones de cada uno. Siendo los factores a tener en cuenta, de izquierda a derecha, pendiente, pedregosidad, tipo de suelo, efecto hidrológico, inversión de horizontes, rendimiento, coste, impacto paisajístico e impacto ecológico.

Todos estos factores van a ser puntuados del 1 al 5 en función del efecto, perjudicial o beneficioso que tenga ese método sobre el terreno.

- Pendiente: puntuada en función de la capacidad de trabajar en pendiente, cuanto mayor sea la pendiente en la que puede trabajar, mayor puntuación recibirá ese método.
- Pedregosidad: si con ese método se puede trabajar en zonas pedregosas, recibirá una puntuación más alta.
- Tipo de suelo: si el método se adapta al suelo presente en la zona del proyecto, margas yesíferas, suelos calizos, mayor puntuación tendrá.
- Efecto hidrológico: ya que el objetivo de este proyecto es una restauración hidrológica, la preparación del terreno debe de favorecer a esta restauración aumentando la capacidad de retención de agua.
- Inversión de los horizontes: debido a la escasa cantidad de materia orgánica y a la pobreza de los horizontes del suelo, una inversión de estos sería negativo para la implantación de la vegetación ya que los nutrientes no estarían disponibles para el desarrollo de la cubierta vegetal.
- Rendimiento: cuanto mayor sea el rendimiento del método, mayor puntuación tendrá.
- Coste: al tratarse de un proyecto con fines protectores y no productores, se busca el coste más económico posible compaginándolo con un trabajo de calidad, por lo que cuánto mas económico sea, mayor puntuación recibirá.
- Impacto paisajístico: se busca el menor impacto a nivel de paisaje posible, con lo que a menor impacto, mayor puntuación en el estudio de alternativas va a tener el método.
- Impacto ecológico: al igual que ocurre con el impacto paisajístico, se quiere evitar crear un gran impacto ecológico, por lo que se reflejará con una puntuación más baja a mayor impacto.

Tabla 3. Evaluación de las alternativas para la preparación del terreno.

	Pend.	Pedr.	S	E.hid.	Hor.	Rend.	C	Pai.	I.eco.	Total
Ahoyado manual	5	5	5	1	1	1	1	4	4	27
Raspas	5	5	5	1	5	1	1	4	4	31
Empleo de barrón o plantamón	3	1	1	1	5	3	3	1	1	19
Ahoyado de barrena	5	3	3	1	3	3	3	1	1	23
Ahoyado con pico mecánico	4	2	4	3	4	3	2	5	3	30
Ahoyado con retroexcavadora	5	3	1	3	5	4	4	4	4	33
Ahoyado mecanizado con ripper	5	4	2	1	5	4	4	2	2	31
Cuencas de contorno discontinuo	5	2	2	4	2	4	4	2	2	27
Subsolado lineal	1	2	3	4	3	4	4	2	2	25
Acaballonado superficial	4	1	1	5	3	3	3	1	1	22
Acaballonado con desfonde	1	1	1	5	1	3	3	1	1	17
Laboreo previo	1	3	1	1	1	1	4	3	3	18
Aterrazado con subsolado	5	5	4	4	2	4	4	1	1	30

1.5.5. Elección del método de preparación del terreno

Teniendo en cuenta las condiciones que presenta el terreno y los objetivos del propio proyecto, se decide que el método más adecuado teniendo en cuenta los factores expresados anteriormente e insistiendo en el objetivo principal del proyecto como restauración hidrológica, se concluye que en método más favorable, es el ahoyado con retroexcavadora, que trabajará en línea de máxima pendiente y formando microcuencas con el fin de favorecer la retención de agua y tener un efecto hidrológico positivo.

1.6. Implantación vegetal

1.6.1. Identificación de las alternativas

Los métodos de implantación de la vegetación según la forma de implantación son los siguientes:

Siembra

Consiste en introducir directamente sobre el suelo las semillas de la especie deseada, habiendo sido previamente este suelo preparado, con una profundidad y condiciones adecuadas que aseguren la germinación. Se puede realizar tanto manual como mecánicamente (Serrada, 2000).

Este método cuenta principalmente con más inconvenientes que ventajas en las condiciones del clima mediterráneo. Aunque se trata de una operación económicamente más barata que una plantación, la preparación del suelo ha de ser muy cuidadosa para así garantizar el contacto entre éste y la semilla íntimamente. En muchas ocasiones es difícil encontrar semillas en cantidad

suficiente como para aplicar este método, además de que en caso de que se dé la germinación, las plantas recién germinadas son muy débiles y tienen un riesgo mayor de morir por helada, animales herbívoros o la sequía estival.

En casos muy concretos puede ser un método ventajoso, como es el caso de los lugares de difícil acceso, cuando se quieren elevadas densidades o cuando la plantación no está recomendada. Se ve una notable mejoría en el caso de especies del género *Quercus*, como encinas, alcornoques y demás productores de bellotas, esta particularidad se debe a que estas especies generan unas raíces pivotantes de 20 a 25 centímetros de profundidad, superando la profundidad de los envases más grandes de vivero.

Plantación a raíz desnuda

Es el trasplante sobre suelos previamente preparados para plantas de edad variable, que han sido criadas en vivero generalmente durante 1 o 2 años, extraídas eliminando la tierra del interior del contenedor que envolvía sus raíces (Serrada, 2000).

Económicamente no es tan barato como la siembra pero la distribución de la planta en el terreno y la supervivencia es mayor. El porcentaje de éxito en el arraigo es menor que cuando se usa la planta en contenedor.

Para poder utilizar este método, se necesita especial cuidado y utilizar la planta con la savia parada, en climas ausentes de aridez.

Plantación en contenedor

Es el proceso de trasplante sobre un suelo que previamente ha sido preparado de plantas extraídas de su contenedor en el que han sido criadas en vivero durante uno o dos años, con su cepellón, es decir, el conjunto de raíces con la tierra que las rodea, durante todo el proceso de cultivo, transporte y plantación (Serrada, 2000).

Con gran porcentaje de supervivencia para climas secos o con una pluviometría muy irregular. Es el método más costoso pero el éxito de la repoblación aumenta considerablemente con respecto a los otros dos métodos, sobre todo en zonas difíciles ya que no hay mutilaciones en el sistema radical.

El coste de producción es del orden de 5 a 10 veces más elevado que el de planta a raíz desnuda. A mayor peso y volumen de la planta, aumenta también el coste del embalaje y el transporte.

El transporte y el almacenamiento también es más sencillo además de no requerir que la planta esté en savia parada.

Por otro lado, los métodos de implantación de la vegetación según la forma de la ejecución son los siguientes:

Manual

La planta es introducida manualmente en el suelo por los operarios.

Mecanizada

El trasplante se realiza mediante el arrastre con un tractor de máquinas plantadoras. De esta forma se obtiene un mayor rendimiento con un menor

coste económico, pero las limitaciones física son notables por pendiente, pedregosidad, ...

Simultánea

La preparación del terreno y la implantación de la vegetación se hacen a la vez.

1.6.2. Restricciones impuestas por los condicionantes

Por un lado, los condicionantes internos, cabe destacar el periodo de sequía estival además de propiedades edáficas de la zona del proyecto, como que es un suelo arcilloso y franco con presencia de una costra de yeso superficial y un bajo contenido en materia orgánica. Cabe destacar la presencia de pendientes elevadas en ciertas zonas.

En el caso de los condicionantes externos, el objetivo de esta repoblación es de carácter protector por lo que se busca que la cubierta vegetal cubra el suelo lo antes posible para frenar los procesos erosivos, así que el porcentaje de éxito tiene que ser lo más alto posible. Se busca la calidad pero con el método que económicamente tenga un menor coste.

1.6.3. Efecto de las alternativas sobre los objetivos del proyecto

El objetivo principal del proyecto es la protección del suelo y la fijación de laderas, se debe de intentar conseguir un número de maras muy reducido para asegurar este objetivo el riesgo de marras y el mayor éxito de la repoblación se asegura con el uso de planta en contenedor.

La plantación manual, por otro lado, genera una mayor cantidad de puestos de trabajo aunque físicamente es más costoso.

1.6.4. Evaluación de las alternativas

A continuación se expone una tabla en la que se valoran una serie de factores comentados anteriormente para elegir de forma objetiva el mejor método para la implantación de la vegetación.

Los factores para la elección de la alternativa más correcta quedan puntuados del 1 al 5 en función del impacto más negativo, con una puntuación más baja, o positivo, más alta, que tenga para el proyecto.

Tabla 4. *Evaluación de las alternativas de implantación de la vegetación según la forma de implantación.*

	Siembra	Raíz desnuda	Contenedor
Coste	5	4	3
Supervivencia	2	3	5
Resistencia aridez	2	1	5
Savia parada	3	3	5
Género <i>Quercus</i>	5	1	3

Tabla 4 (cont.). Evaluación de las alternativas de implantación de la vegetación según la forma de implantación.

	Siembra	Raíz desnuda	Contenedor
Accesibilidad	4	4	4
Pendiente	4	3	4
Pedregosidad	5	3	3
Total	30	22	32

Tabla 5. Evaluación de las alternativas de implantación de la vegetación según la forma de ejecución.

	Coste	Accesibilidad	Frecuencia de uso	Rendimiento	Total
Manual	3	5	5	3	16
Mecanizada	5	3	3	4	15
Simultánea	3	2	1	3	9

1.6.5. Elección definitiva de los métodos de implantación

Como se ha destacado anteriormente, el objetivo principal de la repoblación es el protector, mitigar los procesos de la erosión para lo que se necesita un porcentaje de éxito elevado, esto se corresponde con el uso de planta en contenedor, además de ser el método más adecuado teniendo en cuenta la aridez y sequía estival de la zona.

En el caso de las especies del género *Quercus* introducidas en esta repoblación, se decide hacerlo mediante siembra para garantizar el éxito de su implantación.

Aunque las limitaciones del terreno no suponen en sí problema para la mecanización del proyecto, tanto por superficie como por la creación de puestos de trabajo, se decide hacerlo de forma manual.

La plantación se realizará un día con tempero adecuado y con el cepellón de la plántula saturado de agua durante la época de plantación. Los operarios del proyecto irán avanzando por la zona del proyecto introduciendo una plántula en cada uno de los hoyos que se ha realizado previamente en la preparación del terreno. El envase se guarda para su posterior reciclado.

Una vez terminada esta operación, la tierra utilizada para tapar el hoyo se comprime ligeramente para formar un ligero aporcado, también se realizará alrededor de las plántulas un pequeño alcorque en forma de media luna con capacidad para la retención de las escorrentías naturales en el sentido de la ladera para favorecer a la retención de agua cuando se produzcan las lluvias.

2. CUIDADOS POSTERIORES

2.1. Protectores de plántulas

2.1.1. Identificación de las alternativas

Entre los grupos protectores se agrupan diferentes productos que presentan una gran diversidad de características, se elegirá aquel tipo de tubo protector que presente un mayor número de ventajas tanto técnicas como económicas, al igual que facilidad a la hora de colocarlo.

Tubo invernadero

Se trata de un tubo de plástico, claro y traslúcido. Favorecen al crecimiento inicial protegiendo a la planta de los daños causados por la fauna silvestre, tratamientos herbicidas y rozas de matorral alrededor de los tubos. Hay una gran variedad de diseños que crean una especie de microclima en el interior del tubo que favorece a la planta y al éxito de la repoblación (Serrada, 1995).

Mallas cinegéticas

Han sido diseñadas para proporcionar una protección física, aunque según el tamaño del retículo van a permitir un mayor o menor intercambio de aire con el exterior, creando de nuevo, un microclima alrededor de la planta (Serrada, 2000).

Mallas de sombreo

Además de ofrecer una protección física, también han sido diseñados para crear un ambiente favorable para el crecimiento, modificando la cantidad de luz al igual que protección frente a la temperatura y al viento (Serrada, 2000).

Tubos protectores

Modifican una serie de variables atmosféricas que, eligiendo correctamente el tubo, supondrá una gran ventaja para la repoblación. De los métodos de protección para las plántulas es el más completo ya que afecta a más variables: luz, temperatura, humedad, viento y concentración de CO₂ (Serrada, 2000).

En el caso de aquellas especies, como es el caso de las del género *Quercus*, que presentan un elevado porcentaje de éxito por siembra, se incluye en la parte inferior del tubo protector el protector de semillas para siembra patentado por Eduardo Martín y José A. Reque Kilchenmann, en 2015, con el fin de proteger estas semillas de la fauna.

2.1.2. Restricciones impuestas por los condicionantes

Los condicionantes internos que presenta esta parte del proyecto son, la necesidad de proteger plántulas jóvenes, débiles y sensibles a una gran cantidad de perturbaciones del ambiente además de la fauna herbívora.

Los condicionantes externos, de nuevo, están marcados principalmente por el objetivo protector de la repoblación que exige un mayor porcentaje de éxito, que se conseguirá mediante una mayor protección.

2.1.3. Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto

El objetivo principal que deben cumplir los protectores es cumplir su función protectora para garantizar el éxito de la repoblación.

2.1.4. Evaluación de las alternativas

Al igual que se ha hecho para alternativas anteriores, se hace una matriz con diversos factores que se puntúan del 1 al 5 con el fin de facilitar la elección.

En el caso del coste, a medida que el método evaluado tenga un coste más elevado, recibirá una puntuación más baja, en cambio, el resto de los factores, cuánto mayor resistencia, mejora del microclima o ventilación, tendrán un valor más alto.

Tabla 5. Evaluación de las alternativas para los protectores de plántulas

Método	Coste	Resistencia	Microclima	Ventilación	Total
Tubo invernadero	5	3	2	2	12
Mallas cinegéticas	4	5	2	4	15
Mallas de sombreado	4	4	4	4	16
Tubos protectores	4	4	5	5	18

2.1.5. Elección definitiva del método

Dado a la relevancia que tiene en el proyecto la supervivencia de la masa vegetal, se decide que la opción más adecuada para la protección de las plántulas son los tubos protectores al ser los que crean un microclima más adecuado en estadios jóvenes de las plantas además de ofrecer una buena protección física.

Estos tubos serán colocados de forma simultánea a la plantación para asegurar la protección desde el primer momento.

Y como se ha mencionado anteriormente. En las especies del género *Quercus* que se harán mediante siembra se introduce el protector de semillas para proporcionar una mayor protección.

En ambos casos se colocará un tutor para tener una mayor sujeción al suelo.

2.2. Reposición de marras

Esta operación consiste en sustituir las plantas muertas en los años inmediatos a la plantación. La operación siempre se realiza de forma manual (Serrada, 2000).

En caso de especies de crecimiento lento, se puede esperar de 2 a 3 años para hacer la reposición, en cambio, para las de crecimiento rápido se hace al año siguiente a la plantación.

Aunque uno de los objetivos es que el éxito de la repoblación sea elevado, se prevé que aunque sea un número reducido, una parte de la plantación no sobrevivirá y dado a la importancia que tiene la cubierta vegetal en este proyecto, se propone una reposición de marras a los 2 años de la implantación de la vegetación ya que ninguna de las especies introducidas es de crecimiento rápido pero urge cambiar las plántulas muertas por unas vivas para garantizar el éxito.

2.3. Binas

Este proceso consiste en eliminar la vegetación herbácea de la zona del proyecto con el fin de eliminar la competencia con las plántulas introducidas (Serrada, 2000).

No se estima necesario llevar a cabo este cuidado ya que no se considera que esta vegetación vaya a resultar un impedimento para el crecimiento de la cubierta vegetal además de que su existencia va a suponer una ayuda a la mitigación de la erosión.

2.4. Riegos

2.4.1. Identificación de las alternativas

No realizar riegos

No habrá ningún cuidado posterior relacionado con el riego tras la plantación. Únicamente se realizará una dosis de riego en el momento de la plantación.

Riego por goteo

Mediante un sistema de tuberías y dosificadores de agua a pie de planta, el agua infiltra directamente hacia el sistema radicular de las plantas (Serrada, 2000).

Este sistema usado de forma convencional es más recomendable en vivero que en repoblaciones forestales en laderas de zonas áridas ya que la distancia entre plantas es mayor, lo que hace que un coste económico de por sí elevado, aumente, además de los problemas causados en el sistema por roedores y otros animales. En el caso de querer aplicar un riego por goteo, se sugiere utilizar sistemas pulsantes o con aplicación enterrada de agua (Martínez de Azagra y del Río San José, 2012).

Riego a manta

Consiste en mojar toda la superficie de repoblación para asegurar que todo el suelo quede cubierto de agua (Serrada, 2000).

Al igual que en el caso anterior, su uso no es muy recomendable y menos en zonas de pendiente ya que se puede producir un arrastre del terreno,

principalmente de la capa superficial por lo que se eliminarían los pocos nutrientes presentes en estos suelos además de favorecer las pérdidas de suelo que se buscan reducir.

Water box

Consiste en una caja de polipropileno cilíndrica que rodea y protege a las semillas o brinzales. En su interior se incluye un depósito amplio de unos 17 litros de capacidad. El centro de la caja está hueco para permitir el crecimiento de la planta, que es regada por capilaridad a través de una mecha en el fondo. El agua de lluvia se recoge por un embudo y se canaliza al fondo del depósito por los bajantes (Martínez de Azagra y del Río San José, 2012).

Se trata de un sistema que asegura hasta en condiciones muy adversas de sequías prolongadas la disponibilidad de agua por capilaridad a la planta, siempre y cuando la captación de rocíos sea lo suficientemente fuerte en a zona. También sirve para eliminar la vegetación competidora y reducir la evaporación directa del suelo.

Su máximo inconveniente es que presenta un coste muy elevado, de 12 a 20 euros la unidad, por lo que su uso está justificado únicamente en situaciones de restauración vegetal muy especiales (Martínez de Azagra y del Río San José, 2012).

Riego por alcorques

Se trata de un método muy sencillo e inmediato. Se suele acudir a él en situaciones de urgencia, ante sequías imprevistas y fuertes, usándose para riesgos de socorro ya que supone un elevado gasto de agua. Puede resultar también muy útil para plantas recién instaladas si no se dispone de una infraestructura previa con la que regar de manera eficiente, se puede acudir a una manguera alimentada por un camión cisterna o una carroceta contra incendios, se va regando brinzal a brinzal, echando un mínimo de 15 o 20 litros, de los que la planta va a aprovechar menos de la mitad. (Martínez de Azagra y del Río San José, 2012).

Para mejorar esta técnica de riego, se puede adecuar de forma adecuada el alcorque para concentrar una mayor cantidad de agua en el brinzal y cubrir el suelo humedecido con una pequeña capa de tierra seca o piedras con el fin de reducir la evaporación directa.

2.4.2. Restricciones impuestas por los condicionantes

Dentro de los condicionantes internos se encuentra la necesidad de aporte hídrico para plántulas jóvenes en una zona en la que está muy marcada la sequía estival y las precipitaciones son escasas durante todo el año, con una precipitación anual de 417 mm.

Entre los condicionantes externos, la repoblación tiene un carácter protector por lo que interesa conseguir una cubierta vegetal lo antes posible para lo que es necesario tener un aporte hídrico suficiente. Al ser de carácter protector, no conllevará beneficios económicos, por lo que se intentará que este proyecto sea lo más económico posible.

2.4.3. Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto

La decisión dentro de este proyecto de realizar o no riegos, y en caso de decidir que sí, qué tipo de riegos implantar, va a ser un factor importante para la repoblación además de tener un impacto económico en el mismo.

2.4.4. Evaluación de las alternativas

A continuación se establece una tabla con las diferentes alternativas para el riego, se puntúa cada factor del 1 al 5 en función del beneficio que vaya a producir el método en función de ese factor.

En el caso del coste, al igual que en el resto de evaluación de alternativas, cuánto mayor sea, menor puntuación recibirá, lo mismo ocurre con el gasto de agua, cuanto más bajo sea, mejor se puntuará.

El éxito, cuanto mayor sea mejor puntuación. Para la pendiente, cuanto mayor sea la pendiente a la que se pueda trabajar con este método, tendrá una mejor puntuación.

Tabla 6. *Evaluación de las alternativas de los sistemas de riego.*

Sistema	Coste	Éxito	Gasto de agua	Pendiente	Total
Sin riego	5	1	5	5	16
Riego por goteo	3	5	5	2	15
Riego a manta	3	2	2	2	9
Water box	1	5	5	4	15
Riego por alcorques	4	4	4	5	19

2.4.5. Elección definitiva del método

Aunque se trate de un proyecto de carácter protector con el que el beneficio económico va a ser prácticamente inexistente, se decide que para garantizar el éxito de la plantación se realice un riego por alcorques con un camión cisterna durante los meses de época estival (de junio a septiembre) de forma mensual en los que las precipitaciones se reducen drásticamente.

Estos riegos se llevarán a cabo durante los dos primeros años desde la plantación, a partir de ahí se estima que los brinzales ya habrán alcanzado su autonomía hídrica.

Estos riegos reducirán el porcentaje de marras en un momento en el que el sistema radicular no está lo suficientemente desarrollado para alcanzar las necesidades hídricas de la propia planta durante el verano. La irrigación de los brinzales aumentará la profundidad de las raíces y la proporción de la parte subterránea frente a la aérea (León et al., 2011).

En el caso de que no sean necesarios estos riegos, se eliminarán o se ajustarán las cantidades con el fin de evitar tanto un gasto de agua innecesario como el encharcamiento de las raíces.

2.5. Podas

La poda consiste en la supresión de ramas de los árboles en pie, sean muertas o vivas, de forma artificial para conseguir diversos objetivos entre los que se pueden encontrar mejoras sanitarias, aprovechamientos, prevención de incendios, ... (Serrada, 2000).

Aunque la repoblación se realizará con plántulas de 1 o 2 años y la aplicación de podas queda lejos, se prevé su necesidad para favorecer el crecimiento de la vegetación, mejorando la interceptación por parte de las copas de las especies arbóreas y evitando tener una densidad demasiado elevada que puede ser peligroso en caso de incendios y para la transmisión de plagas y enfermedades forestales.

Se plantean como necesarias a partir de una edad de la masa de unos 15 años.

2.6. Claras y clareos

Las claras y clareos son cortas hechas en una masa arbórea con el fin de estimular el crecimiento de los árboles que restan. Los árboles extraídos en las claras representan un excedente comparados con los que se necesitan para una espesura óptima (Serrada, 2000).

A partir de estos métodos se llevará la densidad de la masa inicial a una densidad más adecuada de unas 400 a 600 plantas por hectárea.

Las claras son las cortas que se realizan en la fase juvenil (latizal y fustal) de las masas con doble finalidad de mejorar la masa que queda en pie, dotándola de calidad y vigor, y de obtener productos intermedios (Madrigal et al., 1985).

El régimen de claras según Rojo y Castedo (2000) varía en función de la especie principal, del crecimiento y temperamento de la misma, la localización geográfica, la calidad de estación, el objetivo de la masa, el destino de la producción, ya que debe de tener rentabilidad, no como ocurre con los clareos; el volumen de la saca y los riesgos bióticos y abióticos como plagas o incendios, entre otros.

Según Serrada (2008), para conocer la edad a la que se puede realizar la primera clara en una masa, se pueden seguir varios criterios:

- Aplicar en fase de expulsión, debido a la falta de entrada de luz hacia el interior de la masa, el matorral heliófilo se ve debilitado debido al cierre de las copas, tras la clara, las copas se vuelven a cerrar y se evita que el matorral se desarrolle.
- A través de la razón de copa, que se define como el porcentaje de la altura del árbol medio ocupado por las ramas vivas, que es el valor complementario de la altura alcanzada por la poda natural.
- Por el Índice de Hart-Becking, que expresa la relación entre la densidad y la altura dominante.

- Coeficiente de esbeltez, definido como el cociente entre la altura de un árbol y su diámetro normal, también expresa el grado de estabilidad de la masa ya que cuanto mayor sea su valor, mayores son los daños abióticos que le corresponden.

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo VII. Ingeniería del proyecto

1. REPOBLACIÓN	1
1.1. Apeo de rodales	1
1.2. Preparación del terreno	1
1.2.1. Maquinaria y aperos	1
1.2.2. Intensidad de la actuación	2
1.2.3. Ejecución de la actuación	3
1.2.4. Rendimientos.....	3
1.3. Plantación.....	4
1.3.1. Tipo de planta.....	4
1.3.2. Necesidades de planta	5
1.3.3. Viveros	7
1.3.4. Transporte	7
1.3.5. Época de plantación y siembra	8
1.3.6. Herramienta.....	9
1.3.7. Distribución de la planta	9
1.3.8. Plantación y siembra	9
1.3.9. Rendimientos.....	10
1.3.10. Riegos	11
1.3.11. Reposición de marras.....	12
1.3.12. Podas	12
1.3.13. Claras y clareos.....	13
1.4. Resumen de los medios humanos, materiales y medios mecánicos.....	13
1.4.1. Medios humanos	13
1.4.2. Medios mecánicos.....	14
2. TRABAJOS COMPLEMENTARIOS.....	14
2.1. Colocación de protectores	14
2.1.1. Procedimiento.....	14
2.1.2. Rendimiento	16
2.2. Reparación de caminos	18
2.2.1. Procedimiento.....	18
2.2.2. Rendimiento	19
2.3. Cortafuegos perimetral	19
2.3.1. Procedimiento.....	19

2.3.2.	Rendimiento	20
--------	-------------------	----

ANEJO VII: INGENIERÍA DEL PROYECTO

1. REPOBLACIÓN

1.1. Apeo de rodales

Se define el apeo de rodales en el área del proyecto, dividiendo la superficie total en las zonas que presenten características similares. Ya que la zona de estudio presenta una orientación y características edáficas y climatológicas similares, el factor en el que se va a basar esta diferenciación va a ser principalmente la pendiente así como las especies a implantar, que cobran gran importancia en las zonas de vaguada de mayor humedad.

Los rodales en los que se ha dividido el terreno son los que aparecen en la Tabla 1, a continuación:

Tabla 1. Apeo de rodales de repoblación.

Rodal	Superficie (ha)	Pendiente (%)
1	2,49	25 - 35
2	5,52	5 - 15
3	3,39	5 - 15
4	2,69	5 - 15
5	3,56	15 - 25
6	2,56	15 - 20
7	1,26	15 - 20
8	3,56	20 - 30
9	2,24	20 - 30
10	2,24	15 - 25
11	2,65	15 - 25

1.2. Preparación del terreno

Ya que anteriormente se ha considerado que no es necesario llevar a cabo ningún tipo de tratamiento de la vegetación preexistente ya que no va a suponer ningún inconveniente para las labores de repoblación ni para la implantación y supervivencia de la futura plantación, se plantea directamente la preparación del terreno.

1.2.1. Maquinaria y aperos

Se distinguen 11 rodales dentro de los cuales se ha elegido el método de preparación del terreno que se ha considerado más adecuado.

- Ahoyado mecanizado con retroexcavadora

Este método de preparación del terreno se aplicará a la mayor parte de los rodales ya que las pendientes presentes en el terreno no son excesivamente elevadas.

Se utilizará una retroexcavadora con una potencia aproximada de 95 CV y un rendimiento entre 40 y 65 hoyos/hora.

Esta máquina trabaja desplazándose en línea de máxima pendiente, se estaciona en un punto y excava hoyos depositando la tierra extraída por el cazo en ese mismo hoyo.

Los rodales a los que se aplicará esta preparación del terreno serán los siguientes: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10 y 11.

- Ahoyado mecanizado con retroaraña

Será el método de preparación del terreno que se utilizará para los rodales restantes con una pendiente superior a la de los anteriores, estos serán los rodales número 1, 8 y 9, en los que hay pendientes iguales o superiores al 30%.

La retroaraña es un tipo de retroexcavadora adaptada para trabajar en terrenos forestales de elevada pendiente, se recomienda su uso para pendientes iguales o superiores al 30%. Está provisto de dos ruedas y dos patas hidráulicas extensibles, una potencia de 100 CV con la que se consigue un rendimiento aproximado de 60 a 80 hoyos/hora, variando en función de la pendiente a la que se esté trabajando.

La retroaraña trabaja avanzando por la ladera mientras apoya su cazo en el suelo, que actúa como punto de apoyo, al excavar deposita la tierra sobre el mismo hoyo.

1.2.2. Intensidad de la actuación

Para la mayoría de los rodales en los que la preparación del terreno se ha decidido hacer con un ahoyado mecanizado con retroexcavadora, con una menor pendiente, se ha decidido utilizar un marco al tresbolillo de 3 x 3 metros para poder retener al máximo la escorrentía, esto dará una densidad de 1100 plantas/ha. Las dimensiones de los hoyos serán de 60 x 60 x 60 centímetros.

El cazo que posee la retroexcavadora tiene un tamaño de 0,5 a 0,8 metros de largo, 0,4 a 1,6 metros de ancho y 0,4 a 0,6 metros de profundidad. Para obtener el tamaño deseado para los hoyos, la operación de ahoyado se realizará las veces que sean necesarias para conseguirlas.

La densidad de plantación para aquellos rodales en los que la preparación del terreno se ha decidido hacer con un ahoyado mecanizado con retroaraña, se utilizará un marco al tresbolillo de 2,5 x 2,5 metros en el que cada brinzal se localizará en el vértice de un triángulo equilátero dando una densidad de 1600 plantas/ha con el fin de sujetar el terreno de forma más rápida y eficiente. Las dimensiones de los hoyos realizados serán de 60 x 60 x 60 centímetros.

1.2.3. Ejecución de la actuación

- Rodales 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10 y 11: Ahoyado mecanizado con retroexcavadora

Previo a la apertura de los hoyos es necesario hacer un marcado de los hoyos en el terreno siguiendo el marco establecido para estos rodales de 3 x 3 m al tresbolillo.

La máquina se desplaza en línea de máxima pendiente equipada con un cazo con el que realiza la apertura de los diferentes hoyos para la plantación, así mismo, una vez la máquina se haya estacionado en un punto puede abrir diversos hoyos ya marcados a su alrededor, de diferentes líneas, a los que alcance el brazo, de media son unas 3 filas desde una misma posición.

El hoyo tendrá que cumplir con las medidas establecidas de 60 x 60 x 60 cm.

- Rodales 1, 8 y 9: Ahoyado mecanizado con retroaraña

Primeramente es necesario hacer un marcado de los hoyos siguiendo el marco al tresbolillo establecido de 2,5 x 2,5 metros.

La máquina se desplaza en línea de máxima pendiente apoyando el cazo en el suelo, que sirve como punto de apoyo. Desde una misma posición, la retroaraña puede abrir hoyos que pertenezcan a diferentes líneas de plantación que estén a su alcance.

Para abrir el hoyo, la operación se realizará las veces que sean necesarias para asegurar que el tamaño del hoyo cumple con el establecido en este proyecto de 60 x 60 centímetros.

El marcado de los hoyos del terreno se hará 10 días antes de la preparación del terreno por una cuadrilla de 4 obreros y un capataz.

1.2.4. Rendimientos

En este apartado se exponen, de forma estimada, los rendimientos de los dos métodos que se han decidido utilizar para la preparación del terreno de los rodales que conforman la zona del proyecto:

- Rodales 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10 y 11: Ahoyado mecanizado con retroexcavadora

Teniendo en cuenta que la densidad inicial que se ha elegido para estos rodales es de 1100 plantas/ha y que el rendimiento de una retroexcavadora se estima en 65 hoyos/hora, es decir, 17 horas por hectárea.

- Rodales 1, 8 y 9: Ahoyado mecanizado con retroaraña

La densidad elegida para estos tres rodales de mayor pendiente es de 1600 plantas/ha y, teniendo en cuenta que la retroaraña tiene un rendimiento estimado de 80 hoyos/hora, equivale a 20 horas por hectárea.

En la Tabla 2 quedan reflejados las horas necesarias para la preparación del terreno de los diferentes rodales de repoblación escogidos así como los jornales de 8 horas que van a suponer la preparación del terreno tal y como se ha establecido.

Tabla 2. Rendimientos de los rodales de repoblación.

Rodal	Superficie (ha)	Horas de trabajo	Jornales (8h)
1	2,49	49,80	6,23
2	5,52	93,84	11,73
3	3,39	57,63	7,20
4	2,69	45,73	5,72
5	3,56	60,52	7,57
6	2,56	43,52	5,44
7	1,26	21,42	2,68
8	3,56	71,20	8,90
9	2,24	44,80	5,60
10	2,24	38,08	4,76
11	2,65	45,05	5,63

1.3. Plantación

1.3.1. Tipo de planta

Las especies que se van a introducir en la plantación y sus respectivas características son las siguientes:

Tabla 3. Información de las especies a introducir en la repoblación.

Especie	Tipo	Savias	Región de procedencia
<i>Pinus halepensis</i>	Contenedor	1	Repoblaciones de la Meseta Norte
<i>Pinus pinea</i>	Contenedor	1	Meseta Norte
<i>Juniperus thurifera</i>	Contenedor	1	-
<i>Ephedra distachya</i>	Contenedor	1	-
<i>Quercus faginea</i>	Semilla	-	Páramos castellanos
<i>Quercus ilex subsp. ballota</i>	Semilla	-	Cuenca central del Duero
<i>Amygdalus communis</i>	Contenedor	1	Páramos del Duero-Fosa Almazán/ Tierras del pan y del vino
<i>Crataegus monogyna</i>	Contenedor	1	-
<i>Prunus spinosa</i>	Contenedor	1	-
<i>Sorbus domestica</i>	Contenedor	1	-

Todos los materiales forestales expuestos anteriormente deberán disponer del pasaporte fitosanitario y del documento del proveedor regulado por el RD 289/2003 y demás disposiciones aplicables.

Por otro lado, la planta debe de cumplir con una serie de características que demuestren su calidad para que garantice en un alto porcentaje su supervivencia en campo, son las siguientes:

1. Sistema radical ramificado de forma equilibrada y que éste presente un amplio número de raíces secundarias, sin presencia de daños.
2. Porcentaje foliar adecuado así como una ramificación uniforme.
3. Un diámetro de la raíz admisible para que se garantice su buen crecimiento.
4. Ausencia de signos propios de enfermedades o plagas así como signos de desecación, recalentamiento, enmohecimiento o podredumbre.
5. Ausencia de heridas sin cicatrizar que han podido ser causadas por podas o por daños en el arranque.
6. Ausencia de tallos múltiples.
7. Equilibrio entre la parte aérea y la parte radical de tal forma que una no supere a la otra en 1,8 veces su tamaño.
8. Ausencia de coloraciones fuera de lo normal que pueden ser signo de alguna carencia nutritiva.
9. Los envases deben situarse a una altura suficientemente elevada en vivero para que se produzca el autorrepicado correctamente.
10. Los envases deben ser de paredes rígidas e impermeables para que las raíces no pasen a través de ellas.
11. Los envases deben tener costillas internas para evitar la espiralización de la raíz y con ello, el estrangulamiento de la raíz.
12. En el momento en el que se efectúa la plantación, el sustrato debe encontrarse relativamente húmedo y sin compactación.
13. El volumen de los contenedores será en todos los casos mayor de 200 cc.

1.3.2. Necesidades de planta

A continuación, en la Tabla 4, se calculan las necesidades de planta para cada uno de los rodales, se plantea un incremento del número de plantas en un 5% en previsión de posibles mermas de material que se pueden dar a lo largo del proceso de plantación, ya sea por causas climáticas, roturas durante el transporte o problemas o defectos durante la plantación.

Se busca que haya diversidad de especies a lo largo de la plantación consiguiendo una protección del monte eficiente así como un hábitat ecológicamente sostenible y con variedad paisajística.

Tabla 4. Necesidades de planta para cada uno de los rodales.

Rodal	Superficie (ha)	Densidad (plantas/ha)	Especie	Porcentaje (%)	Planta (+5%)
1	2,49	1600	<i>Pinus halepensis</i>	70	2928
			<i>Pinus pinea</i>	20	837
			<i>Crataegus monogyna</i>	10	418
2	5,52	1100	<i>Pinus halepensis</i>	70	4463
			<i>Amygdalus communis</i>	15	956
			<i>Juniperus thurifera</i>	15	956
3	3,39	1100	<i>Pinus halepensis</i>	70	2741
			<i>Sorbus domestica</i>	10	392
			<i>Quercus faginea</i>	20	783
4	2,69	1100	<i>Pinus halepensis</i>	70	2175
			<i>Quercus ilex subsp. ballota</i>	15	466
			<i>Amygdalus communis</i>	15	466
5	3,56	1100	<i>Pinus halepensis</i>	90	3701
			<i>Sorbus domestica</i>	10	411
6	2,56	1100	<i>Pinus halepensis</i>	90	2661
			<i>Crataegus monogyna</i>	10	296
7	1,26	1100	<i>Pinus halepensis</i>	70	1019
			<i>Pinus pinea</i>	15	218
			<i>Quercus faginea</i>	15	218
8	3,56	1600	<i>Pinus halepensis</i>	85	5084
			<i>Juniperus thurifera</i>	10	598
			<i>Prunus spinosa</i>	5	299
9	2,24	1600	<i>Pinus halepensis</i>	75	2822
			<i>Juniperus thurifera</i>	15	564
			<i>Prunus spinosa</i>	10	376
10	2,24	1100	<i>Pinus pinea</i>	85	2199
			<i>Quercus faginea</i>	10	259
			<i>Ephedra dystachia</i>	5	129
11	2,65	1100	<i>Pinus halepensis</i>	85	2602
			<i>Quercus ilex subsp. ballota</i>	10	306
			<i>Ephedra dystachia</i>	5	153

En la distribución de las especies seleccionadas por los distintos rodales se mantiene en todos ellos la presencia de coníferas de hoja perenne para mantener la protección sobre el suelo a lo largo de todo el año, en cambio con el resto de las especies, más accesorias, se consigue una mayor biodiversidad además de disponer de diversos frutos tanto de interés para la fauna como agroforestal.

A continuación, en la Tabla 5, se muestra el total de planta que se necesita de cada especie para llevar a cabo la repoblación de la forma que se expone anteriormente:

Tabla 5. Necesidad total de planta o semilla por especie.

Especie	Total Planta/Semilla
<i>Pinus halepensis</i>	30195
<i>Pinus pinea</i>	3254
<i>Juniperus thurifera</i>	1756
<i>Ephedra distachya</i>	282
<i>Quercus faginea</i>	2520
<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ballota</i>	1544
<i>Amygdalus communis</i>	1422
<i>Crataegus monogyna</i>	583
<i>Prunus spinosa</i>	464
<i>Sorbus domestica</i>	803

En el caso de las especies del género *Quercus*, que se introducirán en la repoblación por siembra con el protector de semillas de Eduardo Martín y José Reque (2015), para asegurar el éxito de estas especies es recomendable introducir por hoyo dos semillas, sobre todo teniendo en cuenta que han estado sometidas a un periodo de almacenamiento en el que han podido perder viabilidad.

1.3.3. Viveros

La planta debe de ser suministrada por viveros cercanos para de esta forma poder abaratar los gastos de transporte, se dispone que los viveros se encuentren a una distancia máxima de 100 km a la zona del proyecto para garantizar el suministro de planta tanto en número como en calidad.

1.3.4. Transporte

Una vez las plantas en el vivero han sido seleccionadas y se comprueba que cumplen con los criterios de calidad anteriormente establecidos. Durante el transporte las plantas no deben de quedar expuestas al sol ni al viento, ni expuestas a daños por heladas ya que las pérdidas por baja supervivencia y retrasos en el desarrollo de la planta en el terreno pueden ser importantes (Peñuelas y Ocaña, 1994).

Desde el vivero a la zona del proyecto la planta llegará en camiones con la caja cerrada preferiblemente para evitar desecaciones, es deseable hacer este transporte

en días nublados o en las horas más frescas del día para no poner en peligro la supervivencia de la planta.

Con el fin de evitar daños, el transporte de la planta ha de realizarse de forma escalonada en el tiempo ya que si la planta permanece mucho tiempo fuera del vivero sin plantar es muy probable que sufra daños.

Se requiere un total de 38759 plantas, quitando las semillas de *Quercus ilex* subsp. *ballota* y *Quercus faginea* que serán transportadas en cajas, ocupando un volumen menor, se trata de semillas recalcitrantes por lo que habrá que tener especial cuidado en mantener un nivel de humedad adecuado y reducir la temperatura para evitar que éstas pierdan viabilidad.

Las plantas serán transportadas en bandejas de alveolos de 220 cc, en cada bandeja habrá un total de 40 plantas, será, transportadas en cajas de tamaño 30 x 50 cm. La capacidad del camión es de 7 m³, por lo que en un viaje del camión podrían transportarse in máximo de 795 bandejas, lo que sería un total de 31800 plantas transportadas.

Será necesario realizar dos viajes de ida y vuelta desde el vivero a la zona del proyecto para llevar toda la planta necesaria, en estos dos viajes se podrá transportar toda la planta.

Se estima que para cada transporte de ida y vuelta se necesita media jornada laboral de un conductor y un peón, por lo que en total, serán necesarios un jornal completo del conductor y otro jornal del peón.

Entre el periodo de transporte y de plantación se deberá hacer un mantenimiento de la planta si fuera necesario por las condiciones climáticas, habrá que regarlas periódicamente.

Por otro lado, las especies del género *Quercus* que se han decidido introducir mediante siembra, se mantendrán en condiciones de vivero, más adecuadas para su viabilidad desde su recolección, a lo largo del mes de octubre, la siembra de estas especies se hará de forma simultánea a la plantación. Estas semillas serán transportadas con el segundo viaje de ida y vuelta desde el vivero a la zona del proyecto dado a que hay espacio suficiente en este camión.

1.3.5. Época de plantación y siembra

La plantación debe realizarse durante el periodo de parada vegetativa, cuando el terreno tenga buen tempero y fuera del periodo de heladas que pueda poner en riesgo el éxito de la repoblación.

En el estudio climático se ha determinado que el periodo de heladas muy probables se extiende de noviembre a marzo, por lo que los meses que comprenden este periodo quedan excluidos tanto para la plantación como para la siembra.

Dado a que se tiene que trabajar con planta en parada vegetativa, ésta estará disponible en vivero a partir de finales de septiembre o principios de octubre, ya que el periodo de heladas comienza en noviembre, se establece el mes de octubre como el más adecuado para realizar la plantación.

Por otro lado, las especies del género *Quercus* se van a introducir en el terreno mediante siembra se hará de forma simultánea a los brinzales. Ya que la semilla de estas especies permanecerá enterrada hasta que brote, lo más seguro es que no correrá riesgo de sufrir por las heladas, como ocurre con los brinzales.

Asimismo, en cada hoyo de siembra se introducirán dentro del protector dos bellotas de la especie que corresponda para no correr riesgos de falta de germinación.

1.3.6. Herramienta

Tanto la plantación como la siembra se hará de forma manual utilizando una azada de boca estrecha.

1.3.7. Distribución de la planta

El transporte de la planta desde el vivero a la zona de la plantación se irá haciendo a medida que se vaya necesitando para evitar que sufra daños por pasar demasiado tiempo en condiciones inadecuadas, y como se ha detallado anteriormente, en caso de que sea necesario, se aplicarán riegos a las plantas para evitar su desecación por causas climáticas.

El transporte de planta se podrá hacer en cajas de madera o cartón que mantengan la humedad, el de las semillas se deberá hacer en cajas que estén aisladas herméticamente en las que se pueda mantener una temperatura baja y adecuada para el mantenimiento de la viabilidad de las mismas.

La distribución en la zona de repoblación se deberá hacer a primera hora de la mañana en cantidad suficiente para asegurar su distribución a lo largo de la jornada laboral.

1.3.8. Plantación y siembra

La plantación se realizará manualmente debido a las condiciones de pendiente que presenta el terreno para el uso de la maquinaria destinada a esta finalidad.

Para esta operación el operario debe extraer parte de la tierra del hoyo con ayuda de la azada, tras lo que extraerá la planta del alveolo tirando con cuidado del cuello de la raíz. La planta tiene que quedar depositada dentro del hoyo verticalmente y el cepellón bien enterrado en el terreno, de aproximadamente 2 centímetros por debajo del nivel de la tierra. Se compacta la tierra para evitar que queden huecos y cámaras de aire y se hace alrededor de la plántula en forma de media luna una microcuenca que facilite la retención de agua por escorrentía y aumente el volumen que ésta disponible para la planta. A mayores se realizará un alcorque que pueda retener la escorrentía de la microcuenca que tenga una altura mínima de 15 centímetros

Alrededor de cada una de las plantas introducidas y de forma simultánea, se colocará un tubo protector para que estén protegidas frente a las adversas condiciones climáticas así como de la acción de posibles depredadores de la zona.

En el caso de la siembra que se realizará simultáneamente, la extracción de la tierra para el hoyo se efectuará de la misma forma con ayuda de una azada, este hoyo

deberá tener una profundidad entre 10 y 15 cm, se coloca en el interior de este hoyo el protector (Reque y Martín, 2015) en cuyo interior ya se encuentran dos semillas, se echa tierra fina y sin piedras hasta cubrir la bellota y la corona del alambre y se continúa echando tierra hasta que también esté cubierta la pelota del interior del tubo. En este caso, la tierra debe de quedar suelta para facilitar la germinación de la semilla.

Posterior tanto a la plantación como a la siembra se deben de regar todos los alcorques para garantizar un primer aporte de agua.

1.3.9. Rendimientos

El rendimiento de una plantación manual para plantas en contenedor es de 150 plantas por jornal (Serrada, 2000). Los jornales para plantación para cada uno de los rodales son de:

Tabla 6. Jornales necesarios para cada rodal de plantación.

Rodal	Superficie (ha)	Densidad (plantas/ha)	Número de plantas en contenedor	Jornales (8h)
1	2,49	1600	3984	26,56
2	5,52	1100	6072	40,48
3	3,39	1100	2983	19,89
4	2,69	1100	2515	16,77
5	3,56	1100	3916	26,11
6	2,56	1100	2816	18,77
7	1,26	1100	1178	7,85
8	3,56	1600	5696	37,97
9	2,24	1600	3584	23,89
10	2,24	1100	2218	14,79
11	2,65	1100	2623	17,49

En el caso de la siembra de *Quercus faginea* y *Quercus ilex* subsp. *ballota*, que también se va a realizar de forma manual, se estima el mismo rendimiento que para la plantación, 150 plantas/jornal.

A efectos de cálculo se hará con el número de hoyos a realizar aunque se vayan a introducir dos semillas dentro de cada protector de semillas.

Tabla 7. Jornales necesarios para cada rodal de siembra.

Rodal	Superficie (ha)	Densidad (plantas/ha)	Número de hoyos	Jornales (8h)
1	2,49	1600	-	-
2	5,52	1100	-	-
3	3,39	1100	746	4,97
4	2,69	1100	444	2,96
5	3,56	1100	-	-

Tabla 7 (cont.). Jornales necesarios para cada rodal de siembra.

Rodal	Superficie (ha)	Densidad (plantas/ha)	Número de hoyos	Jornales (8h)
6	2,56	1100	-	-
7	1,26	1100	208	1,39
8	3,56	1600	-	-
9	2,24	1600	-	-
10	2,24	1100	246	1,64
11	2,65	1100	291	1,94

Ya que la plantación y la siembra se van a hacer de forma simultánea, se calcula de forma conjunta el número de jornales para ambos métodos de implantación de especies para todos los rodales de repoblación en la Tabla 8.

Tabla 8. Jornales necesarios para plantación y siembra para cada uno de los rodales.

Rodal	Superficie (ha)	Densidad (plantas/ha)	Jornales (8h)
1	2,49	1600	26,56
2	5,52	1100	40,48
3	3,39	1100	24,86
4	2,69	1100	19,73
5	3,56	1100	26,11
6	2,56	1100	18,77
7	1,26	1100	9,24
8	3,56	1600	37,97
9	2,24	1600	23,89
10	2,24	1100	16,43
11	2,65	1100	19,43

1.3.10. Riegos

El éxito de las repoblaciones forestales está muy condicionado durante los primeros años por la meteorología, en especial, por la sequía estival propia de las zonas mediterráneas, siendo ésta considerada como la principal causa de mortalidad de las plantas juveniles en la región mediterránea.

Se regará por alcorques utilizando una cisterna durante los meses de época estival al menos a lo largo de los dos primeros años, ya que es el momento en el que se suelen acumular las marras y el sistema radical está menos desarrollado, para asegurar el éxito de la repoblación con el menor porcentaje de marras posible.

Se propone hacer riegos cada mes desde junio hasta septiembre, pudiendo ampliar el número y cantidad de litros en los riegos en función de las necesidades que tenga la vegetación. Se debe asegurar la supervivencia de la masa forestal para cumplir con los objetivos del proyecto.

Aunque los volúmenes puedan variar en función de las condiciones climáticas que se den ese verano, inicialmente se establece que, por riego, se necesitarán 4 litros para las plantas arbustivas y 7 litros para las arbóreas.

Teniendo en cuenta el número de árboles y arbustos introducidos en la repoblación, siendo considerados como arbustos *Ephedra distachya*, *Crataegus monogyna* y *Prunus spinosa*, se necesitarán, por riego, 28 camiones cisterna considerando que cada uno de los camiones tiene una capacidad de 10 000 litros.

1.3.11. Reposición de marras

Aun teniendo todos los cuidados y medidas necesarias en la realización de este proyecto, se prevé la aparición de marras por lo que se tendrá que llevar a cabo una reposición de las mismas en las que serán sustituidas por plantas nuevas.

El porcentaje admisible de marras varía en función de la densidad que se haya introducido inicialmente (Serrada, 1993) siendo este porcentaje aplicado por rodales o zonas evaluadas individualmente, no en el conjunto del monte. Con las densidades introducidas en la plantación, entre 1000 y 2000 plantas/ha, el porcentaje admisible de marras tiene que estar por debajo del 10%.

La edad máxima admisible de esta reposición será hasta el tercer o cuarto año de la plantación, esto se valorará en el futuro en función de la evolución que presente la repoblación.

1.3.12. Podas

La poda, que consiste en eliminar parte de las ramas de un árbol o arbusto, se utiliza principalmente para mejorar la calidad de la masa así como para reducir el riesgo de incendio forestal.

Se plantean que sean necesarias las podas a partir de una edad aproximada de la masa de 15 años, aunque se podrán adelantar o atrasar en caso de que se considere necesario.

Se comenzará haciendo podas bajas, en las etapas de monte bravo o latizal bajo cuando la altura media de la masa sea de unos 6 metros, la poda se hará hasta los 2 metros de altura, con esta acción se rompe la continuidad vertical del combustible con lo que se reduce el riesgo de incendios.

Se deberá controlar tanto el diámetro de las ramas que se deciden eliminar así como su número, ya que además de suponer mayor tiempo de cicatrización para el árbol o arbusto, en el que está más susceptible, la reducción brusca de la cantidad de hojas que hacen la fotosíntesis supone un trastorno de mayor o menor duración para el individuo, por lo que deberá limitarse la cantidad o el volumen de ramas podadas.

Las podas se realizarán a savia parada con el corte lo más pegado que se pueda al tronco.

Los pesos de las podas variarán en función del estado de la masa, en función de la presencia o ausencia de plagas y enfermedades, prevención de incendios, ...

1.3.13. Claras y clareos

Con los clareos se extraerán de la masa principal los pies sobrantes de los primeros estadíos de la masa, repoblado y monte bravo. Los árboles que sean extraídos en estos procesos no tienen ningún aprovechamiento a nivel comercial, siendo esta su principal distinción con las claras.

El material cortado deberá triturarse para disminuir el riesgo de enfermedades, plagas e incendios.

Con estos procesos se comenzará a reducir la densidad de la masa inicial, de 1100 ó 1600 plantas por hectárea, en función del rodal, a una densidad más adecuada para la persistencia de la masa, en torno a los 400 ó 600 pies por hectárea.

Las claras se empezarán a aplicar sobre la masa principal una vez los individuos que la conformen hayan alcanzado los estados de latizal, continuando cuando el estado sea también el de fustal. Este tipo de extracciones ya llevan consigo cierto beneficio económico ya que se puede comercializar con sus productos.

El régimen de claras, así como el peso de éstas y la edad a la que se comiencen a hacer, va a variar en función del crecimiento que presente la especie principal de la masa, que en este caso va a ser *Pinus halepensis*.

En el caso de que el crecimiento de la masa sea el esperado, los clareos se podrán realizar a partir de los 20 o 30 años de edad de la masa.

1.4. Resumen de los medios humanos, materiales y medios mecánicos

1.4.1. Medios humanos

- Marcado de los hoyos

Previo a la preparación del terreno tanto con retroexcavadora como con retroaraña, se necesita que una cuadrilla, formada por cuatro obreros y un capataz, recorran el terreno que conforma la zona del proyecto.

El rendimiento de este marcado de hoyos, que consiste en marcar el futuro hoyo con una estaca, tiene un rendimiento aproximado de 100 hoyos/hora.

- Plantación y siembra manual

La plantación se debe efectuar en el periodo desde el 1 de octubre al 1 de noviembre para asegurar la disponibilidad de planta. El número de días hábiles, quitando los festivos y los fines de semana queda en un total de 21 días.

Este proceso requiere un total de 276,10 jornales, que supone 13 obreros y 1 capataz.

Se comenzará por la parte alta de la ladera, ocupada por los rodales 1, 7, 8 y 9 y se continuará bajando por la ladera.

En el caso de que la siembra no se haya podido recoger en la cantidad necesaria durante las fechas establecidas, se puede alargar el periodo de siembra hasta mediados de noviembre ya que la semilla al estar enterrada no corre riesgo de sufrir en gran medida las heladas.

- Riegos

Los riegos se efectuarán de forma mensual durante la época estival aunque con posibles variaciones en función de las necesidades que pueda presentar la vegetación, tanto para aumentarlos como para disminuirlos.

Se van a necesitar un total de 28 camiones cisterna para llevar a cabo los riegos de toda la plantación. Para hacerlo en el menor tiempo posible y no poner en riesgo el futuro de la plantación, se llevarán varios camiones en un día con el fin de regar la máxima cantidad de alcorques en una misma jornada laboral.

Teniendo en cuenta la cantidad de planta y la dosis administrada por planta, siendo el rendimiento medio de 600 riegos/hora, se necesitan 68 horas para regar toda la planta introducida en la zona del proyecto, que equivalen a 8,5 jornales de 8 horas cada uno.

Estos riegos se realizarán a primera hora de la mañana o en su defecto, a última hora de la tarde evitando así las horas de mayor temperatura tanto por el personal de la obra como para evitar una evaporación demasiado alta del agua de riego, perdiendo su efecto sobre las plantas.

1.4.2. Medios mecánicos

- Ahoyado mecanizado con retroaraña

Esta actuación, en los rodales 1, 8 y 9, abarcará un total de 21 jornales. La labor de preparación del terreno tiene que estar finalizada al menos dos meses antes de que comience la plantación, por lo que se realizará del 20 de mayo al 17 de junio, con margen suficiente teniendo en cuenta los fines de semana y festivos.

- Ahoyado mecanizado con retroexcavadora

Esta actuación para el resto de los rodales, es decir, 2,3,4,5,6,7,10 y 11 requiere un total de 51 jornales. Al igual que con la anterior preparación del terreno, también se necesita que se haya finalizado al menos dos meses antes de la plantación, por lo que esta labor se comenzará el día 20 de mayo hasta el 29 de julio, incluyendo festivos, fines de semana.

2. TRABAJOS COMPLEMENTARIOS

2.1. Colocación de protectores

2.1.1. Procedimiento

a. Protectores de brinzales

Los protectores serán colocados para lograr una protección eficiente tanto para las plántulas como para las semillas recién instaladas en el terreno. Los protectores consisten en una malla rígida de plástico con forma de cilindro de unos 60 cm de altura que se colocan alrededor de cada plántula y se recuperarán una vez pase la edad de peligro.

Este tipo de producto también favorecerá al crecimiento de la plántula ya que en su interior crea un microclima y favorece a la captación de nieblas con lo que aumenta la disponibilidad de agua para la planta.

Junto con el protector se colocará un tutor de acacia de 80 centímetros de alto que lo asegure bien al terreno.

b. Protector de semillas (Reque y Martín, 2015)

Por otro lado, el protector de semillas, que en este caso está hecho con malla metálica, posee a mayores en la parte inferior un embudo hecho con la propia malla y en su interior, encima de las semillas, una pelota de plástico que evite a cualquier tipo de animal herbívoro llegar hasta la semilla, pudiendo colocar además en su interior abono de liberación lenta, repelentes que proporcionen una defensa eficaz frente a los depredadores o fitosanitarios. En la parte superior del protector de semillas se colocará el mismo tipo de protector que se ha utilizado para la protección de los brinzales con el fin de que la plántula quede protegida eficientemente durante su crecimiento, por lo tanto se colocará un protector mixto, muy útil sobre todo frente al ataque de roedores de mediano tamaño como los conejos, abundantes en la zona.

Este protector de semillas se basa en el principio del erizo, es decir, al cortar los alambres se crean una serie de pinchos que ante el ataque de depredadores sirven de defensa porque no los pueden cortar con los dientes, aumentando la dificultad para hacerse con la semilla. Al repetir este proceso con varios protectores, el animal acaba desistiendo en el empeño, al recordar la experiencia, si se encuentra otra vez con estos protectores ya no los atacará. Aunque para evitar que llegue a este extremo, ya que el animal debería atacar una gran cantidad de protectores se aplicarán repelentes o se creará un cordón circular alrededor con restos de ramajes de tratamientos selvícolas.

La malla para que tenga el protector un tamaño adecuado tendrá unas medidas del lado mayor de 52 celdillas, el menor 32 celdillas (de este no puede variar su número. El lado de la cuadrícula debe ser de 6 x 6 mm con un grosor de alambre de 1 mm.

Para que este protector de semillas sea completamente efectivo es necesario implantarlo en el terreno junto con un tutor resistente que esté clavado en el suelo con una brida para que queden ambos elementos perfectamente unidos, así tendrá una mayor resistencia y estabilidad tanto ante fenómenos atmosféricos como ataques de animales.

La parte superior, compuesta por la malla plástica, deberá ser retirada del monte una vez haya cumplido la función para la que se colocó, es decir, cuando la planta supere este tamaño de 60 centímetros a partir del cual podrá sobrevivir por sí misma. La parte inferior, de malla metálica, se degradará con el tiempo, oxidándose, dejarla no supondrá ningún impedimento para el crecimiento radicular, ni siquiera para la raíz pivotante que caracteriza a las quercíneas, al igual que el hilo que une los alambres en la parte inferior del embudo, se trata de un hilo de material biodegradable.

En el caso de que se hayan realizado algún tipo de tratamiento selvícola en masas cercanas, los restos de ramas serán trasladados a la zona del proyecto con el fin de colocarlos como orla protectora alrededor de los protectores de semillas con el

fin de conseguir una mayor protección frente a la fauna, tendrá una altura de 1 metro con un diámetro de 4 metros aproximadamente.

Para cargar el protector, después de construirlo tal y como se muestra en las Figuras de la 1 a la 6, se introducen las dos bellotas de la especie seleccionada, ya sea *Quercus ilex* subsp. *ballota* o *Quercus faginea*, se introduce la esfera y, por último, se posicionan las pestañas antirretroceso tanto para la semilla como para la pelota.

Una vez localizado el protector dentro del hoyo correspondiente en campo, se entierra hasta alcanzar el nivel superior (Véase Figura 7). La tierra se introduce en el interior del cilindro mediante un cribado manual, si existen piedras, es aconsejable rodear el protector con ellas con el fin de conseguir una mayor protección y humedad durante la época estival.

Junto con ambos protectores, se coloca un tutor de acacia de 80 centímetros de alto que lo asegure bien al terreno.

2.1.2. Rendimiento

Tanto los tubos protectores de las plántulas como los de las semillas serán colocados a la vez que la plantación y la siembra respectivamente, con lo que el rendimiento va a ser paralelo en ambos casos.

Montaje del protector de semillas (Reque y Martín, 2015)

(Fuente de las imágenes: Eduardo Martín)

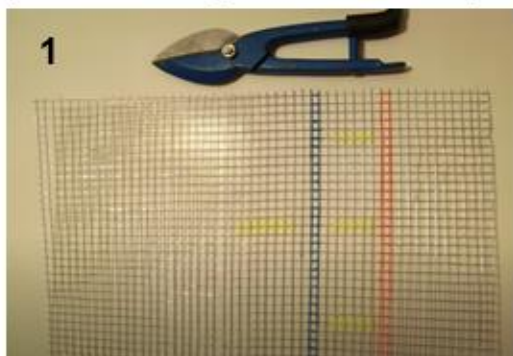


Figura 1. Pieza de malla electrosoldada



Figura 2. Doblar con forma de cilindro uniendo las varillas de los extremos con ayuda de un alicate.

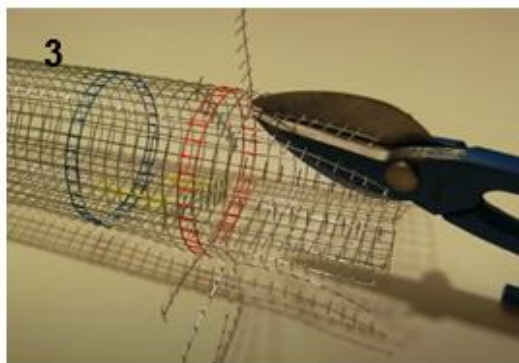


Figura 3. Cortar los alambres de la zona inferior.



Figura 4. Formar un embudo con los alambres uniendo uno sí uno no y con los restantes formas una corona.
(Utilizar hilo que sea biodegradable)

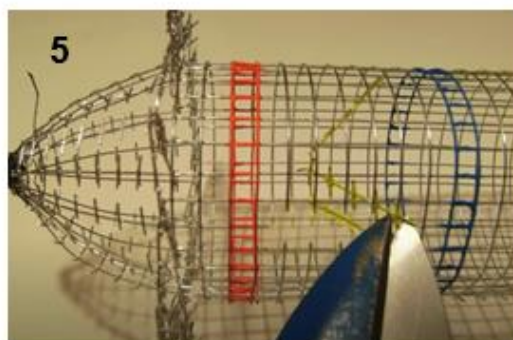


Figura 5. Cortar dos pares de alambres de cada lado, meterlos hacia dentro para hacer de sujeción de la semilla.

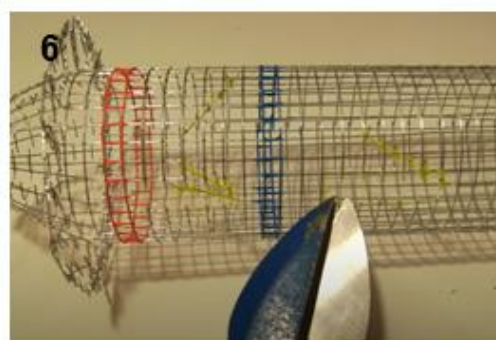


Figura 6. Cortar otros dos pares de alambres más arriba para que hagan de sujeción de la esfera plástica.



Figura 7. Resultado final del protector de semillas (Reque y Martín, 2015). (Fuente: Eduardo Martín).

2.2. Reparación de caminos

2.2.1. Procedimiento

Previo a la realización de cualquier obra provista en este proyecto, será necesario llevar a cabo una reparación de los caminos necesarios para el acceso a la zona del proyecto por la maquinaria y el personal necesario.

La mayor parte de estas vías de acceso se trata de caminos agrícolas que dan servicio a terrenos de cultivo y de aprovechamiento agrario, que con el paso de maquinaria pesada y los años se han ido degradando.

Se tendrá especial cuidado en reparar los daños más comunes y habituales en estos caminos que puedan suponer algún riesgo al paso de la maquinaria y del personal de obra así como para evitar su degradación tras la ejecución de las obras. La formación de rodaduras, cárcavas y baches en la superficie de rodadura es lo más común, produciéndose descensos marcados en las cotas de los caminos así como grietas longitudinales en el firme, concentradas en los bordes, debido a los cambios de humedad del terreno.

Se realizará un aporte de material fino obtenido sobre el propio firme de la pista, se utiliza una retroexcavadora con la que se quiere tanto recuperar la anchura útil de los caminos de 3,5 metros así como rellenar los socavones presentes a lo largo de ellos, depositando sobre el firme material fino posteriormente se utilizará un compactador para que el material quede correctamente distribuido por el firme.

Para la correcta realización de este proyecto se considera que es necesario reparar una distancia total, repartida entre diversos caminos, de 4,71 kilómetros.

Con respecto al mantenimiento de estos caminos, será necesario llevar a cabo una revisión de los mismos previo a la época de lluvias, a finales de verano o comienzos del otoño, es decir, antes de que comience el periodo de plantación y siembra que se ha establecido para este proyecto. Del mismo modo, después de periodos de precipitaciones intensas, se ha de revisar el estado de estos caminos con el fin de comprobar la necesidad o no de actuaciones puntuales.

También se tendrá cuidado con el estado de la vegetación presente en los laterales de los caminos para que produzca problemas de visibilidad y con ello, que no disminuya la seguridad al tránsito por éstos, haciendo desbroces o podas cuando se considere necesario.

2.2.2. Rendimiento

La distancia que se debe arreglar para la correcta ejecución de las obras previstas en este proyecto es poca, inferior a los 10 kilómetros de camino.

El rendimiento de una retroexcavadora de 130 CV es de 6000 m²/jornada, teniendo en cuenta que la distancia del camino es de 4,71 kilómetros y la anchura del mismo de 3,5 metros, se calcula que serán necesarios 2,74 jornales para la preparación adecuada de los caminos.

Los caminos deberán estar listos antes de que comiencen las obras de restauración, previo a la preparación del terreno. Estas obras se realizarán con unos días de anterioridad, del 17 al 19 de mayo con el fin de que haya espacio suficiente para solucionar cualquier imprevisto, ya sea mecánico, humano o climático.

2.3. Cortafuegos perimetral

2.3.1. Procedimiento

El objetivo de la repoblación es eminentemente protector, por lo que para evitar un gran riesgo como es los incendios forestales en ambientes mediterráneos, se propone realizar un cortafuegos perimetral en la zona de plantación, con ello se

establecerá una línea de primera defensa contra incendios al igual que romperá la continuidad de combustible entre las tierras agrícolas colindantes y el terreno forestal.

Se intenta crear un modelo de mosaico con la vegetación en el que aparezcan diferentes modelos de combustible.

El perímetro que debe cubrir esta área cortafuegos es de 6,45 kilómetros, con la anchura que tienen dos pasadas de buldócer, como mínimo de 4 metros, se hará con el método de roza al aire para que la eliminación de la vegetación no sea total, de esta forma, se continuará con la protección del suelo pero al ser una zona con menor vegetación, en caso de incendio la dinámica del fuego cambiará con lo que se conseguirá una extinción más eficaz y menores daños a la masa.

Además de continuar así con la protección del suelo, uno de los objetivos principales del proyecto, el impacto visual no será tan grande como haciendo un decapado en el que la cuchilla penetra en el suelo y elimina por completo la vegetación, así mismo este proceso tampoco es conveniente para suelos calizos (Serrada, 1993), como es el caso, por lo que queda completamente descartado.

Los restos que se obtengan de estas labores tendrán que ser eliminados y retirados de la zona.

2.3.2. Rendimiento

Se estima que el rendimiento medio es de unas 4 horas por hectárea. Teniendo en cuenta que el diámetro de la zona que delimita el proyecto es de 6,45 kilómetros y que la anchura escogida para el cortafuegos perimetral es de 8 metros, la superficie total del cortafuegos perimetral será de 5,16 hectáreas.

Para preparar este cortafuegos se necesitarán 20,64 horas que corresponden a 2,58 jornales. Para esta labor se necesitará únicamente al conductor del propio buldócer.

El procedimiento para realizar el cortafuegos perimetral se hará una vez hayan finalizado las obras de repoblación, a principios del mes de noviembre, entre las fechas del 2 al 4 de este mismo mes.

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo VIII. Programa de ejecución y puesta en marcha

1. PROGRAMA DE EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA	1
1.1. Repoblación.....	1
1.1.1. Marcado de hoyos	1
1.1.2. Ahoyado mecanizado con retroexcavadora	1
1.1.3. Ahoyado mecanizado con retroaraña	1
1.1.4. Plantación y siembra manual.....	1
1.2. Trabajos complementarios.....	2
1.2.1. Colocación de los protectores.....	2
1.2.2. Reparación de caminos	2
1.2.3. Cortafuegos perimetral	2
2. ESQUEMA DEL PROGRAMA DE EJECUCIÓN.....	2

ANEJO VIII: PROGRAMA DE EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA

1. PROGRAMA DE EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA

1.1. Repoblación

1.1.1. Marcado de hoyos

Previo al ahoyado, se necesitará un marcado de los hoyos que van a realizar posteriormente tanto con la retroexcavadora tanto como con la retroaraña, para ello irá la cuadrilla forestal marcando el lugar en el que se realizarán los hoyos en función de las densidades y marcos de plantación seleccionados. Este proceso tendrá una duración de 10 días con una cuadrilla de 4 peones y el capataz, del día 6 al 19 de mayo

1.1.2. Ahoyado mecanizado con retroexcavadora

Se requieren 39,27 jornales de maquinaria para completar estos trabajos, es decir, el periodo comprendido desde el 6 de junio hasta el 29 de julio, incluyendo tanto días festivos como la pérdida de días por causas diversas para que así esta labor quede finalizada al menos 2 meses antes del comienzo de la plantación.

1.1.3. Ahoyado mecanizado con retroaraña

Para esta actuación se requieren 20,73 jornales, lo que se traduce en el periodo de tiempo comprendido entre el 20 de mayo y 17 de junio, incluyendo tanto festivos como la pérdida de días por causas diferentes, estando el terreno preparado más de dos meses antes con respecto a la plantación y siembra previstas.

1.1.4. Plantación y siembra manual

Ambas operaciones se efectuarán de forma simultánea en el periodo que discurre entre el 1 de octubre y de 1 de noviembre.

El número total de jornales necesarios es de 263,47 repartidos entre 13 obreros más el correspondiente capataz.

Además, hay que tener en cuenta que se necesitarán otro jornal a mayores de un peón y de un conductor para el traslado de la planta desde el vivero hasta el lugar de la plantación.

Así mismo, debido a que en el caso de la siembra se depende directamente de la cantidad de bellota que haya, se prevé que pueda alargarse el periodo de siembra a inicios de noviembre.

1.2. Trabajos complementarios

1.2.1. Colocación de los protectores

Tanto los protectores para siembra como los correspondientes a la plantación, se colocarán de forma simultánea a estos procesos.

1.2.2. Reparación de caminos

Los caminos deberán estar en buen estado previamente a la introducción de la maquinaria para la preparación del terreno. Se necesitarán 2,74 jornales para preparar los caminos para lo que se necesitara a un conductor y un peón.

Este proceso se llevará a cabo entre los días 3 y 5 de mayo.

1.2.3. Cortafuegos perimetral

Posterior a la plantación se ha propuesto la apertura de un cortafuegos perimetralmente a la plantación establecida. Para ello serán necesarios 2,58 jornales, estos trabajos serán completados tras el fin de la plantación, siembra y colocación de los protectores, del 2 al 4 de noviembre.

2. ESQUEMA DEL PROGRAMA DE EJECUCIÓN

A continuación, en la Tabla 1, queda detallado cómo se va a realizar la ejecución de las obras en el periodo de tiempo estipulado para estas de forma gráfica.

Tabla 1. Resumen del programa de ejecución del proyecto (Estimación optimista).

MES	MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE			
SEMANA	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
REPARACIÓN DE CAMINOS																												
MARCADO DE HOYOS																												
AHOYADO CON RETROEXCAVADORA																												
AHOYADO CON RETROARAÑA																												
TRANSPORTE Y AVIVERADO																												
PLANTACIÓN																												
SIEMBRA																												
COLOCACIÓN DE PROTECTORES																												
CORTAFUEGOS PERIMETRAL																												

Aunque no se refleje en el programa de ejecución de las obras, en el futuro se prevé la ejecución de ciertas obras en este mismo proyecto, como es la retirada de los protectores una vez las plantas hayan alcanzado un tamaño suficiente como para sobrevivir por sí solas así como riegos mensuales durante la época estival, desde mediados de junio a septiembre, los dos años siguientes a la plantación que puedan sustentar a las plantas durante la sequía.

Dos años después a la plantación, se llevará a cabo la reposición de marras en la que se retirarán aquellas plántulas que no hayan sobrevivido y serán sustituidas por otras nuevas. En el caso de las semillas, serán sustituidas por nuevas semillas.

Además el anterior diagrama, se va a hacer uso del diagrama de PERT con el fin de conocer, además del tiempo de ejecución del proyecto, el camino crítico del proceso y las holguras con las que se cuenta en caso de que se produzca algún retraso en los tiempos establecidos para las diferentes actividades que conforman el proyecto.

Las actividades que componen este proyecto, y sus tiempos correspondientes son las siguientes:

- A: Reparación de caminos = 3 días.
- B: Marcado de hoyos = 10 días.
- C: Ahoyado con retroexcavadora = 51 días.
- D: Ahoyado con retroaraña = 21 días.
- E: Suministro y aviverado de planta = 2 días.
- F: Plantación, siembra y colocación de los protectores = 21 días.
- G: Apertura del cortafuegos perimetral = 3 días.

Tabla 2. Cuadro de precedentes para la ejecución del proyecto

Actividades	Precedentes
A: Reparación de caminos	--
B: Marcado de hoyos	A
C: Ahoyado con retroexcavadora	A, B
D: Ahoyado con retroaraña	A, B
E: Suministro y aviverado	A, B
F: Plantación, siembra y colocación de los protectores	E, C, D
G: Apertura del cortafuegos perimetral	F

A continuación se realiza el diagrama de PERT con el fin de conocer los posibles retrasos que pueden surgir a lo largo de la ejecución de las obras. En la parte superior, de color azul, están representados los días que se tardaría en completar la ejecución de las obras en el caso de que todo fuera correctamente sin ningún tipo de retraso, acabando la totalidad de las obras en las fecha prefijada en el 4 de noviembre.

Ya que debe haber un espacio de dos meses entre la finalización de la preparación del terreno y la plantación y siembra, se suma a estas cifras 60 días para que cuadren los números.

Por otro lado, en color rojo, están las fechas de inicio y final máximas en el caso de que se produzca algún imprevisto durante la ejecución de las obras pero aun así podrían finalizar en la fecha establecida.

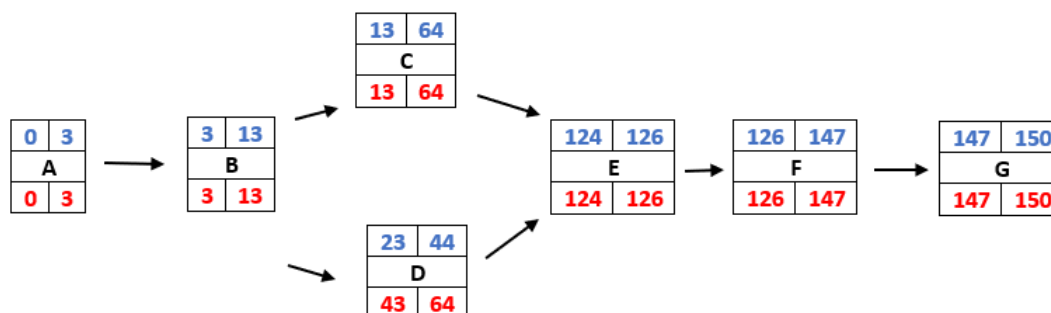


Figura 1. Diagrama de PERT para la ejecución de las obras del presente proyecto.

El camino crítico, que se forma cuando las fechas de inicio y fin más favorables y desfavorables coinciden, por ello, en el caso de que se produzca algún retraso en alguno de estos procesos, va a suponer un retraso de las obras totales del proyecto, retrasando su finalización.

A continuación, en la Tabla 3, se calculan las holguras de cada una de las partes que conforman este proyecto, con lo que se obtiene que la única actividad que cuenta con un amplitud de días para ejecutarse sin afectar negativamente a la ejecución total de las obras, es el ahoyado con retroaraña.

Tabla 3. Holgura de las obras que componen el proyecto en días.

Actividades	Holgura
A: Reparación de caminos	$3 - 3 = 0$
B: Marcado de hoyos	$13 - 13 = 0$
C: Ahoyado con retroexcavadora	$64 - 64 = 0$
D: Ahoyado con retroaraña	$64 - 34 = 30$
E: Transporte y aviverado	$126 - 126 = 0$
F: Plantación, siembra y colocación de los protectores	$147 - 147 = 0$
G: Apertura del cortafuegos perimetral	$150 - 150 = 0$

Todas aquellas obras que forman parte del camino crítico, su atraso provocará un atraso general en el resto de las obras.

A continuación, en la Tabla 4, quedan reflejadas la ejecución de las obras en el caso de que se produzcan las fechas más tardías de inicio y fin. En el caso de que se produzca un retraso mayor al reflejado en la Tabla 4, afectará a la ejecución total de las obras.

El ahoyado por retroaraña, como muy tarde, deberá comenzar el día 1 de julio, finalizando el día 29 de julio con lo que quedan 2 meses hasta el comienzo de la plantación, tal y como está establecido. Con lo cual, en este proceso puede haber un desfase de 30 días desde el inicio de ejecución establecido sin que se produzcan retrasos con las obras.

Tabla 4. Ejecución del proyecto para las fechas más tardías.

MES	MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE			
SEMANA	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
REPARACIÓN DE CAMINOS																												
MARCADO DE HOYOS																												
AHOYADO CON RETROEXCAVADORA																												
AHOYADO CON RETROARAÑA																												
TRANSPORTE Y AVIVERADO																												
PLANTACIÓN																												
SIEMBRA																												
COLOCACIÓN DE PROTECTORES																												
CORTAFUEGOS PERIMETRAL																												

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo IX. Justificación de precios

1. PRECIOS UNITARIOS	1
1.1. Mano de obra	1
1.2. Maquinaria.....	1
1.3. Coste de los materiales	2
2. CUADRO DE PRECIOS DE LAS UNIDADES DE OBRA DESCOMPUESTAS	3
Capítulo I: Reparación de las vías de acceso	3
Capítulo II. Preparación del terreno	4
Capítulo III. Plantación y siembra	5
Capítulo IV. Apertura de cortafuegos perimetral	10
Capítulo V. Riegos durante la época estival	10

ANEJO IX: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

1. PRECIOS UNITARIOS

Los precios han sido obtenidos tanto de las Tarifas Forestales de Navarra (2021) como de las de Extremadura (2019).

1.1. Mano de obra

La mano de obra que se va a necesitar para la realización del proyecto es la que se especifica en la Tabla 1, variando en función de la tarea y de la tarifa que se haya escogido para realizar en trabajo correspondiente.

La jornada de trabajo será de 8 horas diarias de las que serán aprovechables 7 horas y media, con una jornada laboral de cinco días, es decir, de lunes a viernes, con dos festivos que son sábados y domingos.

Tabla 1. Coste horario de la mano de obra.

Mano de obra	Precio simple (€/h)
Jefe de cuadrilla R.G.	24,00
Peón forestal R.G.	18,00
Peón	10,02
Capataz	13,62

1.2. Maquinaria

A continuación, en la Tabla 2, se muestran los precios simples de la maquinaria que va a ser utilizada a lo largo de la obra.

Tabla 2. Coste horario de la maquinaria.

Maquinaria	Precio simple (€/h)
Retroaraña 71/100 CV	84,62
Retroexcavadora ruedas hidráulica 71/100 CV	48,8
Vehículo todoterreno 71-85 CV / remolque	9,39
Cisterna 10 000 l	45,32
Retroexcavadora oruga hidráulica 131/160 CV	73,15
Compactador vibro 101/130 CV	49,33
Tractor orugas hasta 100 CV	43,42

1.3. Coste de los materiales

A los precios simples de estos materiales, se les tiene que sumar un 3% de costes indirectos como pueden ser herramientas, guantes, casco, ...

El precio de transporte de la planta desde el vivero de origen hasta la zona en la que se va a realizar la repoblación está incluido dentro del precio de unidad de cada planta.

Tabla 3. Coste de los materiales de obra.

Material	Precio simple
<i>Pinus halepensis</i> de 1 savia cont. 300cm ³ , Con categoría MFR, en vivero	0,64 €/ud
<i>Pinus pinea</i> de 1 savia cont. 300cm ³ , Con categoría MFR, en vivero	0,60 €/ud
<i>Ephedra distachya</i> 1 savia cont. 250 cm ³ Con categoría MFR, en vivero	0,74 €/ud
<i>Juniperus thurifera</i> 1 savia cont. 200 cm ³ Con categoría MFR, en vivero	0,75 €/ud
<i>Crataegus monogyna</i> 1 savia cont. 300 cm ³ Con categoría MFR, en vivero	0,70 €/ud
<i>Amygdalus communis</i> 1 savia cont. 300 cm ³ Con categoría MFR, en vivero	0,74 €/ud
<i>Prunus spinosa</i> 1 savia cont. 300 cm ³ Con categoría MFR, en vivero	0,70 €/ud
<i>Sorbus domestica</i> 1 savia cont. 300cm ³ Con categoría MFR, en vivero	0,73 €/ud
<i>Quercus faginea</i> ES.44-15 AMARILLA	5,90 €/kg
<i>Quercus ilex</i> ES. 45-11 AMARILLA	3,50 €/kg
Protector de planta 0,6 m	0,50 €/ud
Protector de semilla	0,50 €/ud
Tutor de acacia 0,80 m	0,41 €/ud
Agua	0,73 €/m ³

2. CUADRO DE PRECIOS DE LAS UNIDADES DE OBRA DESCOMPUESTAS

CAPÍTULO I: REPARACIÓN DE LAS VÍAS DE ACCESO

Tabla 4. Cuadro de precios descompuestos del Capítulo I.

Nº Orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
1.1	NIFVE0209		m	Repaso explanación, terreno de tránsito con retroexcavadora. Metro lineal de repaso de pista ya existente en terrenos de tránsito mediante retroexcavadora provista de cazos de excavación con el fin de recuperar una anchura útil de 3,5 m rellenando con material existente de la pista. Incluye compactación sin riego.			
	MA012	0,031	h	Retroexcavadora oruga hidráulica 131/160 CV	73,15	2,27	
	MA022	0,010	h	Compactador vibro 101/130 CV	49,33	0,49	
	%002	2,500	%	Medios auxiliares	2,76	0,07	
		3,000	%	Costes indirectos	2,83	0,08	
Total partida						2,91	

CAPÍTULO II. PREPARACIÓN DEL TERRENO

Tabla 5. Cuadro de precios descompuestos del Capítulo II.

Nº Orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
2.1.	FOR6596		ha	Replanteo del terreno con GPS según plano facilitado utilizando estacas			
	O002	0,9650	h	Jefe cuadrilla R.G.	24,00	23,17	
	O001	0,8700	h	Peón forestal R.G.	18,00	15,66	
		3,000	%	Costes indirectos		1,17	
					Total partida		40,00
2.2.	SOGF21.C.1.12		ud	Apertura mecanizada de un hoyo aproximadamente de 60x60x60 cm con retroexcavadora, en terrenos con pendiente inferior o igual al 30%			
	MA.46	0,022	h	Retroexcavadora oruga hidráulica (85 CV)	51,94	1,14	
		3,000	%	Costes indirectos	1,14	0,03	
						Total partida	
2.3.	SOGF21.C.1.07		mil	Apertura o remoción mecanizada de hoyos de 60x60x60 cm, con retroaraña, pendiente superior al 30% y hasta donde esta lo permita. Con una densidad de hoyos superior a 700 hoyos/ha.			
	MA.43	16,500	h	Retroaraña 71/100 CV	62,67	1.034,06	
		3,000	%	Costes indirectos	1.034,06	31,02	
						Total partida	

CAPÍTULO III. PLANTACIÓN Y SIEMBRA

Tabla 6. Cuadro de precios descompuestos del Capítulo III.

Nº Orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
3.1.1.	NZ1RPP001		ud	Plantación con pendiente menor al 50% y densidad igual o mayor a 700 plantas/ha y/o no dispersa de <i>Pinus halepensis</i> .			
	O002	0,0020	h	Jefe cuadrilla R.G.	24,00	0,05	
	O001	0,0142	h	Peón forestal R.G.	18,00	0,25	
	NRPPLF01019	1	ud	<i>Pinus halepensis</i> de 1 savia cont. 300cc, con categoría MFR, en vivero	0,66	0,66	
	P0401	1	ud	Protector 0,60 cm	0,50	0,50	
	P0410	1	ud	Tutor de acacia 0,80 m	0,42	0,42	
	%001	3,000	%	Costes indirectos	0,300	0,01	
Total partida						1,89	
3.1.2.	NZ1RPP001		ud	Plantación con pendiente menor al 50% y densidad igual o mayor a 700 plantas/ha y/o no dispersa de <i>Pinus pinea</i> .			
	O002	0,0020	h	Jefe cuadrilla R.G.	24,00	0,05	
	O001	0,0142	h	Peón forestal R.G.	18,00	0,25	
	NRPPLF01025	1	ud	<i>Pinus pineas</i> de 1 savia cont. 300cc, con categoría MFR, en vivero	0,62	0,62	
	P0401	1	ud	Protector 0,60 cm	0,50	0,50	
	P0410	1	ud	Tutor de acacia 0,80 m	0,42	0,42	
	%001	3,000	%	Costes indirectos	0,300	0,01	
Total partida						1,85	

3.1.3.	NZ1RPP001		ud	Plantación con pendiente menor al 50% y densidad igual o mayor a 700 plantas/ha y/o no dispersa de <i>Ephedra distachya</i> .			
	O002	0,0020	h	Jefe cuadrilla R.G.	24,00	0,05	
	O001	0,0142	h	Peón forestal R.G.	18,00	0,25	
	NRPPLF01008	1	ud	<i>Ephedra distachya</i> de 1 savia cont. 250 cc, con categoría MFR, en vivero	0,76	0,76	
	P0401	1	ud	Protector 0,60 cm	0,50	0,50	
	P0410	1	ud	Tutor de acacia 0,80 m	0,42	0,42	
	%001	3,000	%	Costes indirectos	0,300	0,01	
					Total partida	1,99	
3.1.4.	NZ1RPP001		ud	Plantación con pendiente menor al 50% y densidad igual o mayor a 700 plantas/ha y/o no dispersa de <i>Juniperus thurifera</i> .			
	O002	0,0020	h	Jefe cuadrilla R.G.	24,00	0,05	
	O001	0,0142	h	Peón forestal R.G.	18,00	0,25	
	NRPPLF01015	1	ud	<i>Juniperus thurifera</i> de 1 savia cont. 300cc, con categoría MFR, en vivero	0,77	0,77	
	P0401	1	ud	Protector 0,60 cm	0,50	0,50	
	P0410	1	ud	Tutor de acacia 0,80 m	0,42	0,42	
	%001	3,000	%	Costes indirectos	0,300	0,01	
					Total partida	2,00	
3.1.5.	NZ1RPP001		ud	Plantación con pendiente menor al 50% y densidad igual o mayor a 700 plantas/ha y/o no dispersa de <i>Crataegus monogyna</i> .			
	O002	0,0020	h	Jefe cuadrilla R.G.	24,00	0,05	

	O001	0,0142	h	Peón forestal R.G.	18,00	0,25	
	NRPPLF02034	1	ud	<i>Crataegus monogyna</i> de 1 savia cont. 300cc, con categoría MFR, en vivero	0,72	0,72	
	P0401	1	ud	Protector 0,60 cm	0,50	0,50	
	P0410	1	ud	Tutor de acacia 0,80 m	0,42	0,42	
	%001	3,000	%	Costes indirectos	0,300	0,01	
					Total partida		1,95
3.1.6.	NZ1RPP001		ud	Plantación con pendiente menor al 50% y densidad igual o mayor a 700 plantas/ha y/o no dispersa de <i>Amygdalus communis</i> .			
	O002	0,0020	h	Jefe cuadrilla R.G.	24,00	0,05	
	O001	0,0142	h	Peón forestal R.G.	18,00	0,25	
	NRPPLF02103	1	ud	<i>Amygdalus communis</i> de 1 savia cont. 300cc, con categoría MFR, en vivero	0,76	0,76	
	P0401	1	ud	Protector 0,60 cm	0,50	0,50	
	P0410	1	ud	Tutor de acacia 0,80 m	0,42	0,42	
	%001	3,000	%	Costes indirectos	0,300	0,01	
					Total partida		1,99
3.1.7.	NZ1RPP001		ud	Plantación con pendiente menor al 50% y densidad igual o mayor a 700 plantas/ha y/o no dispersa de <i>Prunus spinosa</i> .			
	O002	0,0020	h	Jefe cuadrilla R.G.	24,00	0,05	
	O001	0,0142	h	Peón forestal R.G.	18,00	0,25	
	NRPPLF01008	1	ud	<i>Prunus spinosa</i> de 1 savia cont. 300cc, con categoría MFR, en vivero	0,72	0,72	
	P0401	1	ud	Protector 0,60 cm	0,50	0,50	
	P0410	1	ud	Tutor de acacia 0,80 m	0,42	0,42	

	%001	3,000	%	Costes indirectos	0,300	0,01	
					Total partida		1,95
3.1.8.	NZ1RPP001		ud	Plantación con pendiente menor al 50% y densidad igual o mayor a 700 plantas/ha y/o no dispersa de <i>Sorbus domestica</i> .			
	O002	0,0020	h	Jefe cuadrilla R.G.	24,00	0,05	
	O001	0,0142	h	Peón forestal R.G.	18,00	0,25	
	NRPPLF02168	1	ud	<i>Sorbus domestica</i> de 1 savia cont. 300cc, con categoría MFR, en vivero	0,75	0,75	
	P0401	1	ud	Protector 0,60 cm	0,50	0,50	
	P0410	1	ud	Tutor de acacia 0,80 m	0,42	0,42	
	%001	3,000	%	Costes indirectos	0,300	0,01	
					Total partida		1,98
3.2.1.	NZ1RPP062		ud	Siembra manual con protector de semillas y a mayores el protector de 0,60 cm de planta se introducen dos semillas de <i>Quercus faginea</i> por protector, en pendiente igual o inferior al 50%. Incluye protector y transporte.			
	O002	0,006	h	Jefe cuadrilla R.G.	24,00	0,14	
	O001	0,042	h	Peón forestal R.G.	18,00	0,76	
	P0401	1	ud	Tubo protector 0,60 m	0,50	0,50	
	FOR5996	1	ud	Protector de semillas (Reque y Martín, 2015)	0,50	0,50	
	P0410	1	ud	Tutor de acacia 0,80 m	0,42	0,42	
	NRPSEF02006	0,007	kg	Dos semillas(kg) de <i>Quercus faginea</i> ES.44-15 AMARILLA	6,08	0,04	
	%001	1,000	%	Costes indirectos considerados para trabajos forestales y medioambientales	1,00	0,01	

		3,000	%	Costes indirectos	0,91	0,03	
					Total partida		2,40
3.2.2.	NZ1RPP062		ud	Siembra manual con protector de semillas y a mayores el protector de 0,60 cm de planta se introducen dos semillas de <i>Quercus ilex</i> por protector, en pendiente igual o inferior al 50%. Incluye protector y transporte.			
	O002	0,006	h	Jefe cuadrilla R.G.	24,00	0,14	
	O001	0,042	h	Peón forestal R.G.	18,00	0,76	
	P0401	1	ud	Tubo protector 0,60 m	0,50	0,50	
	FOR5996	1	ud	Protector de semillas (Reque y Martín, 2015)	0,50	0,50	
	P0410	1	ud	Tutor de acacia 0,80 m	0,42	0,42	
	NRPSEF02006	0,010	kg	Dos semillas (kg) de <i>Quercus ilex</i> ES.45-11 AMARILLA	3,61	0,04	
	%001	1,000	%	Costes indirectos considerados para trabajos forestales y medioambientales	1,00	0,01	
		3,000	%	Costes indirectos	0,91	0,03	
					Total partida		2,40
3.3.	SOGF21.C.3.43		mil	Retirada de tubos protectores en planta procedentes de densificación forestal. Incluyendo transporte y descarga en vertedero autorizado.			
	MO.1	23,400	h	Peón	10,02	234,47	
	MO.21	2,300	h	Capataz	13,62	31,33	
	MA.63	1,000	jor	Vehículo todoterreno 71-85 CV/remolque	75,11	75,11	
		3,000	%	Costes indirectos	340,91	10,23	
					Total partida		351,14

CAPÍTULO IV. APERTURA DE CORTAFUEGOS PERIMETRAL

Tabla 7. Cuadro de precios descompuestos del Capítulo IV.

Nº Orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
4.1.	SOGF21.A.5.03		ha	Apertura mecanizada de cortafuegos mediante un doble pase de bulldozer.			
	MA.53	4,090	h	Tractor cadenas (101/130 CV)	63,47	259,59	
		3,000	%	Costes indirectos	276,46	8,29	
	Total partida						

CAPÍTULO V. RIEGOS DURANTE LA ÉPOCA ESTIVAL

Tabla 8. Cuadro de precios descompuestos del Capítulo V.

Nº Orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
5.1.	NZ1RPO020		ud	Riego de planta forestal de 30l			
	O002	0,0010	h	Jefe cuadrilla R.G.	24,00	0,02	
	MA018	0,0110	h	Camión cisterna agua 131/160 CV cisterna 10.000l	43,92	0,48	
	P010509	0,0300	m ³	Agua (p.o.)	0,73	0,02	
	%001	1,000	%	Costes indirectos considerados para trabajos forestales y medioambientales	1,00	0,01	
		3,000	%	Costes indirectos	0,53	0,02	
Total partida							0,55

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo X. Legislación aplicable

1. LEGISLACIÓN FORESTAL.....	1
1.1. Legislación internacional	1
1.2. Legislación de la Comunidad Europea	1
1.3. Legislación nacional.....	1
1.3.1. Legislación de montes	1
1.3.2. Legislación de aguas	1
1.3.3. Legislación acerca del material forestal	2
1.3.4. Legislación sobre impacto ambiental	2
1.4. Legislación autonómica.....	2
2. LEGISLACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL.....	3
3. LEGISLACIÓN SOBRE CONTRATACIÓN	3
3.1. Legislación de la Comunidad Europea	3
3.2. Legislación nacional.....	4
4. LEGISLACIÓN SOBRE LA REDACCIÓN DE PROYECTOS	5

ANEJO X: LEGISLACIÓN APLICABLE

A continuación se muestra la legislación aplicable a el presente proyecto de restauración hidrológico forestal en el municipio de Valle de Cerrato, Palencia.

1. LEGISLACIÓN FORESTAL

1.1. Legislación internacional

- Convenio sobre evaluación de impacto en el medio ambiente en un contexto transfronterizo, en Espoo (Finlandia) en 1991.
- Instrumento de ratificación del Convenio de las Naciones Unidas para la lucha contra la desertificación de 1994, hecho en París el 17 de junio de 1994.
- Protocolo sobre evaluación Estratégica del Medio Ambiente de la Convención sobre Evaluación de Impacto Ambiental en un Contexto Transfronterizo, en Kiev en 2003.

1.2. Legislación de la Comunidad Europea

- Directiva 2011/92/UE del Parlamento y del Consejo del 13 de diciembre de 2011, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.
- Directiva 2014/52/UE del Parlamento Europeo y del Consejo del 16 de abril de 2014 por la que se modifica la Directiva 2011/92/UE, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.
- Directiva 2001/42/CE del Parlamento y del Consejo del 27 de junio de 2001, relativa a la evaluación ambiental de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.
- Directiva 92/43/CEE del Consejo del 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la flora y fauna silvestres.
- Directiva 1999/105/CE del Consejo del 22 de diciembre de 1999 sobre la comercialización de materiales forestales de reproducción.

1.3. Legislación nacional

1.3.1. Legislación de montes

- Ley 43/2003 de Montes, modificada por la ley 21/2015 del 20 de julio.

1.3.2. Legislación de aguas

- Real Decreto Legislativo 1/2001 del 20 de julio por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
 - Modificada por Ley 53/2002, del 30 de diciembre, de medidas fiscales, administrativas y de orden social.
 - Modificada por el artículo 129 de la Ley 62/2003 de medidas fiscales, administrativas y de orden social.

- Modificada por Ley 1/2018, de 6 de marzo, por la que se adoptan medidas urgentes para paliar los efectos producidos por la sequía en determinadas cuencas hidrográficas y se modifica el texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio.
- Ley 11/2005 del 22 de junio, por la que se modifica la Ley 10/2001 del 5 de julio del Plan Hidrológico Nacional.
- Real-Decreto Ley 4/2007 del 13 de abril por el que se modifica el texto refundido de la ley de aguas.
- Real Decreto 2090/2008 del 22 de diciembre por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007 del 23 de octubre de Responsabilidad Ambiental.
- Real-Decreto 1161/2010 del 17 de septiembre por el que se modifica el Real-Decreto 907/2007 del 6 de julio por el que se aprueba el reglamento de Planificación Hidrológica.
- Orden ARM/2444/2008 del 12 de agosto por la que se aprueba el Programa de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación en cumplimiento de la Convención de Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación.

1.3.3. Legislación acerca del material forestal

- Ley 30/2006 del 26 de julio de semillas y plantas de vivero y de recursos fitogenéticos.
- Real-Decreto 289/2003 del 7 de marzo sobre comercialización de los materiales forestales de reproducción.
- Real-Decreto 1220/2011, que modifica el RD 289/2003, sobre comercialización de los materiales forestales de reproducción.
- Resolución del 28 de julio de 2009, de la Dirección General de Recursos Agrícolas y Ganaderos, por la que se autoriza y publica el Catálogo Nacional de las Regiones de Procedencia relativa a diversas especies forestales.

1.3.4. Legislación sobre impacto ambiental

- Ley 21/2013 del 9 de diciembre de Evaluación Ambiental.
- Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

1.4. Legislación autonómica

- Ley 3/2009 del 6 de abril de Montes de Castilla y León.
- Ley 11/2003 del 8 de abril de Prevención Ambiental de Castilla y León.
- Orden MAM/1357/2008, de 21 de julio, por la que se determina qué tipo de modificaciones de planeamiento general han de someterse al procedimiento previsto en la Ley 9/2006, de 28 de abril sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.

- Decreto 54/2007, de 24 de mayo, por el que se regula la comercialización de los materiales forestales de reproducción en la Comunidad de Castilla y León.

2. LEGISLACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

- Artículos 40 y 43 de la Constitución Española de 1978 que reconoce el derecho al trabajo, a la salud y a la integridad física y encomienda a los poderes públicos velar por la seguridad e higiene en el trabajo.
- Real-Decreto 2/5015 del 23 de octubre por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores aprobado y publicado en el Boletín Oficial del Estado el 10 de marzo de 1980.
- Ley 31/1995 del 8 de noviembre de 1995 por la que se aprueba la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real-Decreto 39/1997 del 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real-Decreto 485/1997 del 14 de abril sobre disposiciones mínimas en materia de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Real-Decreto 486/1997 del 14 de abril por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real-Decreto 487/1997 del 14 de abril sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real-Decreto 488/1997 del 14 de abril sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas al trabajo con Equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real-Decreto 773/1997 del 30 de mayo sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de Equipos de Protección Individual.
- Real-Decreto 1215/1997 del 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.
- Directiva Comunitaria 89/391/CEE del Consejo del 12 de junio de 1989 relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo.

3. LEGISLACIÓN SOBRE CONTRATACIÓN

3.1. Legislación de la Comunidad Europea

- Directiva 2014/24/UE del 26 de febrero de 2014 sobre la contratación pública por la que se deroga la Directiva 2004/18/CE.
- Reglamento de Ejecución nº 842/2011 de la Comisión del 19 de agosto de 2011 por el que se establecen los formularios normalizados para la publicación

- de anuncios en el ámbito de la contratación pública y se deroga el Reglamento (CE) nº 1564/2005.
- Directiva 2011/7/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de febrero de 2011, por la que se establecen medidas de lucha contra la morosidad en las operaciones comerciales.
 - Reglamento (CE) Nº 451/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2008 por el que se establece una nueva clasificación estadística de productos por actividades (CPA) y se deroga el Reglamento (CEE) nº 3696/93 del Consejo.
 - Reglamento (CE) nº 204/2002 de la Comisión, de 19 de diciembre de 2001, por el que se modifica el Reglamento (CEE) nº 3696/93 del Consejo relativo a la clasificación estadística de productos por actividades (CPA) en la Comunidad Económica Europea.
 - Reglamento (CE) nº 213/2008 de la Comisión, de 28 de noviembre de 2007, que modifica el Reglamento (CE) nº 2195/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se aprueba el Vocabulario común de contratos públicos (CPV), y las Directivas 2004/17/CE y 2004/18/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre los procedimientos de los contratos públicos, en lo referente a la revisión del CPV.
 - Directiva 89/391/CEE. Medidas para mejora de la seguridad y salud en el trabajo.
 - Directiva 92/57/CEE. Disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse en las obras de construcción, temporales o móviles.

3.2. Legislación nacional

- Ley 9/2017 del 8 de noviembre de Contratos del Sector Público, por la que se trasponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.
- Ley 2/2011 del 4 de marzo de Economía Sostenible.
- Real Decreto 716/2019 del 5 de diciembre por el que se modifica el Real Decreto 773/2015 del 28 de agosto por el que se modifican determinados preceptos del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.
- Real Decreto 814/2015, de 11 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de los procedimientos especiales de revisión de decisiones en materia contractual y de organización del Tribunal Administrativo Central de Recursos Contractuales.
- Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto, por el que se modifican determinados preceptos del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre.
- Real Decreto 6/2018, de 12 de enero por el que se crea la Comisión Interministerial para la incorporación de criterios ecológicos en la contratación pública.

- Orden HAP/1292/2013, de 28 de junio, por la que se establecen las reglas de determinación de los índices que intervienen en las fórmulas de revisión de precios de los contratos públicos.
- Real Decreto 1359/2011, de 7 de octubre, por el que se aprueba la relación de materiales básicos y las fórmulas-tipo generales de revisión de precios de los contratos de obras y de contratos de suministro de fabricación de armamento y equipamiento de las Administraciones Públicas.
- Real Decreto 704/1997 por el que se regula el régimen jurídico presupuestario y financiero del contrato administrativo de obra bajo la modalidad de abono total del precio.
- Ley 18/1982, sobre régimen fiscal de agrupaciones y uniones temporales de empresas y de las sociedades de desarrollo industrial y regional.
- Real Decreto 30/1991, de 18 de enero, sobre régimen orgánico y funcional de la Junta Consultiva de Contratación Administrativa.

4. LEGISLACIÓN SOBRE LA REDACCIÓN DE PROYECTOS

- Orden Circular 2/1986. Normas para la redacción de proyectos básicos.
- Orden Circular 1/2004. Normas para la redacción de la propuesta de modificación de contratos de obra.
- Orden Circular 2/2004. Tramitación de la recepción y certificación final de las obras.
- Resolución Circular 3/2006. Sobre medidas a adoptar en materia de seguridad en el uso de instalaciones y medios auxiliares de obra.
- Orden Circular 4/2006. Criterios para el establecimiento de los precios en los contratos de Obras Complementarias.
- Orden Circular 1/2009. Instrucciones complementarias para la tramitación de proyectos.
- Orden Circular 4/2006. Criterios para el establecimiento de los precios en los contratos de Obras Complementarias.
- Norma UNE 157001:2014. Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.
- Norma ISO 21500 de 2013. Directrices para la Dirección y Gestión de Proyectos.

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo XI. Estudio básico de seguridad y salud laboral

1.	ANTECEDENTES Y DATOS GENERALES	1
1.1.	Justificación del estudio básico de seguridad y salud.....	1
1.2.	Objeto del estudio básico de seguridad y salud.....	1
1.3.	Proyecto de referencia	1
1.4.	Descripción del emplazamiento y la obra	1
1.5.	Servicios sanitarios	2
1.5.1.	Medidas preventivas	2
1.5.2.	Centros sanitarios.....	2
2.	NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA.....	2
3.	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y PREVENCIÓN DE LOS MISMOS	3
3.1.	Descripción de los puestos de trabajo	3
3.2.	Equipos de protección individual	3
3.3.	Protecciones colectivas.....	4
3.4.	Riesgos profesionales de los trabajadores de la obra	4
3.4.1.	Generales.....	4
3.4.2.	Durante el desarrollo de actividades auxiliares	5
3.4.3.	Durante el proyecto de restauración	6
3.5.	Riesgos profesionales a terceros	7
4.	NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES A LA OBRA	8
4.1.	Prevención de riesgos y daños derivados de las condiciones del medio.....	8
4.1.1.	Normas básicas de seguridad.....	8
4.1.2.	Equipos de protección individual.....	8
4.2.	Prevención de riesgos provocados por el estado de los trabajadores	8
4.2.1.	Normas básicas de seguridad.....	9
4.3.	Prevención de riesgos provocados por el transporte de personas, maquinaria y materiales, y de actividades de carga y descarga.....	9
4.3.1.	Normas básicas de seguridad.....	9
4.3.2.	Equipos de protección individual.....	10
4.3.3.	Medios de protección colectiva	11
4.4.	Prevención de riesgos provocados por la circulación de vehículos de transporte y maquinaria por vías públicas o pistas	11
4.4.1.	Normas básicas de seguridad.....	11
4.4.2.	Medios de protección colectiva	12

4.5. Prevención de riesgos provocados por el montaje, reparación y mantenimiento de la maquinaria	12
4.5.1. Normas básicas de seguridad.....	12
4.5.2. Equipos de protección individual.....	13
4.5.3. Medios de protección colectiva	13
4.6. Prevención de riesgos y daños en la restauración hidrológico forestal	13
4.6.1. Normas básicas de seguridad.....	13
4.6.2. Equipos de protección individual.....	15
4.6.3. Medios de protección colectiva	15
4.7. Prevención de riesgos de daño a terceros	16
4.7.1. Normas básicas de seguridad.....	16
4.7.2. Equipos de protección individual.....	16
4.7.3. Medios de protección colectiva	16
5. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR.....	16
6. COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD	17
7. FORMACIÓN.....	17
8. SERVICIOS COMUNES	17
9. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA	18
10. LIBRO DE INCIDENCIAS.....	18
11. PARALIZACIONES EN LOS TRABAJOS.....	19
12. PRESUPUESTO	19

ANEJO XI: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. ANTECEDENTES Y DATOS GENERALES

1.1. Justificación del estudio básico de seguridad y salud

El estudio básico de seguridad y salud para el presente proyecto se elabora en función del Real Decreto 1627/1997 del 24 de octubre, en el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción a partir del marco de la Ley 31/1995 del 8 de noviembre.

Según el artículo 6 del RD anteriormente citado, este estudio básico deberá precisar las normas de seguridad y salud que sean aplicables a la obra, por lo que se deberá identificar los riesgos laborales que pueden ser evitados, indicando las medidas técnicas para ello, se especificarán las medidas preventivas y protecciones técnicas dirigidas a controlar y reducir dichos riesgos.

1.2. Objeto del estudio básico de seguridad y salud

Se pretende ejecutar las obras presentadas en este proyecto de forma segura cumpliendo los siguientes objetivos:

- Señalar los riesgos existentes, tanto los posibles como los evitables, indicando sus medidas técnicas.
- Reducir la frecuencia de los accidentes de trabajo.
- Establecer una serie de procedimientos para realizar las obras propuestas de forma segura.
- Aclarar e informar al personal de la obra de las responsabilidades en materia de seguridad y dar formación a mayores en caso de que esto sea necesario.

1.3. Proyecto de referencia

Este Estudio Básico de Seguridad y Salud se refiere al presente proyecto: 'Proyecto de Restauración Hidrológico Forestal de Cinco Montes del Municipio de Valle de Cerrato (Palencia)' cuyo objetivo es realizar unas obras de restauración en el ámbito hidrológico forestal en el municipio palentino de Valle de Cerrato.

1.4. Descripción del emplazamiento y la obra

El terreno sobre el que se sitúa la obra queda descrito en el proyecto tanto en la memoria como en los anejos, al igual que en los planos.

1.5. Servicios sanitarios

1.5.1. Medidas preventivas

Según el Real Decreto 486/97, en el anexo VI dedicado a material y locales de primeros auxilios, los lugares de trabajo deberán disponer de material para primeros auxilios en caso de accidente adecuado en cuanto a cantidad y características, adaptado en función del número de trabajadores y a los riesgos a los que estén expuestos y a las facilidades de acceso al centro de asistencia médica más cercano.

Así mismo, este material de primeros auxilios deberá estar en un lugar visible y accesible para que, en caso de ser necesario, se pueda desplazarse rápidamente al lugar del accidente.

Todo lugar de trabajo deberá disponer, como mínimo, de un botiquín portátil con desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables. Este material se irá revisando periódicamente y reponiendo cuando caduque o se agote.

Los locales de primeros auxilios dispondrán, como mínimo, de un botiquín, camilla y una fuente de agua potable. Tanto el local como el material localizado en su interior deben estar señalizados adecuadamente, incluyendo la dirección y el teléfono de los centros asignados en caso de urgencia, garantizando así un transporte rápido y una buena atención a los posibles accidentados.

1.5.2. Centros sanitarios

Los centros de asistencia sanitaria más cercana a la zona del proyecto son:

- Centro de salud Venta de Baños, asistencia primaria y de urgencias, localizado a 13 kilómetros.
- Hospital Río Carrión, asistencia especializada, localizado a 25 kilómetros.

2. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA

- Constitución Española, artículo 40.2, del 6 de diciembre de 1978.
- Real Decreto 485/1997 del 14 de abril de señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997 del 14 de abril sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 del 30 de mayo sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 39/1997 del 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1215/1997 del 18 de julio sobre la Utilización de los equipos de trabajo.

- 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.
- Estatuto de los trabajadores (Ley 8/1980, Ley 32/1984, Ley 11/1994).

3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y PREVENCIÓN DE LOS MISMOS

3.1. Descripción de los puestos de trabajo

El puesto de trabajo que en ese proyecto va a ser susceptible a sufrir un accidente laboral es el Peón Especialista Forestal ya que es el que va a realizar las labores de preparación del terreno, plantación y colocación de los protectores contemplados en este proyecto.

3.2. Equipos de protección individual

Según el Artículo 2 del Real Decreto 773/1997 un Equipo de Protección Individual (EPI) es cualquier dispositivo o medio del que puede disponer un trabajador con el fin de que le proteja contra uno o varios riesgos que pueden amenazar su salud y seguridad.

Por esto mismo, será obligatorio que los trabajadores lleven consigo un equipo de protección individual que les proteja de los posibles riesgos que puedan sufrir en las labores forestales proyectadas.

Este equipo estará compuesto por:

- Casco de seguridad de pantalla frontal abatible que cubra de las proyecciones de partículas.
- Crema de protección solar.
- Guantes de cuero reforzados en el dorso mediante fibra u otro tipo de guante reforzado que fresca la misma protección.
- Auriculares u otro tipo de protección para los oídos frente al ruido.
- Pantalones de trabajo reforzados, mínimo en la parte interior del muslo.
- Mascarilla con filtro mecánico recambiable para los trabajadores que se encuentren cerca de maquinaria que genere polvo o humos peligrosos.
- Faja de protección lumbar.
- Prendas impermeables como protección frente a los imprevistos climáticos.
- Cantimplora.
- Repelente frente a insectos.
- Gafas polarizadas solares antipartículas.

Así mismo, el uso de mascarilla será obligatorio en todas las labores como precaución frente al Covid-19, sobre todo en caso de que no se mantenga la distancia de seguridad.

3.3. Protecciones colectivas

Serán necesarias una serie de señalizaciones y medidas para asegurar la protección del conjunto de los trabajadores así como a nivel informativo para el conjunto de posibles usuarios del monte. Las protecciones colectivas serán las siguientes:

- Señales de tráfico en los accesos a las obras.
- Señales de seguridad que marque la existencia de obras.
- Señales que indiquen el uso obligatorio de casco y/o auriculares.
- Extintores para zonas de higiene y seguridad.
- Señales indicativas de acceso restringido.
- Vallas perimetrales en las zonas de peligro.
- Señales indicativas de la localización del botiquín de primeros auxilios.
- Señales indicativas de la obligatoriedad del uso de mascarilla.

3.4. Riesgos profesionales de los trabajadores de la obra

3.4.1. Generales

a. Derivados de las condiciones del medio

Estos riesgos no se relacionan en sí con ninguna de las actuaciones o procesos que comprenden el proyecto si no que están determinado por el medio en el que se trabaja, lo que hace que en muchos casos sean inevitables.

Tabla 1. *Riesgos derivados de las condiciones del medio.*

Riesgo	Origen y forma de los riesgos
Caída a nivel de suelo	Resbalón, especialmente en zonas de pendiente
Pinchazos y/o cortes	Penetración de objetos cortantes o puntiagudos que atraviesan calzado y ropa
Acción de la humedad	Penetración del agua por el calzado o ropa
Acciones térmicas	Temperatura excesivamente alta o baja. Deshidratación o congelación.
Acción del viento	Penetración de partículas volátiles en los ojos, dificultad en la visión.
Acciones de las radiaciones solares UV	Por exposición al sol. Quemaduras, daños oculares.
Insolaciones	Desvanecimiento por excesiva exposición al sol.
Acción de la fauna	Picaduras de mosquitos, arañas, víboras, ...

b. Derivados de las condiciones personales de los trabajadores

Los orígenes de estos riesgos se encuentran en la situación personal de cada trabajador, sin relacionarse con operaciones concretas dentro del proyecto.

Tabla 2. Riesgos derivados de las condiciones personales de los trabajadores.

Riesgo	Origen y forma de los riesgos
Accidentes diversos: Impactos Golpes Compresiones Pinchazos Cortes Quemaduras Abrasiones Caídas de personas a distintos niveles Caída de objetos	Inexperiencia en el manejo de las herramientas o la maquinaria
	Exceso de confianza en el manejo de las herramientas o la maquinaria
	Desarrollo del trabajo en situación de fatiga aguda, enfermedad, somnolencia o falta de concentración
	Incapacidad personal para el desarrollo de una tarea en concreto

3.4.2. Durante el desarrollo de actividades auxiliares

Estos riesgos tienen relación con la adecuada ejecución de las actividades que componen la obra pero su origen no se encuentra en sí en la ejecución de estas obras.

Tabla 3. Riesgos durante el transporte de personas, maquinaria y materiales.

Riesgo	Origen y forma de los riesgos
Camión en marcha fuera de control	Abandono de la cabina por el conductor sin parar la máquina, fallo mecánico o humano.
Incendio del camión	Fallo mecánico
Vuelco del camión	Pendiente excesiva, falta de estabilidad del camión o un terreno inadecuado para la circulación.
Sacudidas y golpes	Mal estado del firme, baches y agujeros.
Caídas a distinto nivel	Transporte de personas en vehículos no preparados para cumplir esa función.
Golpes, impactos y cortes	Transporte de personas, herramientas o piezas de maquinaria simultáneamente en el mismo espacio. Golpes contra las paredes del medio de transporte, en casos de sujeción insuficiente al asiento.
Caída de objetos	Mala colocación de herramientas o materiales en el interior de los vehículos.
Caída de objetos muy pesados	Sujeción insuficiente de la maquinaria al medio de transporte.
Caída de personas al mismo nivel	Resbalones y tropiezos en el interior del vehículo.
Caída de personas a distinto nivel	Caídas desde el camión
Vuelco de la máquina transportada	Maniobra de subida o bajada al medio de transporte demasiado rápida.

Tabla 3 (cont.). Riesgos durante el transporte de personas, maquinaria y materiales.

Riesgo	Origen y forma de los riesgos
Cortes	Carga, descarga o transporte manual de herramientas con elementos cortantes indebidamente protegidos.
Peligros para la salud (lesiones dorsolumbares)	Malas posturas en la carga o descarga de materiales y/o objetos.

Tabla 4. Riesgos durante la circulación de vehículos de transporte y maquinaria.

Riesgo	Origen y forma de los riesgos
Colisiones con vehículos ajenos a las obras	Incorporación no debidamente señalizada o imprudente de vehículos de transporte y maquinaria a las vías públicas (desde el monte).
Colisiones entre vehículos y maquinaria de la obra	Presencia de vehículos ajenos a las obras dentro del perímetro de la zona de actuación. Circulación descontrolada no debidamente organizada de vehículos y maquinaria en la zona de obra.

Tabla 5. Riesgos derivados del montaje, reparación y mantenimiento de la maquinaria.

Riesgo	Origen y forma de los riesgos
Caída de objetos	Montaje incorrecto de los accesorios de la maquinaria
Accidentes diversos	Acciones de mantenimiento o reparación de la maquinaria sin desconectar previamente esta
Quemaduras	Acciones de mantenimiento o reparación con la maquinaria caliente
Acción química	Contacto de la piel con el electrolito de la batería u otros líquidos corrosivos

3.4.3. Durante el proyecto de restauración

En este apartado se hace referencia a los riesgos que se dan en un Proyecto de Restauración Hidrológico Forestal.

Tabla 6. Riesgos durante el proyecto de restauración.

Riesgo	Origen y forma de los riesgos
Caída de objetos	Desplome de piezas suspendidas en el aire, fallo de los elementos de elevación
Golpes, impactos y cortes	Acción accidental de las partes móviles de la maquinaria o de piezas suspendidas en el aire Uso de herramienta en mal estado Proyección de elementos sólidos Excesiva proximidad entre trabajadores
Caída de altura	Resbalones, tropiezos y caídas de operarios que montan las piezas
Maquinaria en marcha fuera de control	Fallo mecánico. Abandono de la cabina por el conductor sin llegar a parar la máquina.

Tabla 6 (cont.). Riesgos durante el proyecto de restauración.

Riesgo	Origen y forma de los riesgos
Vuelco de la maquinaria	Pendiente excesiva. Falta de estabilidad de la máquina. Máquina inadecuada para las condiciones del terreno.
Caída de la maquinaria ladera abajo	Pendiente excesiva
Incendio de la maquinaria	Fallo mecánico
Colisiones o atropellamientos	Falta de visibilidad. Maniobras imprudentes
Compresiones	Aprisionamiento por maquinaria
Caídas a distinto nivel	Resbalón, sujeción insuficiente del conductor al asiento
Acción de la azada u otra herramienta sobre la parte anterior del pie	Deslizamiento de la azada u otra herramienta hacia el pie
Abrasión en manos	Roce con herramientas
Acción del ruido	Ruido continuo producido por la maquinaria
Acción mecánica de elementos extraños en las vías respiratorias o en los ojos	Penetración de polvo
Incendio o quemaduras	Manipulación de sustancias inflamables
Peligro para la salud (lesiones dorsolumbares)	Transporte manual de elementos pesados Utilización de herramientas inadecuadas Utilización de técnicas o posturas inadecuadas en el manejo de plantas o en el manejo de herramientas

3.5. Riesgos profesionales a terceros

Se trata de los daños que se producen en el transporte de materiales o en la circulación de los vehículos y/o maquinaria por las vías de acceso.

Tabla 7. Riesgos profesionales a terceros.

Riesgo	Origen y forma de los riesgos
Accidentes diversos (golpes, colisiones, atropellos, ...)	Incorporación del vehículo de transporte o maquinaria a las vías públicas sin señalización adecuada.
	Acceso de vehículos no autorizados a la zona de restauración.
	Acceso y permanencia de personas ajenas a las obras en estas.

4. NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES A LA OBRA

4.1. Prevención de riesgos y daños derivados de las condiciones del medio

Estos riesgos son propios del medio en el que se lleva a cabo el proyecto por lo que no hay ningún medio de protección colectiva que pueda evitarlos, se proponen normas de seguridad y equipos de protección individual (EPI).

4.1.1. Normas básicas de seguridad

- Los obreros que ocupen puestos de trabajo en los que se deba de hacer un traslado por la zona del proyecto a pie deberán llevar ropa de protección que impida que sufran lesiones por elementos vegetales o minerales del medio.
- En el caso de que la meteorología sea desfavorable, ya sea por lluvia, nieblas o cualquier otro tipo de circunstancia, se proporcionará a los obreros que trabajan sin la protección de los vehículos, ropa impermeable.
- En el caso de bajas temperaturas, se equipará con prendas de abrigo a aquellos obreros que trabajen en el exterior.
- En el caso de temperaturas muy altas o tiempo soleado, se proporcionará a aquellos trabajadores que se encuentren en el exterior tanto crema de protección solar como gorras/gorros que no limiten su campo de visión a la hora de realizar sus labores.

4.1.2. Equipos de protección individual

- Botas de material impermeable, con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Mono de trabajo de manga larga, reforzado con un material resistente a cortes y penetración de objetos punzantes.
- Prendas de abrigo
- Prendas impermeables
- Protector solar
- Gorro/gorra de material ligero con el fin de proteger la cabeza de las radiaciones solares.
- Cantimplora
- Gafas solares polarizadas antipartículas

4.2. Prevención de riesgos provocados por el estado de los trabajadores

Con esta serie de normas se trata de mejorar las condiciones tanto físicas como mentales de los trabajadores.

4.2.1. Normas básicas de seguridad

- Se deben evitar los excesos de comida que lleguen a afectar a las facultades de los obreros.
- se debe evitar la ingesta de cualquier tipo de bebida alcohólica en el horario de trabajo.
- Tras la comida se establece un descanso mínimo de media hora.
- La disposición de agua potable para los trabajadores se dará en cualquier momento.
- Se evitarán los periodos de trabajo en solitario.
- Los conductores de maquinaria estarán obligados a realizar descansos de un mínimo de media hora cada tres horas de trabajo.
- Se tendrá en cuenta la condición física de cada trabajador a la hora de asignarle una labor en un determinado puesto.
- Toda la maquinaria así como las herramientas solo serán utilizadas por trabajadores cualificados, con formación y experiencia.

4.3. Prevención de riesgos provocados por el transporte de personas, maquinaria y materiales, y de actividades de carga y descarga

Estas medidas se centran en gran medida en los conductores de maquinaria, así como su funcionamiento y las revisiones adecuadas para estas.

4.3.1. Normas básicas de seguridad

- Los conductores y los obreros encargados de la carga y descarga de materiales deberán recibir una copia de las instrucciones de seguridad para su tarea. Estos deberán firmar el documento correspondiente para que quede constancia de la realización de su tarea.
- Los vehículos de transporte deberán encontrarse en condiciones óptimas para el desarrollo de su función mediante mantenimiento y revisiones.
- Se deberán revisar periódicamente todos los puntos de escape del motor para evitar escapes de gases nocivos al interior de la cabina.
- Los conductores deberán vigilar la presión de los neumáticos y asegurarse que esta es la recomendada por el fabricante.
- Los camiones y vehículos de transporte deben circular por las vías públicas o pistas en las que los firmes estén en buenas condiciones, única y exclusivamente.
- Todos los vehículos de transporte deberán tener un extintor con su capacidad al completo y con las revisiones al día.
- Tanto la cabina como la caja de los vehículos de transporte deberán de informar del estado de las pistas por las que deben circular.

- La subida y la bajada de los vehículos de transporte se realizará usando peldaños o asideros, evitando así saltar desde el camión.
- Los vehículos de transporte no entrarán en aquellas zonas en las que la pendiente sea excesiva.
- Antes de bajarse del vehículo, el conductor debe asegurarse de que el motor esté apagado y el freno de mano echado.
- Se evitará subir al vehículo con el calzado lleno de barro o grasa.
- No se transportarán personas y materiales en el mismo vehículo.
- Las maniobras de carga y descarga estarán dirigidas por un especialista.
- Los vehículos de transporte de personas deberán disponer de asientos con respaldo y con las sujeciones necesarias.
- Los materiales, equipos y herramientas transportados deberán ser colocados de forma adecuada para impedir de esta forma su caída, desplome o movimiento, y de forma uniforme para repartir el peso.
- No se asignarán puestos de carga y descarga a obreros con patologías dorsolumbares.
- Siempre que sea posible, la carga y descarga de materiales no se llevará a cabo de forma manual, y en el caso de que deba ser así, los obreros adaptarán posturas que minimicen el riesgo de lesión lumbar.
- Antes de iniciar las maniobras de carga y descarga del material, se parará el motor del vehículo de transporte, se echará el freno de mano y se colocarán calzos inmovilizadores en las cuatro ruedas.
- Se evitará la sobrecarga de los vehículos.
- Las máquinas transportadas deberán ir lo suficientemente sujetas a la caja de los vehículos que las trasladen, con el freno de mano puesto y con cuatro calzos en las cuatro ruedas.
- Las tareas de carga y descarga se realizarán en zonas llanas.
- Las maniobras de carga y descarga de maquinaria se realizarán a velocidad mínima.
- Se prohíbe la presencia de personas en la caja del camión o en sus cercanías mientras estén en curso las maniobras de carga y descarga de maquinaria.

4.3.2. Equipos de protección individual

- Casco de seguridad de pantalla frontal abatible que cubra de las proyecciones de partículas.
- Guantes de cuero reforzados en el dorso mediante fibra.
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.

- Mono de trabajo.

4.3.3. Medios de protección colectiva

- Taco de inmovilización de ruedas
- Topes para balizamiento de vehículos de transporte estacionados para la carga y descarga.
- Señalización de seguridad
- Barandillas anticaída
- Escalera de mano
- Extintores

4.4. Prevención de riesgos provocados por la circulación de vehículos de transporte y maquinaria por vías públicas o pistas

Estos riesgos se deben a la circulación de vehículos especiales por vías públicas para los que no existen medios de protección individual pero sí medios de protección colectiva y normas de seguridad.

4.4.1. Normas básicas de seguridad

- Se deberán señalar y controlar los accesos de obra.
- Se prohibirá la entrada a cualquier vehículo ajeno a la obra.
- Se señalarán adecuadamente los puntos de incorporación a la vía pública de los vehículos especiales procedentes de la obra.
- Los caminos de circulación por la zona de la obra deberán estar señalizados con claridad.
- Deberán realizarse incorporaciones a la vía pública con extrema prudencia.
- Los vehículos y maquinaria que circulen por las vías internas llevarán señales luminosas y cuando sea necesario, señales sonoras.
- Se deberá ordenar la circulación interna del modo más sencillo posible.
- Se deberá circular con precaución y con una velocidad adaptada al estado de la vía.
- Siempre que exista la posibilidad, deberán trazarse rutas separadas para peatones y vehículos. En el caso de que ambos necesiten compartir la misma ruta, los peatones se mantendrán al lado izquierdo.
- Podrá prohibirse el tránsito de peatones en aquellas vías habitualmente utilizadas por vehículos de transporte o maquinaria.
- No se deberán apilar materiales en las zonas de circulación o tránsito de maquinaria o vehículos de transporte.

4.4.2. Medios de protección colectiva

- Señales de tráfico en accesos y salidas de las zonas de obras.
- Señales de tráfico en los puntos de incorporación de vehículos pesados a la vía pública.
- Señales de peligro de circulación por maquinaria pesada.
- Jalones de señalización en la localización de taludes y zanjas.
- Cintas de balizamiento en caminos internos.
- Dispositivos de emisión de señales luminosas y acústicas para vehículos de transporte y maquinaria.

4.5. Prevención de riesgos provocados por el montaje, reparación y mantenimiento de la maquinaria

Se trata de un conjunto de normas y equipamientos necesarios para el montaje, reparación y mantenimiento de maquinaria que va a ser utilizada en la obra.

4.5.1. Normas básicas de seguridad

- La maquinaria será objeto de una serie de revisiones periódicas realizadas por técnicos especialistas en la materia.
- El montaje y desmontaje de la maquinaria se debe realizar de forma segura. En el caso de que el fabricante indique una serie de instrucciones, esta tarea deberá de ser realizada cumpliendo esas instrucciones. Esta labor será realizada por obreros que hayan recibido una formación específica para realizar esa función.
- La maquinaria debe cumplir las condiciones estructurales para garantizar la seguridad de los trabajadores que realizan las operaciones de montaje, reparación y mantenimiento, según el RD 1435/1992 del 27 de noviembre.
- Las averías de la maquinaria serán reparadas por técnicos especialistas, pero si el problema es un problema ordinario de funcionamiento, si un operario o el conductor, con experiencia en el uso de esta máquina, tiene los conocimientos necesarios para resolverlo, existirá la posibilidad de realizarlo.
- Los conductores de las máquinas y vehículos de transporte serán informados de todas las normas de seguridad relativas al mantenimiento y reparación de estos.
- Ninguna persona no autorizada podrá realizar operaciones de montaje, reparación o mantenimiento.
- Antes de realizar cualquiera de las tareas descritas, se deberán adoptar las medidas necesarias para evitar la puesta en marcha o conexión accidental de la maquinaria mientras se efectúa una operación.

- Durante en mantenimiento o reparación, los aperos permanecerán apoyados en el suelo.
- En ningún momento se deberá levantar la tapa del radiador caliente.
- Se dejará escapar la presión del líquido del radiador antes de quitar el tapón al comprobar dicho líquido.
- Se prohíbe fumar o manipular objetos incandescentes mientras se opera con los líquidos de la batería, que resultan ser inflamables.
- Los cambios de aceite, tanto de los motores, como de los sistemas hidráulicos, se realizarán en frío para evitar que se produzcan quemaduras.
- Previamente a manipular el sistema eléctrico de la maquinaria, esta debía encontrarse desconectada y con la llave de contacto extraída.
- Las operaciones de control del funcionamiento de los mandos de la maquinaria deben hacerse con marchas muy lentas.

4.5.2. Equipos de protección individual

- Casco de seguridad de pantalla frontal abatible que cubra de las proyecciones de partículas.
- Guantes de cuero reforzados en el dorso mediante fibra.
- Botas de seguridad con la puntera reforzada y suela antideslizante.
- Faja de protección lumbar para maquinistas y operarios.

4.5.3. Medios de protección colectiva

- Tacos de inmovilización para ruedas
- Calzos para apoyar los aperos de la máquina
- Topes de balizamiento de vehículos de transporte estacionados
- Señalización de seguridad

4.6. Prevención de riesgos y daños en la restauración hidrológico forestal

4.6.1. Normas básicas de seguridad

Normas generales

- La maquinaria y sus equipamientos deberán cumplir los requisitos establecidos en la normativa vigente.
- La maquinaria debe de estar dotada de cabina antivuelco, y disponer de los dispositivos de seguridad y protección exigibles.
- En caso de ser necesario, se procederá a la colocación de redes protectoras para impedir la caída de objetos a través de los huecos de la cabina de la maquinaria.

- Antes del ciclo de trabajo, se comprobará que la plenitud de mandos tenga un buen funcionamiento.
- El conductor deberá recibir una copia de las instrucciones de seguridad y firmar el documento correspondiente.
- Ninguna persona no autorizada podrá acceder a la maquinaria
- Se revisarán cada dos enganches de la piezas móviles.
- La maquinaria y sus equipamientos se mantendrán en condiciones óptimas para el desarrollo de su función propia mediante operaciones de mantenimiento y revisión.
- Se revisarán periódicamente todos los puntos de escape del motor para evitar la presencia de gases tóxicos en la cabina del conductor.
- No de trabajará con maquinaria averiada.
- El conductor no abandonará la cabina de la máquina en ningún caso sin haber apagado el motor y echado el freno de mano.
- Se plantea limpiar diariamente en cazo y los rejones de grasas y barro. La cabina de la maquinaria también ha de mantenerse limpia.
- Se prohíbe el transporte de personas en maquinaria.
- Se prohíbe acceder al interior de la cabina a cualquier persona no autorizada para ello.
- Se subirá y bajará de la maquinaria en posición formal.
- Toda persona deberá mantenerse alejada de la máquina al menos 15 metros.
- Se prohíbe la realización de cualquier trabajo no autorizado en el área de influencia de la máquina.
- Los obreros que deban trabajar en las proximidades del área de influencia de la maquinaria deberán llevar pensar reflectantes de colores vivos que favorezcan su visibilidad.
- La maquinaria deberá estar dotada de retrovisores a ambos lados.
- La maquinaria deberá estar dotada de un equipo de señales acústicas para señalar las maniobras que se realicen marcha atrás además de las luces de retroceso.
- Los generadores eléctricos serán transportados por dos personas con técnicas y posturas que minimicen el riesgo de lesiones dorsolumbares.
- Aquellos operarios que sufran lesiones dorsolumbares se abstendrán de participar en el transporte de generadores.
- El servicio de combustible a los generadores eléctricos se llevará a cabo mediante un embudo, evitando al máximo cualquier derrame de líquido.

- Se prohíbe de forma categórica fumar o manipular objetos incandescentes durante el servicio de combustible a los generadores y en la proximidad de estos.
- Las azadas o herramientas manuales que se han de utilizar se encontrarán en perfecto estado.
- El ensamblaje entre hoja y mango de las herramientas manuales deberán ser revisados a diario.
- La longitud del mango de las herramientas deberá ser adecuadas para el trabajador que tenga que utilizarlas.
- Las herramientas manuales deberán ser limpiadas antes y después de cada uso.
- Las herramientas manuales se posarán en el suelo de lado, visibles y nunca en la zona de tránsito de peatones.
- Los obreros que trabajen con herramientas manuales deberán guardar una distancia fija de seguridad.

Para la plantación

- Se organizará el transporte de la planta al lugar de la plantación de tal forma que se minimicen las posibilidades de una lesión dorsolumbar.

4.6.2. Equipos de protección individual

- Casco de seguridad de pantalla frontal abatible que cubra de las proyecciones de partículas.
- Auriculares u otro tipo de protección frente al ruido.
- Guantes de cuero reforzados en el dorso mediante fibra.
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Mascarilla con filtro mecánico recambiable para los trabajadores que trabajen cerca de maquinaria que genere polvo y humos peligrosos.
- Faja de protección lumbar para todos los maquinistas y operarios.
- Mono de trabajo de manga larga reforzado con un material resistente a cortes y penetración de objetos punzantes.

4.6.3. Medios de protección colectiva

- Señalización de zona de peligrosidad de la maquinaria en parado.
- Jalones de señalización en la localización de la maquinaria.
- Cintas de balizamiento en caminos internos.
- Dispositivos de emisión de señales luminosas y acústicas para vehículos de transporte y maquinaria.
- Señales de seguridad y prohibición.
- Extintor.

4.7. Prevención de riesgos de daño a terceros

4.7.1. Normas básicas de seguridad

- Se establecerá, señalizará y controlará el acceso a la obra.
- Se prohíbe la entrada a la obra a toda persona o vehículo ajena a esta.
- Se señalizarán adecuadamente los puntos de incorporación a la vía pública.
- Las personas ajenas a la obra que estén autorizadas eventualmente a permanecer dentro del recinto que ocupa deberán de hacer uso de los elementos de protección individual que procedan.

4.7.2. Equipos de protección individual

- Casco de seguridad de pantalla frontal abatible que cubra de las proyecciones de partículas.
- Auriculares u otro tipo de protección frente al ruido.
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Mascarilla con filtro mecánico recambiable para los trabajadores que se encuentren cerca de maquinaria que genere polvo y humos peligrosos.

4.7.3. Medios de protección colectiva

- Balizas, vallas de limitación y protección y carteles de prohibido el paso en las zonas de trabajo, de maquinaria, de acopio de materiales y en las instalaciones.
- Señalización del tráfico junto con las balizas en las zonas de acceso al trabajo.
- Señalización de la obra en sus accesos naturales, prohibiciones de paso a toda persona ajena a esta y colocación en su caso de cerramientos necesarios.
- Señalización indicada en otros apartados.

5. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR

El promotor de este proyecto debe designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud antes del comienzo de las labores de trabajo siempre que en la ejecución de estos intervenga más de una empresa o una empresa y trabajadores autónomos. Pese a este nombramiento, la responsabilidad final recaerá sobre el promotor.

El promotor deberá dar aviso antes del inicio de las obras a la autoridad competente con el que se redactará el Anexo III del Real Decreto 1627/1997, en el que se incluye el tipo de obra, proyectista, fecha y duración de las obras o número estimado de trabajadores, entre otros.

6. COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

Durante la obra, este coordinador deberá realizar las siguientes funciones:

- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que el personal aplique los principios de acción preventiva incluidos en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y las actividades incluidas en el artículo 10 del Real Decreto 1627/1997.
- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad que se incluyen en este documento.
- Aprobar el Estudio Básico de Seguridad y Salud Laboral elaborado por el contratista y aprobar las modificaciones de este, si existen, antes del comienzo de los trabajos.
- Asegurar el cumplimiento de las medidas de protección y los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para evitar el acceso a la obra de cualquier persona que no esté autorizada para ello.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador.

7. FORMACIÓN

Todo el personal recibirá antes de incorporarse a las obras una formación sobre los métodos establecidos para el trabajo así como de los riesgos que estos pueden traer con ellos. Esta formación será específica para cada uno de los puestos que se deban ocupar.

En el caso de que se produzcan cambios en los puestos de trabajo, los trabajadores que se hayan visto afectados por estos cambios deberán ser avisados de los nuevos riesgos que traen consigo la realización de estas nuevas actividades.

Todos los trabajadores recibirán una formación adecuada en materia de señalización de seguridad y salud de las obras, particularmente con el significado de las señales y en los comportamientos que se deberán adoptar en función de estas.

También se dará una formación en materia de primeros auxilios a los trabajadores.

8. SERVICIOS COMUNES

Los servicios comunes de la zona de la obra estarán conformados por:

- Local de primeros auxilios donde se encontrarán los botiquines.
- Comedor con aire acondicionado.
- Vestuarios con aire acondicionado.
- Aseos.

También será necesario que siempre esté disponible un vehículo para que, en caso de que sea necesario el transporte de algún trabajador que haya sufrido algún tipo de accidente, el traslado al centro médico más cercano pueda realizarse de la forma más rápida posible.

9. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA

El contratista deberá cumplir las siguientes obligaciones durante la realización de las obras:

- Aplicar los principios de acción preventiva recogidos en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Asegurar el mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
- Determinación de las vías de circulación y de las zonas de acceso.
- Determinación de los puestos y áreas de trabajo en función de las condiciones de acceso.
- Mantenimiento, control previo y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras.
- Delimitación de las zonas de almacenamiento y deposición de materiales.
- Asegurar la cooperación de todos los individuos que participen en la obra.
- Cumplir y hacer cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales.
- Cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de Seguridad y Salud.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

El contratista será el responsable de la ejecución correcta de las medidas preventivas que hayan sido fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan de forma directa.

10. LIBRO DE INCIDENCIAS

En la zona de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que se haya encargado aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Este libro deberá encontrarse siempre en el recinto de la obra.

11. PARALIZACIONES EN LOS TRABAJOS

En el caso de que el Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de las obras observase en incumplimiento de alguna de las normas establecidas, advertirá constancia y dejará constancia de esto en el Libro de Incidencias.

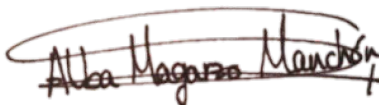
En el caso de circunstancias graves de riesgo inminente para la seguridad y salud de los trabajadores o en caso de un incumplimiento reiterado de las medidas de Seguridad y Salud propuestas en el plan, existirá la posibilidad de disponer la paralización de esos trabajos completos o en caso de que sea necesario, de la totalidad de la obra.

Se dará cuenta de este hecho a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en la que se realizan las obras, en este caso la provincia de Palencia. También serán notificados el contratista y en su caso, a los subcontratistas o autónomos afectados por esta paralización y a los representantes de los propios trabajadores.

12. PRESUPUESTO

El presupuesto de Seguridad y Salud se estima en un 3% del Presupuesto de Ejecución Material, con un total de 5.178,53 €.

Palencia, octubre de 2021



Fdo.: Alba Magarzo Manchón

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo XII. Bibliografía

ANEJO XII: BIBLIOGRAFÍA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALÍA, R., ALBA, N., AGÚNDEZ, D., IGLESIAS, S. (COORD.) 2005. *Manual para la comercialización y producción de semillas y plantas forestales*. Materiales de base y de reproducción. Serie Forestal. DGB. Madrid. 384 pp.

ALLUÉ, J. L., (1990). *Atlas Fitoclimático de España*. Taxonomías. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

GARCÍA SALMERÓN, J. (2002). *Manual de repoblaciones forestales I*. Mundi-prensa. Madrid.

GARCÍA SALMERÓN, J. (2002). *Manual de repoblaciones forestales II*. Mundi-prensa. Madrid.

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL (2017). Ortofoto PNOA de Máxima Actualidad. 1:50 000. Hoja 312.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (2012). *Prevención de los Riesgos relativos a las Obras de Construcción*.

JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN (2020). *Cuadernos de zona para la realización de trabajos de reforestación de tierras agrícolas. Cuadernos de zona nº15 'Torozos Cerratos'*.

JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN (2020). *Requerimientos técnicos. Reforestación y creación de superficies forestales 2014-2020*.

LÓPEZ GONZÁLEZ, G. (2013). *Guía de los árboles y arbustos de la Península Ibérica y Baleares*. Mundi-prensa. Madrid.

MARTÍNEZ DE AZAGRA, A., & DEL RÍO, J. (2012). *Los riegos de apoyo y de socorro en repoblaciones forestales*, Foresta, 32–44.

MARTINEZ DE AZAGRA PAREDES, A., & NAVARRO HEVIA, J. (1996). *Hidrología forestal: el ciclo hidrológico*. Universidad de Valladolid.

MINISTERIO DE AGRICULTURA (1966). *Mapa Provincial de Suelos*. Palencia. Dirección General de Agricultura, Madrid.

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO (2008). *Impactos del cambio climático en los procesos de desertificación en España*. Centro de publicaciones. Madrid.

NAVARRO CERRILLO, R., PEMÁN GARCÍA, J., & SERRADA HIERRO, R. (2005). *La calidad de las repoblaciones forestales: una aproximación desde la silvicultura y la ecofisiología*. Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales, 14(3), 462–481.

NAVARRO HEVIA, J. *Apuntes de Hidrología Forestal*. E.T.S.I.I.A.A. Universidad de Valladolid. (Sin publicar).

RIVAS MARTÍNEZ, S., GANDULLO GUTIÉRREZ, J. M., ALLUÉ ANDRADE, J. L., MONTERO DE BURGOS, J. L., & GONZÁLEZ REBOLLAR, J. L. (1987). *Memoria del Mapa de series de vegetación de España 1:400.000*. Serie Técnica (p. 270).

SEDE ELECTRÓNICA DEL CATASTRO (2021). Visor cartográfico.

SERRADA HIERRO, R. (1993). *Apuntes de repoblaciones forestales*. Fundación Conde del Valle de Salazar.

SERRADA, R. (2000). *Apuntes de repoblaciones forestales capítulo i: concepto y elección de especies*. FUCOVASA. Madrid.

SERRADA HIERRO, R. (2004). *La preparación del suelo en la repoblación forestal*. (Universidade de Santiago de Compostela, Ed.) (pp. 21-33 pp.). IBADER: Instituto de Biodiversidade Agraria e Desenvolvemento Rural.

TARIFAS FORESTALES DE LA CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, DESARROLLO RURAL, POBLACIÓN Y TERRITORIO (2020). Junta de Extremadura. Consejería de Agricultura, Desarrollo Rural, Población y Territorio. Dirección General de Política Forestal.

TARIFAS FORESTALES DE NAVARRA (2019). Gobierno de Navarra. Departamento de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local.

TÍSCAR OLIVER, P. A., & LÓPEZ PÉREZ, M. J. (2016). *Repoblaciones forestales y tratamientos selvícolas*. Síntesis.

WWF ESPAÑA (2014). *Instrucciones para la construcción del Protector de Semillas para Siembra*. Manual WWF 2014.

SITIOS WEB:

IBERPIX. Visor del Instituto Geográfico Nacional. (<https://www.ign.es/iberpix/visor>) [Consulta el 2 de julio de 2021]

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. Centro Nacional de Información Geográfica. (www.ign.es) [Consulta el 26 de julio de 2021].

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. Sede electrónica con cifras oficiales de Población de los Municipios Españoles: Revisión del Padrón Municipal de Valle de Cerrato. (Gráfico: <https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=2888#!tabs-grafico>) [Consulta el 26 de agosto de 2021]

MARTÍN, E. (2018). *Protector de semillas para restauración forestal*. Hidrology and conservation research group. (http://ghidrologia.blogspot.com/2018/03/protector-de-semillas-para-restauracion_21.html) [Consulta el 6 de septiembre de 2021].

MINISTERIO DE HACIENDA Y FUNCIÓN PÚBLICA. Sede electrónica del Catastro (en línea). (<https://www1.sedecatastro.gob.es/Cartografia/mapa.aspx?buscar=S>) [Consulta el 10 de julio de 2021].

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO. Plan Nacional de actuaciones prioritarias en materia de restauración hidrológico forestal, control de la erosión y lucha contra la desertificación (2001). (https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/desertificacion-restauracion/img_mapa_prio_tcm30-152765.gif) [Consulta el 11 de septiembre de 2021]

SALVADOR, A. Enciclopedia virtual de los vertebrados españoles. Museo Nacional de Ciencias Naturales CSIC. (<http://www.vertebradosibericos.org/>) [Consulta el 2 de agosto de 2021]

PROGRAMAS:

AutoCAD (Nº de versión 2022). (2020). Windows. Autodesk.

QGIS (Nº de versión 3.18). (2020). Windows. QGIS.

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo XIII. Fotográfico

ANEJO XIII: FOTOGRÁFICO



Figura 1. Zona de estudio en la localidad de Valle de Cerrato (Palencia). (Fuente: Alba Magarzo Manchón).



Figura 2. Zona de estudio en la localidad de Valle de Cerrato (Palencia). (Fuente: Alba Magarzo Manchón).



Figura 3. Detalle de los cursos de agua temporales de la zona de estudio. (Fuente: Alba Magarzo Manchón).



Figura 4. Detalle de los cursos de agua temporales en la zona de estudio. (Fuente: Alba Magarzo Manchón).



Figura 5. Detalle de la zona de estudio. (Fuente: Alba Magarzo Manchón).



Figura 6. Detalle de la zona de estudio. (Fuente: Alba Magarzo Manchón).



Figura 7. Detalle de la zona de estudio. (Fuente: Alba Magarzo Manchón).



Figura 8. Detalle de la zona de estudio. (Fuente: Alba Magarzo Manchón).



Figura 9. Detalle de los caminos de acceso a la zona de estudio. (Fuente: Alba Magarzo Manchón).



Figura 10. Detalle de la calicata realizada en la zona de estudio. (Fuente: Alba Magarzo Manchón).



Figura 11. Detalle de regenerado de *Pinus halepensis* en la zona de estudio. (Fuente: Alba Magarzo Manchón).



Figura 12. Detalle de ejemplar de *Quercus ilex* subsp. *ballota* en la zona de estudio. (Fuente: Alba Magarzo Manchón).



Figura 14. Detalle de los afloramientos de yeso de la zona junto con líquenes del género *Diploschistes*. (Fuente: Alba Magarzo Manchón).



Figura 15. Detalle de un ejemplar de *Ephedra distachya* presente en la zona de estudio. (Fuente: Alba Magarzo Manchón).



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

**Proyecto de restauración hidrológico forestal
de 32 ha de cinco montes del municipio de
Valle de Cerrato (Palencia)**

Documento 2. Planos

Alumno/a: Alba Magarzo Manchón

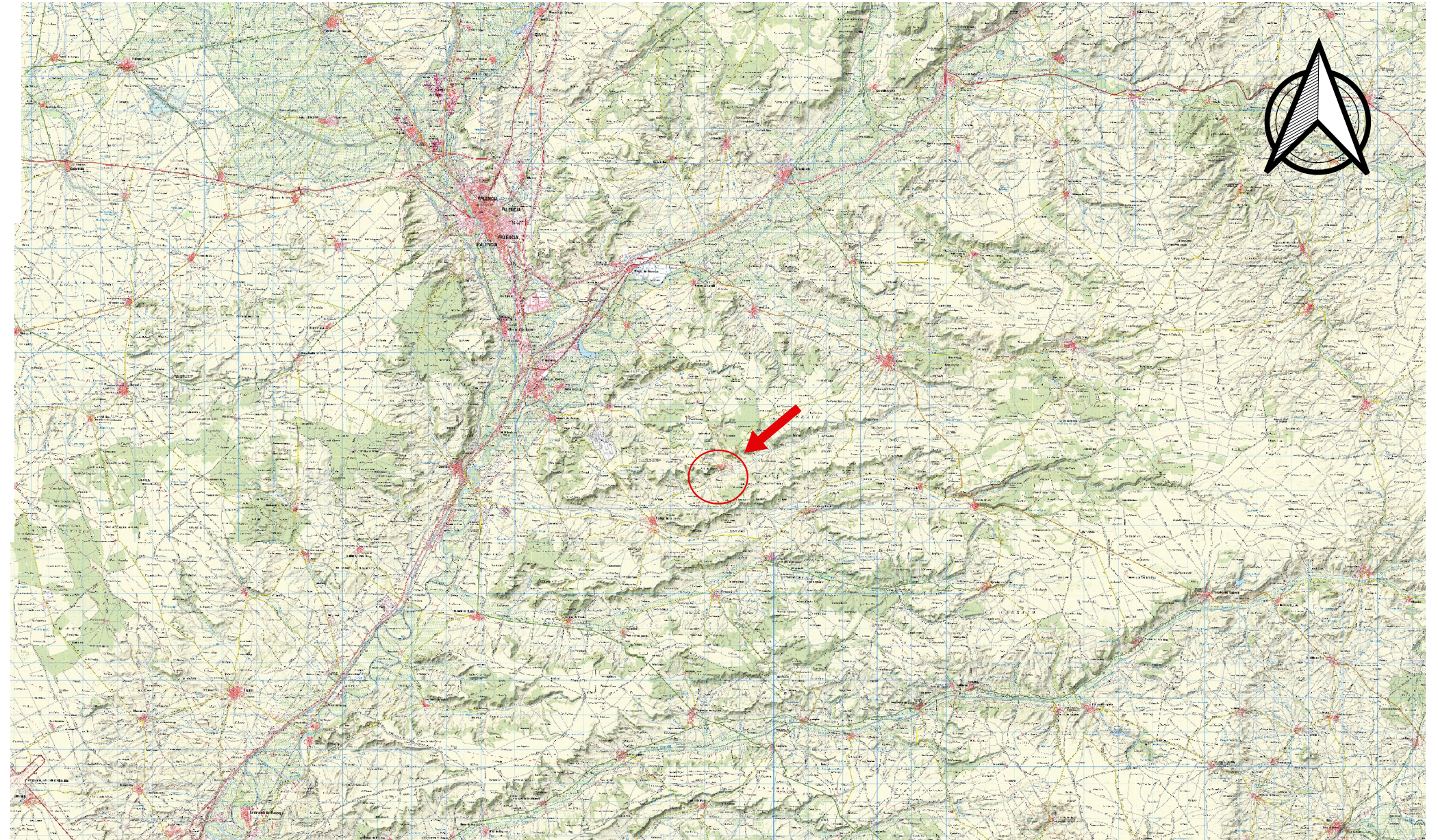
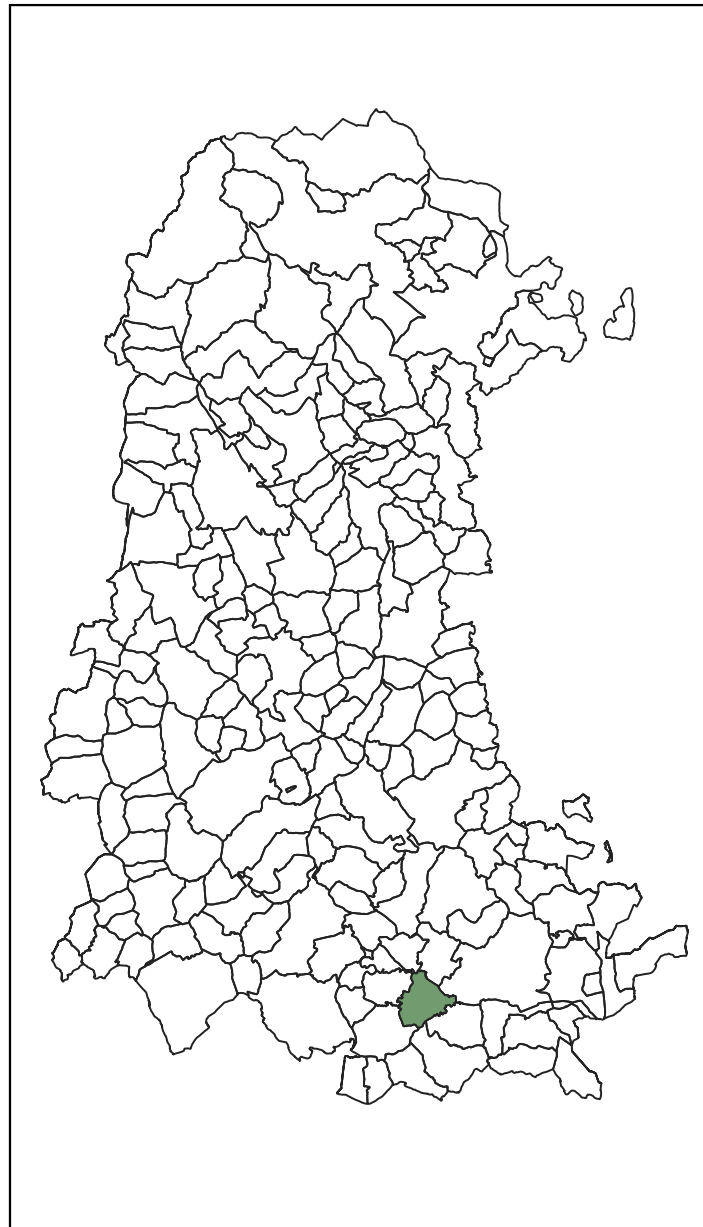
Tutor/a: Joaquín Navarro Hevia

Octubre de 2021

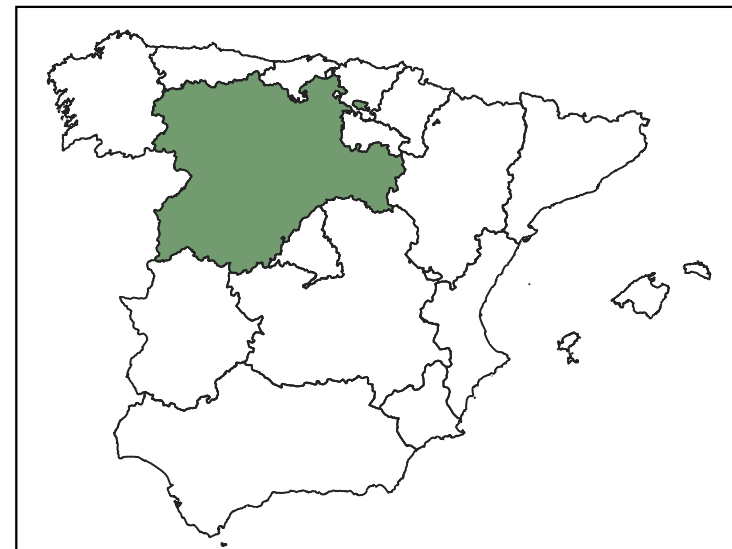
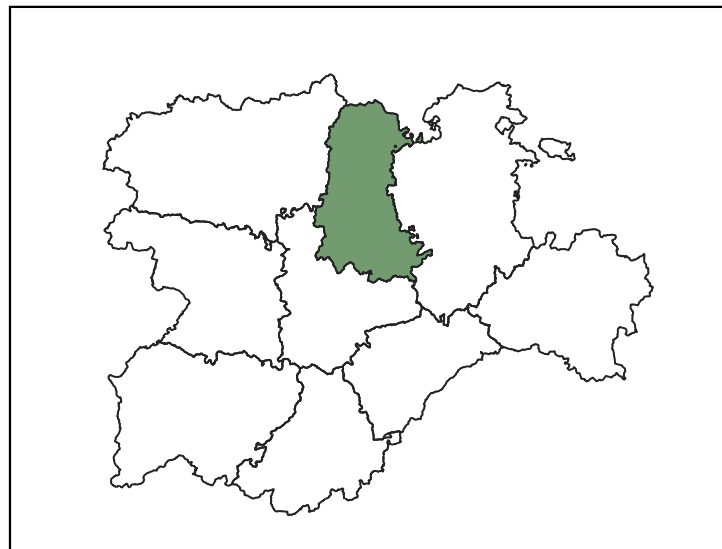
ÍNDICE GENERAL DOCUMENTO 2. PLANOS



- 1. PLANO Nº 1. LOCALIZACIÓN**
- 2. PLANO Nº 2. SITUACIÓN**
- 3. PLANO Nº 3. EMPLAZAMIENTO**
- 4. PLANO Nº 4. SERIES DE VEGETACIÓN DE RIVAS MARTÍNEZ (1987)**
- 5. PLANO Nº 5. ZONAS PROTEGIDAS: ZONAS LIC**
- 6. PLANO Nº 6. DELIMITACIÓN DE LAS SUBCUENCAS**
- 7. PLANO Nº 7. RODALES DE REPOBLACIÓN**
- 8. PLANO Nº 8. REPARACIÓN DE VÍAS DE ACCESO**
- 9. PLANO Nº 9. CORTAFUEGOS PERIMETRAL**
- 10. PLANO Nº 10. DETALLE DE LA PLANTACIÓN**
- 11. PLANO Nº 11. DETALLE DEL PROTECTOR DE SEMILLAS (REQUE Y MARTÍN, 2015)**

PLANO Nº1. LOCALIZACIÓN

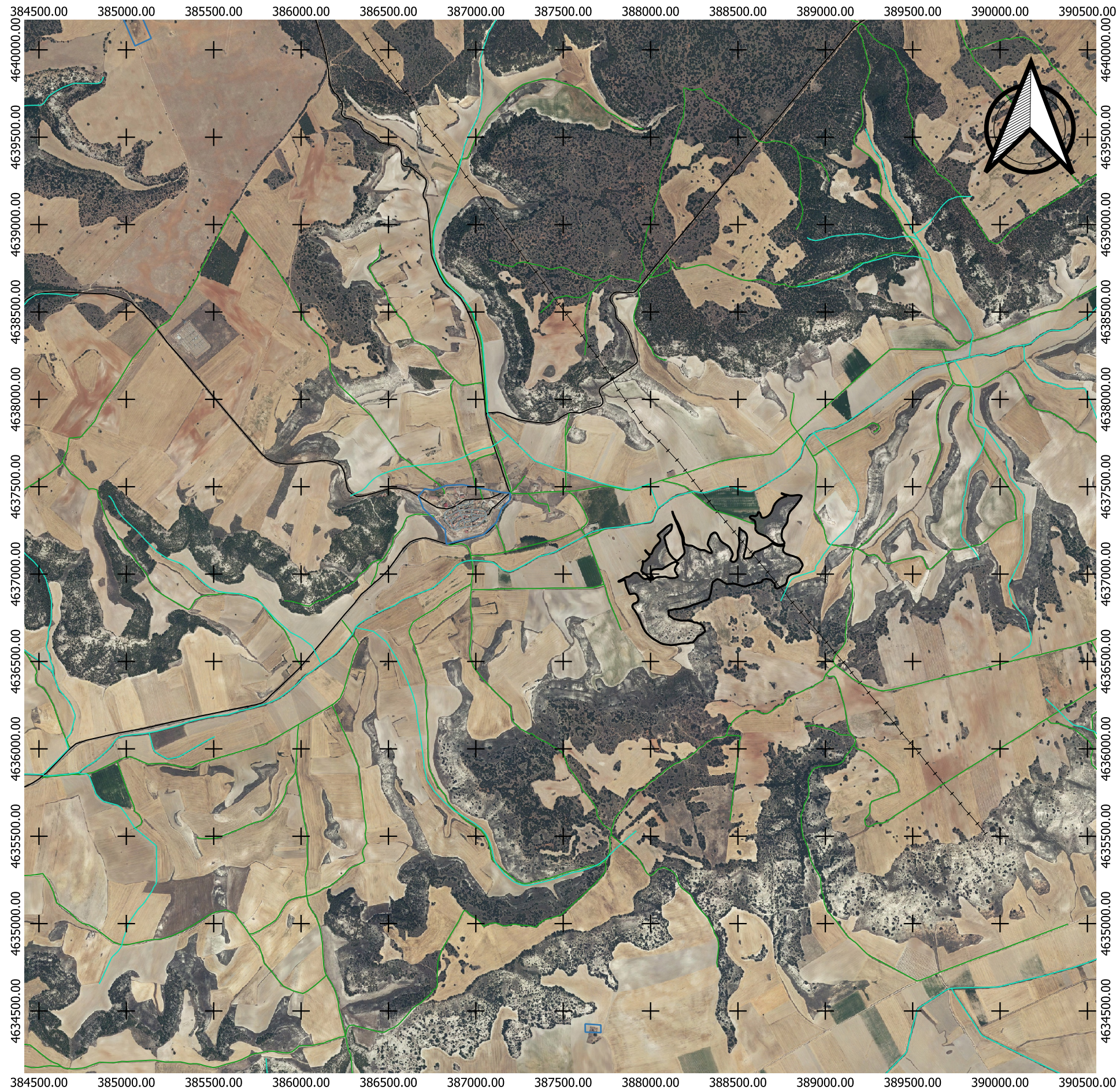


Fuente 1: Ortofoto PNOA (www.pnoa.ign.es)
 Fuente 2: Catastro (<http://www.sedecatastro.gob.es/>)



 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA) UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
TÍTULO PROYECTO Proyecto de restauración hidrológico forestal de 32 ha de cinco montes del municipio de Valle de Cerrato (Palencia)		
PLANO Plano de localización	Nº PLANO 1	
INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA Sistema de referencia: ETRS89. Proyección cartográfica: UTM huso 30 norte.	ESCALA 1:300 000	FECHA Palencia, Octubre de 2021
PROMOTOR Universidad de Valladolid, Avenida de Madrid 44, 34004	FIRMA  Alba Magarzo Manchón Graduada en Ingeniería Forestal y del Medio Natural	

PLANO Nº 2. SITUACIÓN



Leyenda

- Límite del término municipal
- Entorno poblacional
- Cursos de agua
- Caminos
- Calles
- Línea eléctrica
- Carretera convencional
- Zona del proyecto


Ortofoto de máxima actualidad
PNOA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA) UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
TÍTULO PROYECTO Proyecto de restauración hidrológico forestal de 32 ha de cinco montes del municipio de Valle de Cerrato (Palencia)		
PLANO	Nº PLANO	
Plano de situación	2	
INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA	ESCALA	FECHA
Sistema de referencia: ETRS89.	1:25 000	Palencia, Octubre de 2021
Proyección cartográfica: UTM huso 30 norte.	FIRMA	
PROMOTOR Universidad de Valladolid, Avenida de Madrid 44, 34004	Alba Magarzo Manchón Graduada en Ingeniería Forestal y del Medio Natural <small>Fdo.:</small>	

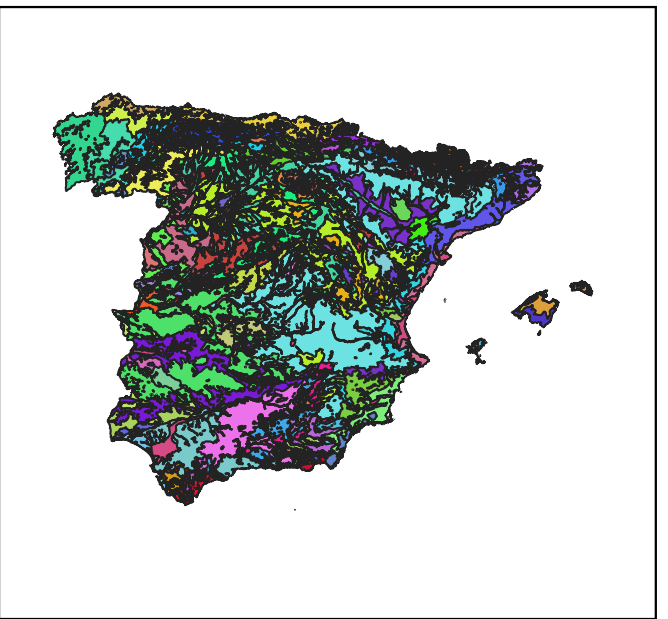
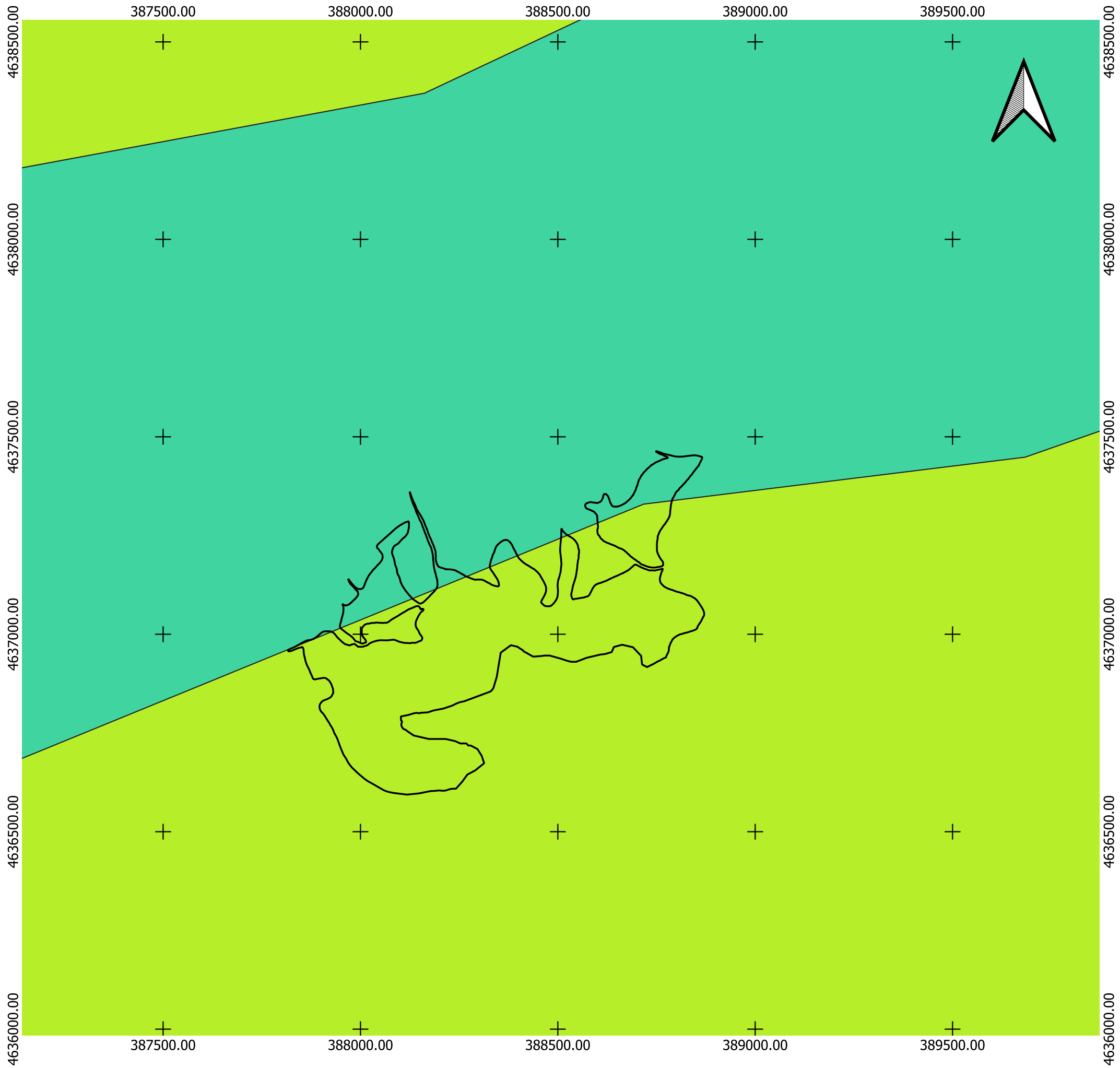
PLANO Nº 3. EMPLAZAMIENTO



Leyenda	
	Límite del término municipal
	Población
	Cursos de agua
	Caminos
	Calles
	Línea eléctrica
	Carretera convencional
	Zona proyecto
	Curvas de nivel con equidistancia
Ortofoto de máxima actualidad PNOA	

 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA) UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
TITULO PROYECTO		
Proyecto de restauración hidrológico forestal de 32 ha de cinco montes del municipio de Valle de Cerrato (Palencia)		
PLANO	Nº PLANO	
Plano de emplazamiento	3	
INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA	ESCALA	FECHA
Sistema de referencia: ETRS89. Proyección cartográfica: UTM huso 30 norte.	1:10 000	Palencia, Octubre de 2021
PROMOTOR	FIRMA	
Universidad de Valladolid, Avenida de Madrid 44, 34004	 Alba Magarzo Manchón Graduada en Ingeniería Forestal y del Medio Natural	

PLANO Nº4. SERIES DE VEGETACIÓN DE RIVAS MARTÍNEZ (1987)



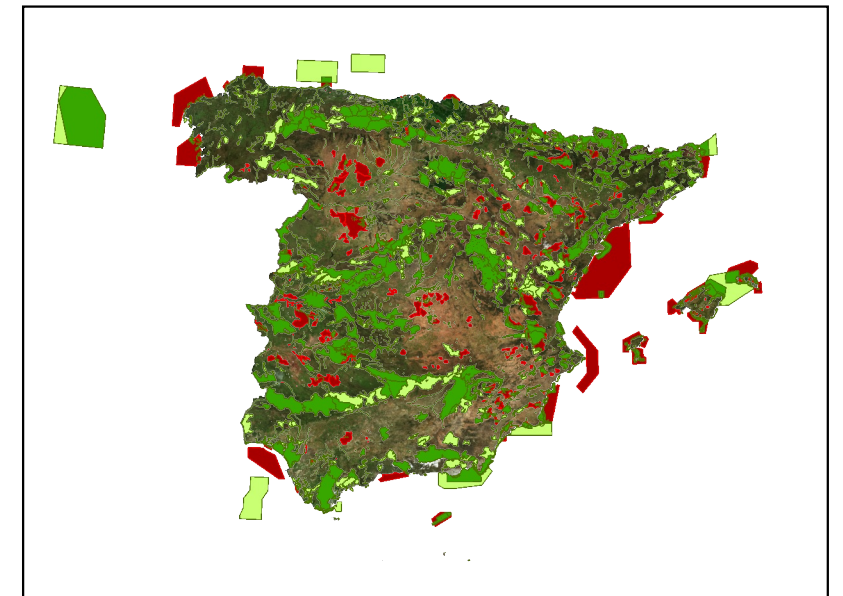
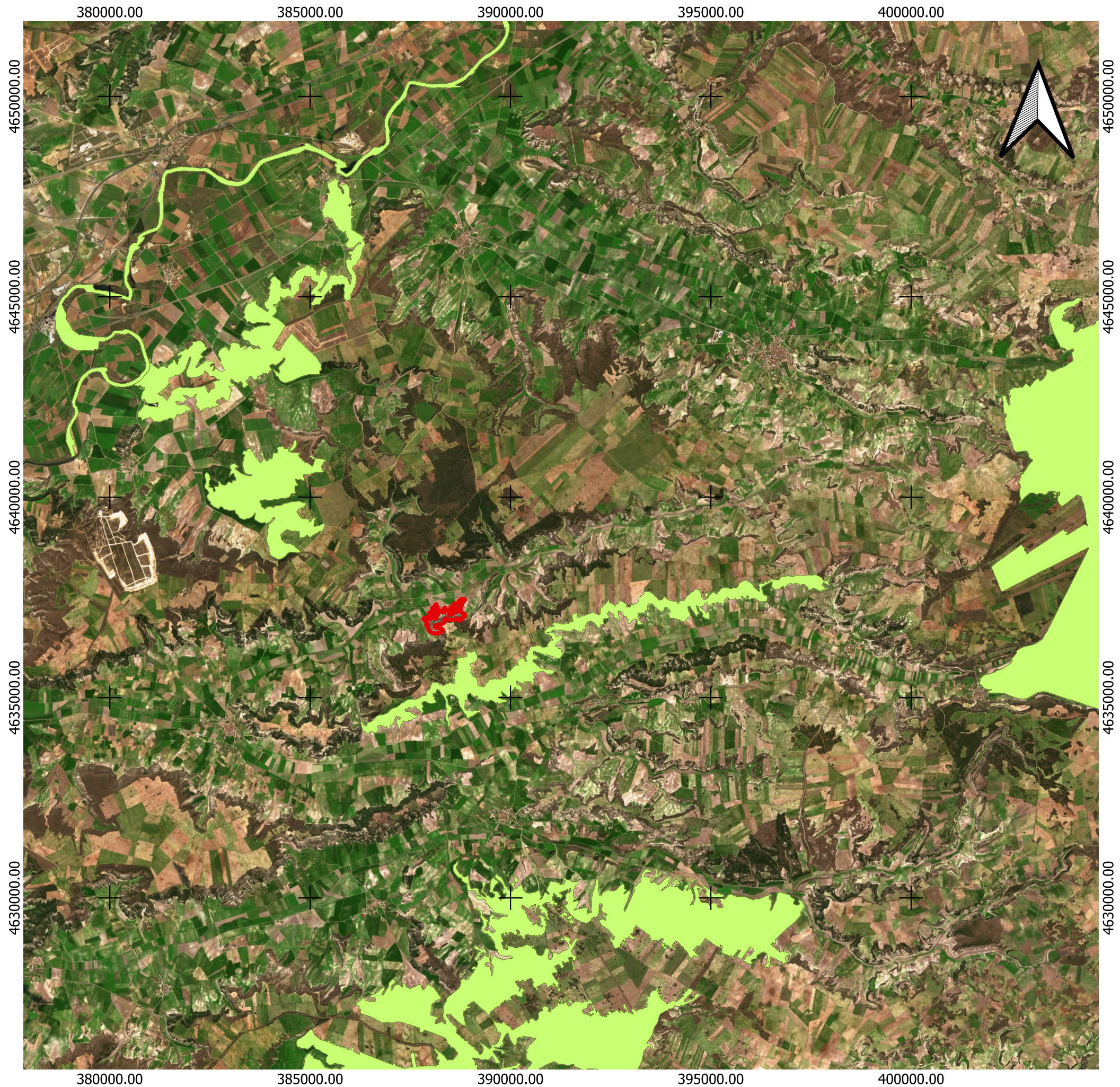
SERIES DE VEGETACIÓN DE RIVAS MARTÍNEZ (1987)

Leyenda

	Zona proyecto
Series_p	
	19b Serie Supra-mesomediterránea castellano-alcarreno-manchega basófila de Quercus faginea o quejigo. Cephalanthero longifoliae - Qcto. faginae sigmetum
	22a Serie Supra-mediterránea castellano-maestrazgo-manchega basófila de Quercus rotundifolia o encina Junipero thuriferae - Qcto. rote sigmetum

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA) UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
TÍTULO PROYECTO		
Proyecto de restauración hidrológico forestal de 32 ha de cinco montes del municipio de Valle de Cerrato (Palencia)		
PLANO	Nº PLANO	
Series de Vegetación de Rivas Martínez (1987)	4	
INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA	ESCALA	FECHA
Sistema de referencia: ETRS89. Proyección cartográfica: UTM huso 30 norte.	1:10 000	Palencia, Octubre de 2021
PROMOTOR	FIRMA	
Universidad de Valladolid, Avenida de Madrid 44, 34004	 Alba Magarzo Manchón Graduada en Ingeniería Forestal y del Medio Natural Fdo.:	

PLANO Nº5. ZONAS PORTEGIDAS: ZONAS LIC



Leyenda

- Zona proyecto
- Red Natura 2000
- LIC
- ZEPA
- LIC y ZEPA


Ortofoto de máxima actualidad
PNOA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA) UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
TÍTULO PROYECTO Proyecto de restauración hidrológico forestal de 32 ha de cinco montes del municipio de Valle de Cerrato (Palencia)		
PLANO Zonas Protegidas: Zonas LIC	Nº PLANO 5	
INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA Sistema de referencia: ETRS89. Proyección cartográfica: UTM huso 30 norte.	ESCALA 1:100 000	FECHA Palencia, Octubre de 2021
	FIRMA Alba Magarzo Manchón Graduada en Ingeniería Forestal Fdo.: y del Medio Natural	
PROMOTOR Universidad de Valladolid, Avenida de Madrid 44, 34004		

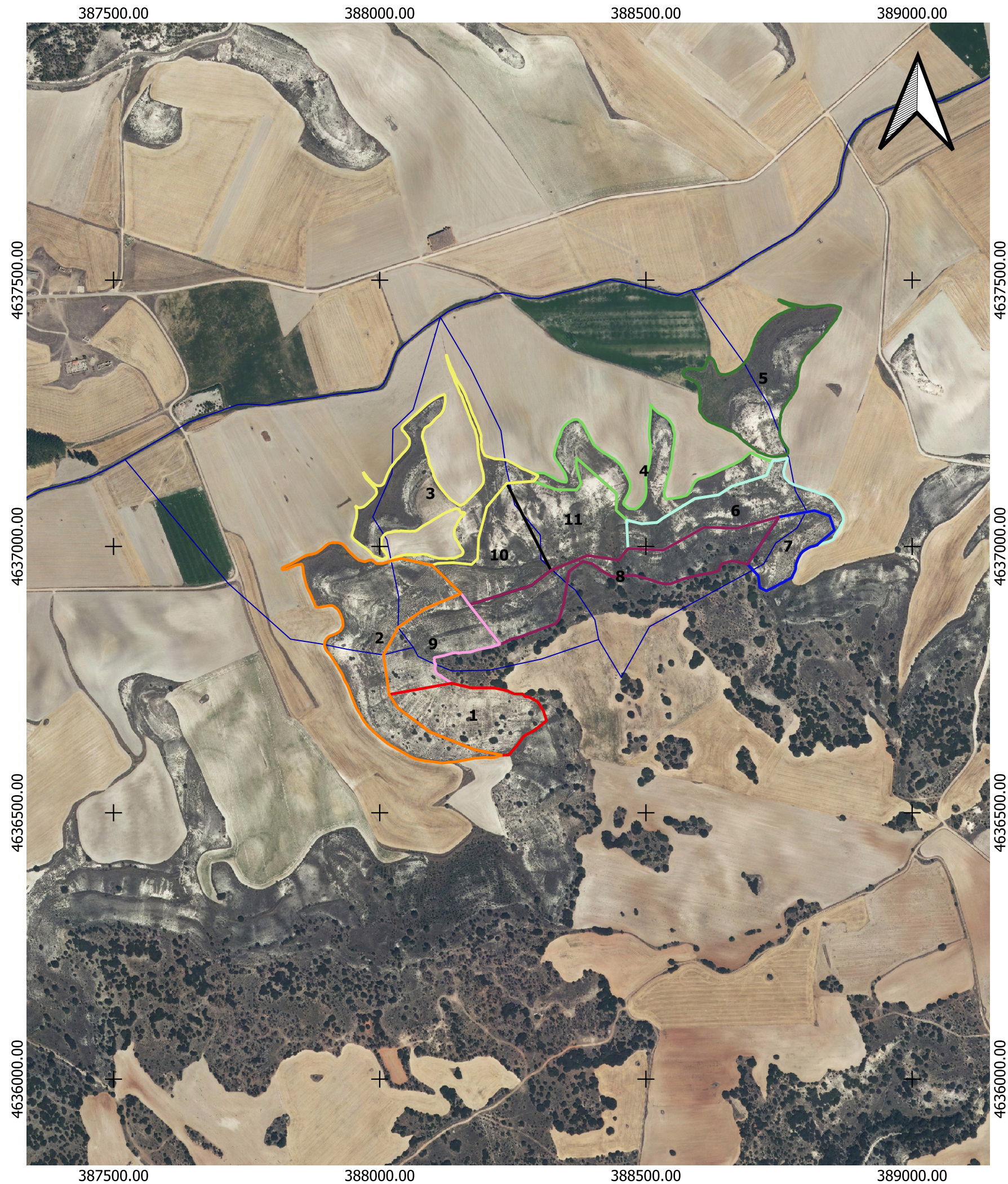
PLANO Nº6. DELIMITACIÓN DE LAS SUBCUENCAS



Leyenda	
Subcuenas	
	Subcuenca 1
	Subcuenca 2
	Subcuenca 3
	Subcuenca 4
Ortofoto de máxima actualidad PNOA	

 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA) UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
TITULO PROYECTO		
Proyecto de restauración hidrológico forestal de 32 ha de cinco montes del municipio de Valle de Cerrato (Palencia)		
PLANO	Nº PLANO	
Delimitación de las subcuenas	6	
INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA	ESCALA	FECHA
Sistema de referencia: ETRS89.	1:10 000	Palencia, Octubre de 2021
Proyección cartográfica: UTM huso 30 norte.	FIRMA	
		
PROMOTOR	Fdo.:	
Universidad de Valladolid, Avenida de Madrid 44, 34004 Palencia	Alba Magarzo Manchón Graduada en Ingeniería Forestal y del Medio Natural	

PLANO Nº7. RODALES DE REPOBLACIÓN



Rodal	P.Terreno	Especie 1	Especie 2	Especie 3
1	Ahoyado retroaraña	P.halepensis (70%)	P.pinea (20%)	C.monogyna (10%)
2	Ahoyado retroexcavadora	P.halepensis (70%)	A.communis (15%)	J.thurifera (15%)
3	Ahoyado retroexcavadora	P.halepensis (70%)	Q.faginea (20%)	S.domestica(10%)
4	Ahoyado retroexcavadora	P.halepensis (70%)	Q.ilex (15%)	A.communis (15%)
5	Ahoyado retroexcavadora	P.halepensis (90%)	S.domestica(10%)	-
6	Ahoyado retroexcavadora	P.halepensis (90%)	C.monogyna (10%)	-
7	Ahoyado retroexcavadora	P.halepensis (70%)	P.pinea (15%)	Q.faginea (15%)
8	Ahoyado retroaraña	P.halepensis (85%)	J.thurifera (10%)	P.spinosa (5%)
9	Ahoyado retroaraña	P.halepensis (75%)	J.thurifera (15%)	P.spinosa (10%)
10	Ahoyado retroexcavadora	P.pinea (85%)	Q.faginea (10%)	E.distachya (5%)

(Véase Anejo VII. Ingeniería del proyecto)
 Los rodales en los que la preparación del terreno sea un ahoyado con retroaraña (1, 8 y 9), se aplicará un marco al tresbolillo de 2,5 x 2,5 metros.
 Los rodales en los que la preparación del terreno sea un ahoyado con retroexcavadora (2,3,4,5,6,7,10 y 11), se aplicará un marco al tresbolillo de 3 x 3 metros.

Leyenda

- Cursos de agua
- nuevos rodales
- Rodal 1
- Rodal 2
- Rodal 3
- Rodal 4
- Rodal 5
- Rodal 6
- Rodal 7
- Rodal 8
- Rodal 9
- Rodal 10
- Rodal 11

Ortofoto de máxima actualidad PNOA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

TITULO PROYECTO
 Proyecto de restauración hidrológico forestal de 32 ha de cinco montes del municipio de Valle de Cerrato (Palencia)

PLANO
 Rodales de repoblación

Nº PLANO
 7

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA
 Sistema de referencia: ETRS89.
 Proyección cartográfica: UTM huso 30 norte.

ESCALA
 1:8000

FECHA
 Palencia,
 Octubre de 2021



FIRMA

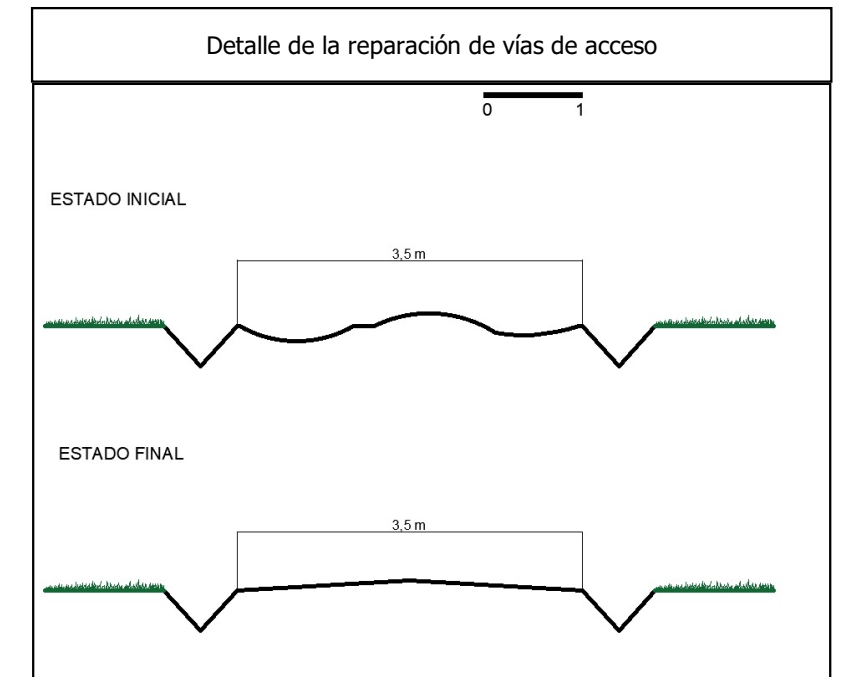
PROMOTOR
 Universidad de Valladolid, Avenida de Madrid 44, 34004



Alba Magarzo Manchón
 Graduada en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

PLANO Nº8. REPARACIÓN DE VÍAS DE ACCESO

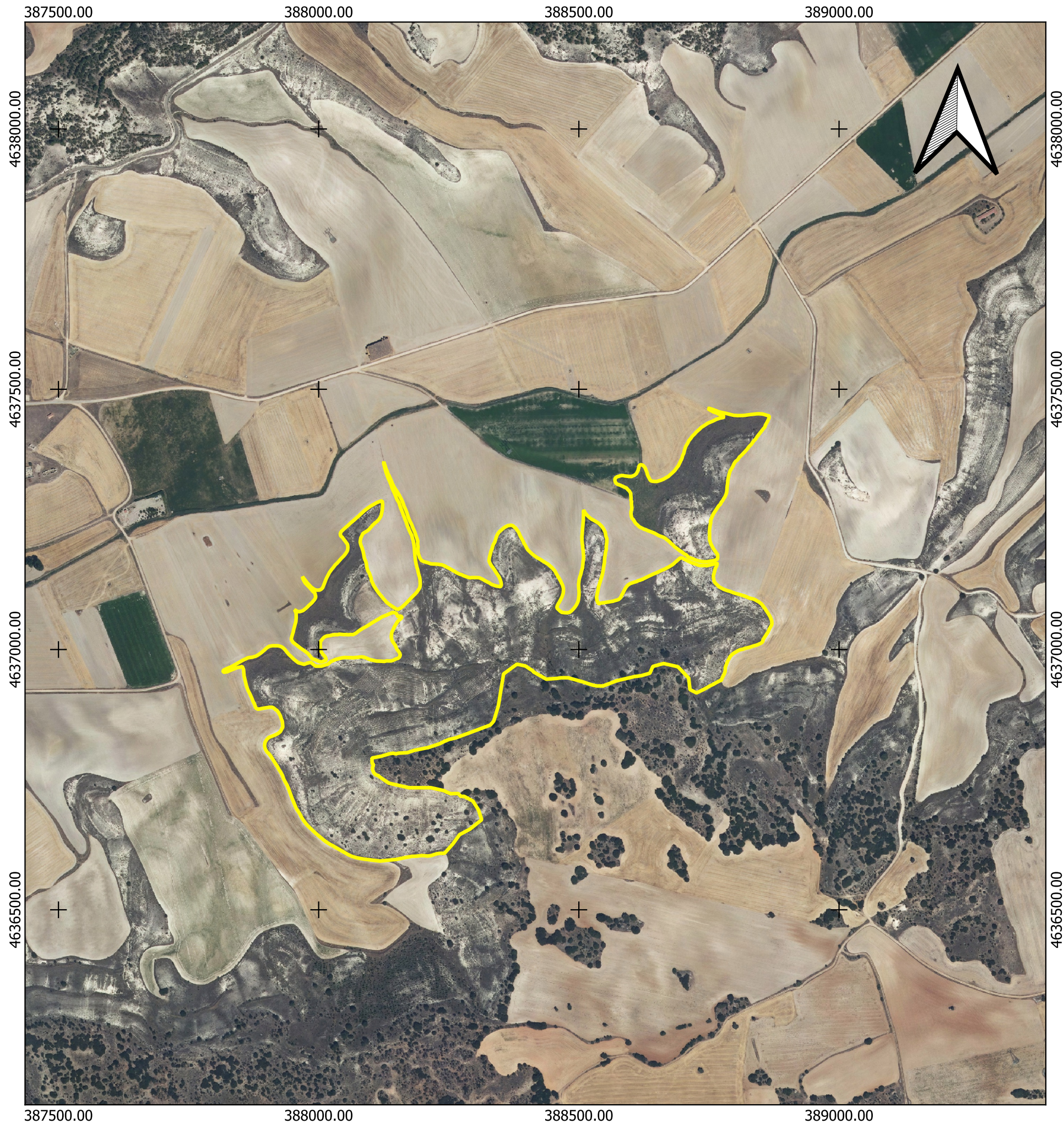



Leyenda	
	Zona proyecto
	Vías de acceso a reparar
Ortofoto de máxima actualidad PNOA	





 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PAENCIA) UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
TITULO PROYECTO Proyecto de restauración hidrológico forestal de 32 ha de cinco montes del municipio de Valle de Cerrato (Palencia)		
PLANO Reparación de vías de acceso	Nº PLANO 8	
INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA Sistema de referencia: ETRS89. Proyección cartográfica: UTM huso 30 norte.	ESCALA 1:10 000	FECHA Palencia, Octubre de 2021
PROMOTOR Universidad de Valladolid, Avenida de Madrid 44, 34004	FIRMA  Alba Magarzo Manchón Graduada en Ingeniería Forestal Fdo.: y del Medio Natural	

PLANO Nº9. CORTAFUEGOS PERIMETRAL



Leyenda	
	Cortafuegos perimetral
	Ortofoto de máxima actualidad PNOA

Este cortafuegos se hará siguiendo el perímetro de la zona del proyecto con un recorrido de 6,45 kilómetros en el que se abarcará una anchura de 8 metros con el paso de un buldócer, lo que tendrá una superficie total de 5,16 hectáreas.

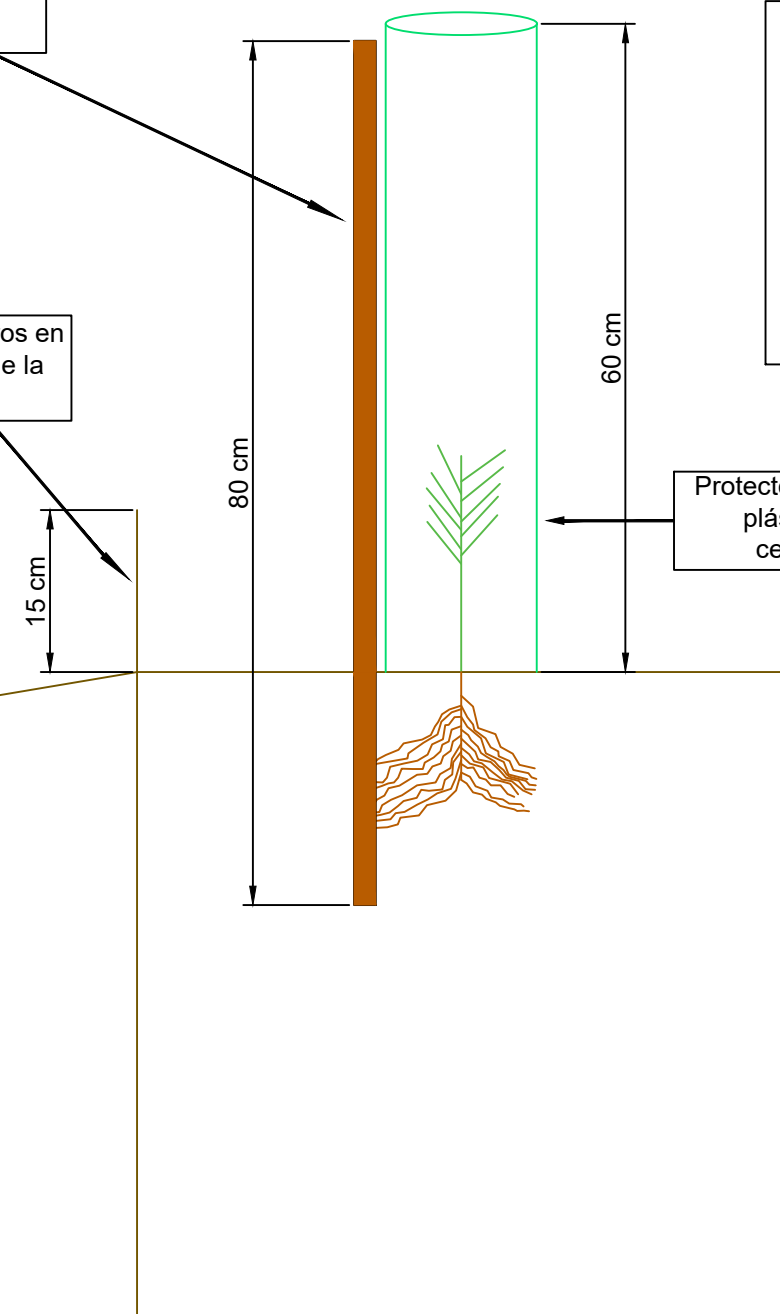
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA) UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
TÍTULO PROYECTO Proyecto de restauración hidrológico forestal de 32 ha de cinco montes del municipio de Valle de Cerrato (Palencia)		
PLANO Cortafuegos perimetral	Nº PLANO 9	
INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA Sistema de referencia: ETRS89. Proyección cartográfica: UTM huso 30 norte.	ESCALA 1:8000	FECHA Palencia, Octubre de 2021
PROMOTOR Universidad de Valladolid, Avenida de Madrid 44, 34004 Palencia		FIRMA  Alba Magarzo Manchón Graduada en Ingeniería Forestal y Fdo.: del Medio Natural

PLANO Nº10. DETALLE DE LA PLANTACIÓN



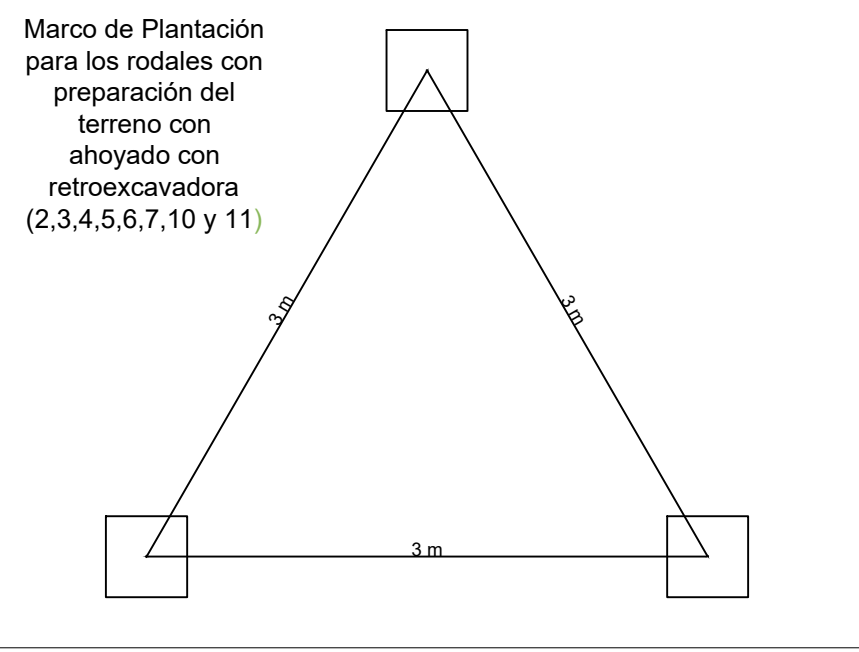
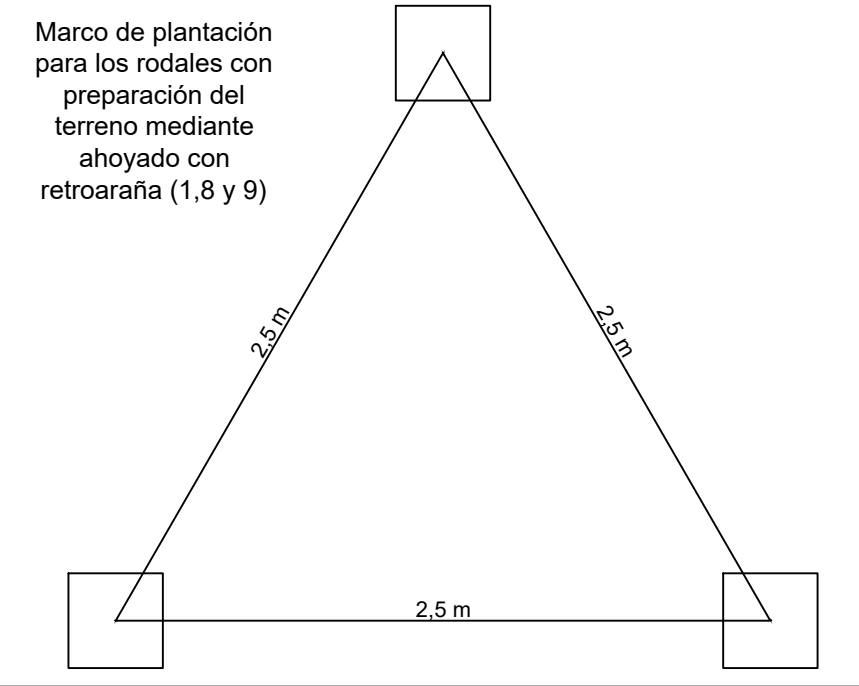
Tutor de acacia de 80 centímetros para asegurar el protector al terreno.

Alcorque de altura 15 centímetros en forma de media luna a favor de la pendiente.

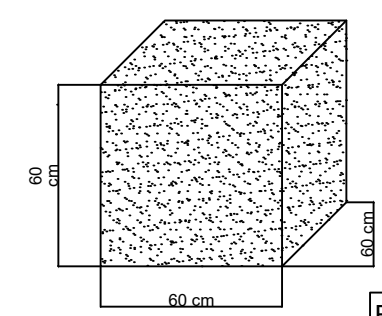


Esquema para la plantación de:
Pinus halepensis
Pinus pinea
Juniperus thurifera
Ephedra distachya
Amygdalus communis
Crataegus monogyna
Prunus spinosa
Sorbus domestica
 Todas ellas en sus correspondientes rodales y proporción (Véase Anejo VII. Ingeniería del proyecto)

Protector de planta de plástico de 60 centímetros



DETALLE HOYO DE PLANTACIÓN



E 1:25

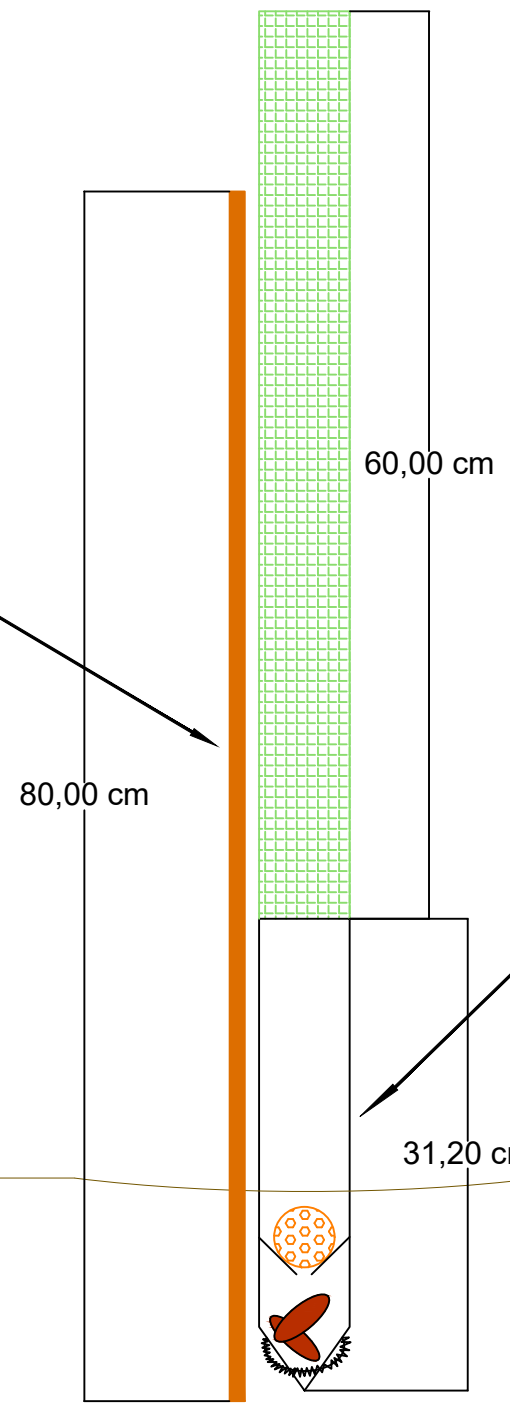
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA) UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
TITULO PROYECTO Proyecto de restauración hidrológico forestal de 32 ha de cinco montes del municipio de Valle de Cerrato (Palencia)		
PLANO Detalle de la plantación	Nº PLANO 10	
ESCALA 1:7	FECHA Palencia, Octubre de 2021	FIRMA
PROMOTOR Universidad de Valladolid, Avenida de Madrid 44, 34004, Palencia		Alba Magarzo Manchón Graduada en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

PLANO Nº11. DETALLE DEL PORTECTOR DE SEMILLAS (REQUE Y MARTÍN, 2015)



Dirección ladera abajo

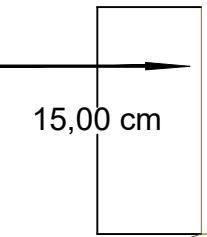
Tutor de acacia de 80 centímetros de altura que asegure la sujeción tanto del protector de semillas como del de plantas situado en la parte superior.



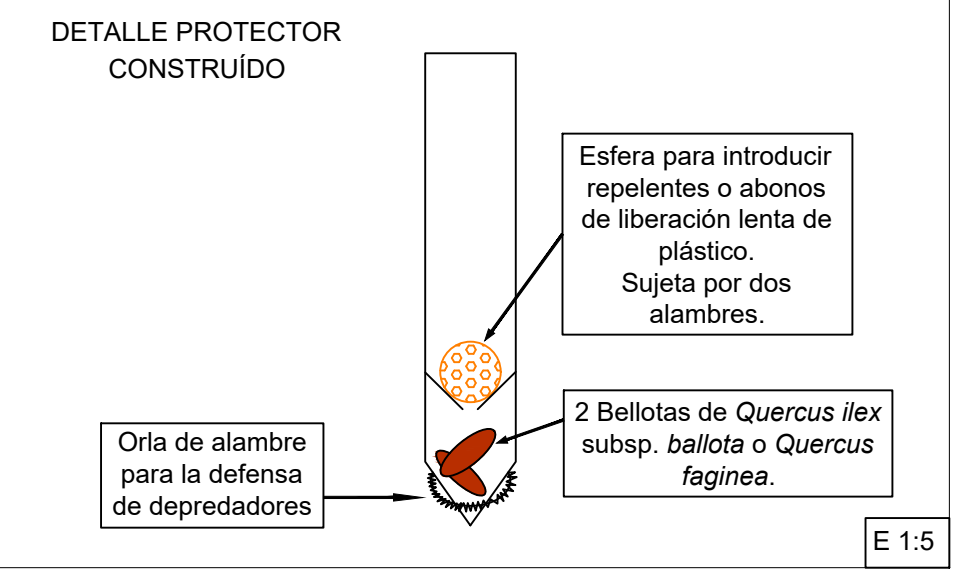
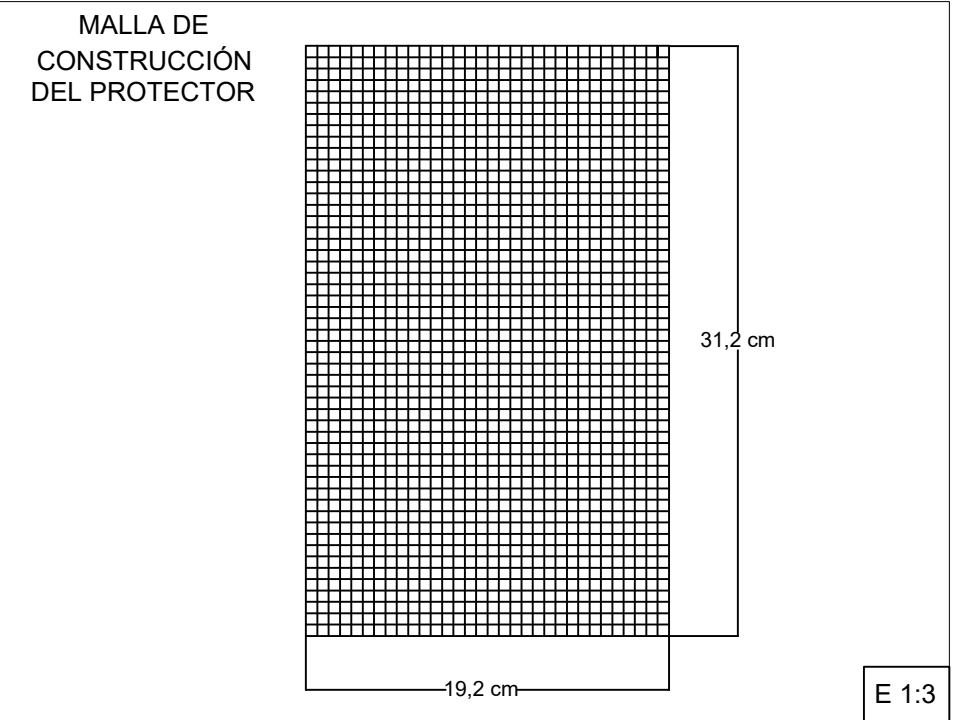
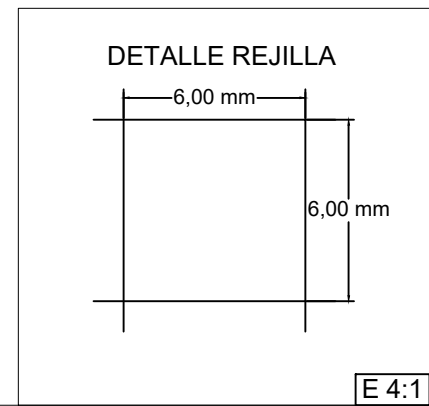
Colocación del protector de semillas (Reque y Martín, 2015), en su interior se colocarán bellotas de *Quercus ilex* subsp. *ballota* o *Quercus faginea*. Dos bellotas por protector.


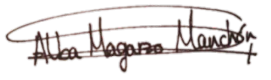
Protector de plantas de 60 centímetros para continuar con la protección una vez germine la semilla

Alcorque de altura 15 centímetros a favor de la ladera en forma de media luna para detener la escorrentía



Marcos de plantación y tamaño de los hoyos especificados en el Plano 10.



 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA) UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
TÍTULO PROYECTO Proyecto de restauración hidrológico forestal de 32 ha de cinco montes del municipio de Valle de Cerrato (Palencia)		
PLANO Detalle del protector de semillas (Reque y Martín, 2015)	Nº PLANO 11	
ESCALA 1:5	FECHA Palencia, Octubre de 2021	FIRMA 
PROMOTOR Universidad de Valladolid, Avenida de Madrid 44, 34004 Palencia		Alba Magarzo Manchón Graduada 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 restauración hidrológico forestal
de 32 ha de cinco montes del municipio de
Valle de Cerrato (Palencia)**

Documento 3. Pliego de Condiciones

Alumno/a: Alba Magarzo Manchón

Tutor/a: Joaquín Navarro Hevia

Octubre de 2021

TÍTULO I: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA EL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO FORESTAL DE 32 HA DE CINCO MONTES DEL MUNICIPIO DE VALLE DE CERRATO (PALENCIA)..... 2

CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA LA REPOBLACIÓN 2

1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS 2

1.1. Alcance de las condiciones..... 2

1.2. Localización de las obras 2

1.3. Objeto del proyecto..... 2

1.4. Instrucciones para la forma de tratamiento del suelo y de la vegetación existente en la zona de objeto del proyecto..... 2

1.5. Detalles de ejecución..... 3

2. UNIDADES DE OBRA 8

2.1. Condiciones generales de medición y abono..... 8

2.2. Condiciones generales que deben de cumplir los materiales..... 8

2.3. Forma de realizarse los trabajos-operaciones de repoblación 10

2.4. Programa de pruebas a las que ha someterse la repoblación 14

TÍTULO II: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO PARA EL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO FORESTAL DE 32 HA DE CINCO MONTES DEL MUNICIPIO DE VALLE DE CERRATO (PALENCIA) 19

1. DIRECCIÓN E INSPECCIÓN DE LAS OBRAS 19

1.1. Dirección de las obras 19

1.2. Ingeniero Director de las Obras 19

1.3. Unidad administrativa a pie de obra..... 19

1.4. Inspección de obras..... 19

1.5. Funciones del Ingeniero Director de las Obras 19

1.6. Representante del contratista 20

1.7. Partes e informes 21

1.8. Órdenes al contratista..... 21

1.9. Libro de órdenes..... 21

2. TRABAJOS PREPARATORIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS 21

2.1. Comprobación del replanteo..... 21

2.2. Fijación de los puntos de replanteo y conservación de los mismos 21

3. DESARROLLO Y CONTROL DE LAS OBRAS 22

3.1. Replanteo de detalle de las obras..... 22

3.2. Equipos y maquinaria 22

3.3.	Ensayos.....	22
3.4.	Materiales.....	22
3.5.	Trabajos nocturnos.....	23
3.6.	Trabajos no autorizados y trabajos defectuosos.....	23
3.7.	Construcción y conservación de desvíos.....	23
3.8.	Señalización de las obras.....	23
3.9.	Precauciones especiales durante la ejecución de las obras.....	24
3.10.	Modificaciones de obra.....	24
4.	RESPONSABILIDADES ESPECIALES DEL CONTRATISTA DUTANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA	25
4.1.	Daños y perjuicios.....	25
4.2.	Objetos encontrados.....	25
4.3.	Evasión de contaminaciones.....	25
4.4.	Permisos y licencias.....	26
4.5.	Personal del contratista.....	26
4.6.	Edificios o materiales que la administración forestal entregue al contratista para su utilización.....	26
4.7.	Envases recuperables.....	26
5.	DISPOSICIONES GENERALES	26
5.1.	Periodos de ejecución.....	26
5.2.	Conservación durante la ejecución y plazo de garantía.....	27
6.	DISPOSICIONES VARIAS.....	28
6.1.	Cuestiones no previstas en este pliego.....	28
TÍTULO III. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA PARA EL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO FORESTAL DE 32 HA DE CINCO MONTES DEL MUNICIPIO DE VALLE DE CERRATO (PALENCIA).....		29
1.	MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS	29
1.1.	Medición de las obras.....	29
1.2.	Abono de las obras.....	29
1.3.	Otros gastos por cuenta del contratista.....	32
TÍTULO IV. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL PARA EL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO FORESTAL DE 32 HA DE CINCO MONTES DEL MUNICIPIO DE VALLE DE CERRATO (PALENCIA).....		33
1.	DOCUMENTOS QUE DEFINEN.....	33
1.1.	Descripción.....	33
1.2.	Planos.....	33

Alumno/a: Alba Magarzo Manchón

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

1.3.	Contradicciones, omisiones o errores.....	33
1.4.	Planos de detalle	34
1.5.	Documentos que se entregan al contratista.....	34
1.6.	Rescisión del contrato	35
1.7.	Tramitación de propuestas	35
1.8.	Cuestiones no previstas en el Pliego	37

En el presente Pliego de Condiciones, dirigido a las obras de restauración hidrológico forestal de unas laderas que conforman cinco montes del municipio de Valle de Cerrato, en Palencia, se desarrollan una serie de instrucciones para el desarrollo de las obras planteadas, y contiene la información y condiciones técnicas necesarias referidas a materiales, plantas y maquinaria con sus respectivas instrucciones y detalles necesarios para una ejecución correcta de las obras.

Las condiciones e instrucciones citadas a lo largo de este Pliego serán aplicadas en las obras de restauración hidrológico forestal del municipio de Valle de Cerrato para las que han sido desarrolladas, y serán controladas, inspeccionadas y dirigidas por el ingeniero que haya sido determinado para esta labor.

Cualquier modificación que se haga durante el desarrollo de la obra será puesta en conocimiento de la Dirección Facultativa, sin cuya autorización no será realizada.

La estructura del Pliego de Condiciones es la siguiente:

- 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.

TÍTULO I: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA EL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO FORESTAL DE 32 HA DE CINCO MONTES DEL MUNICIPIO DE VALLE DE CERRATO (PALENCIA)

CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA LA REPOBLACIÓN

1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

1.1. Alcance de las condiciones

Las citadas prescripciones van a ser aplicadas en los casos que corresponda su aplicación en las obras que pertenezcan a la repoblación de este Proyecto, cuya descripción aparece en la Memoria del presente.

Contiene aquellas condiciones técnicas que, además de las particulares que se establezcan en el contrato, deberán regir durante la ejecución de las obras.

1.2. Localización de las obras

Las obras se realizan en el término municipal de Valle de Cerrato, perteneciente a la provincia de Palencia, en las laderas que conforman 5 montes con un total del 32 hectáreas pertenecientes al mismo municipio.

1.3. Objeto del proyecto

La repoblación que se plantea tiene una finalidad protectora, por lo tanto, todos los trabajos así como obras y operaciones necesarias tendrán que cumplir con este objetivo, siendo ejecutadas de acuerdo con los Planos y lo detallado en este Pliego.

Todas las obras que se encuentran a continuación figuran en el proyecto por lo que deberán ejecutarse salvo modificaciones ordenadas por el Ingeniero Director de las Obras.

Será necesario seguir los Planos detallados en este proyecto donde se encontrarán las referencias planimétricas y altimétricas así como las delimitaciones necesarias para la correcta ubicación y realización para la repoblación.

1.4. Instrucciones para la forma de tratamiento del suelo y de la vegetación existente en la zona de objeto del proyecto

1.4.1. Tratamiento del suelo: Sistema de preparación

El suelo compone un factor fundamental sobre el que debe asentarse la repoblación por lo que deberá tenerse en cuenta, y con el gran peso que corresponde a este factor, en el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, lo relativo a su tratamiento de forma que el objetivo, ya sea productor o protector, de la repoblación se cumpla siguiendo los postulados ecológicos básicos y asimismo, se busca que la

vegetación que quede implantada posterior al tratamiento del suelo logre mejora este medio físico y cumpla con lo establecido para este proyecto.

Es importante considerar las observaciones que se han hecho en la Memoria con respecto a pendientes o características edáficas que han sido destacadas a la hora de hacer una evaluación del medio en el que se ubica el presente proyecto.

Para lograr los objetivos de este proyecto, se establece que el método más adecuado para tratar el terreno es el ahoyado con retroexcavadora o con retroaraña, en función de la pendiente que presente el rodal correspondiente, siguiendo la línea de máxima pendiente formando microcuencas alrededor de los hoyos con el fin de aumentar la retención de la escorrentía junto con un alcorque que contribuya a esta retención de la escorrentía y ponga a disposición de la planta un mayor volumen de agua.

1.4.2. Tratamiento de la vegetación preexistente

Toda obra de repoblación, siempre que sea posible, debe hacer una recreación de la masa primitiva forestal o acercarse a la vegetación climática de la zona, o algo que sin llegar a serlo cumpla con sus objetivos de protección o producción, y nunca tan alejado que se presente como algo irreversible.

Según lo establecido a lo largo del documento de la Memoria de este Proyecto, no será necesario realizar un tratamiento de la vegetación preexistente.

Cualquier variación de lo expuesto anteriormente durante la ejecución de las obras, por no haberse tenido en cuenta en el Proyecto debe de ser competencia exclusiva del Ingeniero Director de las Obras.

1.5. Detalles de ejecución

1.5.1. Procesos en la repoblación

La repoblación se va a ejecutar en dos fases, en la primera se llevará a cabo la preparación del terreno y en la segunda, la plantación, siembra y colocación de los protectores.

Actuaciones sobre la preparación del terreno

Los métodos que se han decidido aplicar en los rodales se han elegido en función de la pendiente que hay en cada uno de ellos:

- En los rodales 1, 8 y 9, en los que hay unas pendientes iguales o superiores al 30% por lo que se establece que la preparación del terreno se hará utilizando un ahoyado mecanizado con retroaraña, maquinaria especialmente adaptada para terrenos forestales de pendientes más pronunciadas. Está provista de dos ruedas y dos patas hidráulicas extensibles, con una potencia de 100 CV. Trabaja avanzando por la ladera mientras apoya su cazo en el suelo, como punto de apoyo, al excavar deposita la misma tierra que ha sido extraída sobre el mismo hoyo. Las dimensiones de los hoyos realizados serán de 60 x 60 x 60 cm. Previamente se realizará el marcado de los hoyos de forma manual.
- En los rodales 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10 y 11, al tener una pendiente menor, entre el 5 y el 25%, en función del rodal se producen ciertas variaciones se decide que el

método más adecuado para la preparación del terreno es un ahoyado mecanizado con retroexcavadora con una potencia aproximada de 95 CV. Esta máquina trabaja desplazándose en línea de máxima pendiente, se estaciona en un punto y excava los hoyos que tenga al alcance de su brazo hidráulico, deposita la tierra sobre el mismo hoyo. Previamente se realizará el marcado de los hoyos de forma manual.

Las características de la zona de a repoblación, distribución en el espacio y las actuaciones proyectadas en ella quedan descritas más ampliamente en los documentos de Memoria, Anejos y Planos, por lo que esta información no se incluye de nuevo en el Pliego.

Plantación y colocación de los protectores

Las pendientes de la zona son bastante marcadas por lo que la utilización de maquinaria para llevar a cabo la plantación es completamente inviable, por lo que se realizará de forma manual.

La densidad de planta varía en función de la pendiente de los rodales, a mayor pendiente mayor será la densidad con el fin de asegurar el éxito de la repoblación. Para los rodales 1, 8 y 9, la densidad será de 1600 plantas/ha mientras que para el resto de los rodales, es decir 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10 y 11, de menor pendiente, será de 1100 plantas/ha. La necesidad de planta variará en función de la superficie de los rodales.

El marco que se va a aplicar va a ser al tresbolillo, para los rodales de mayor pendiente en los que la preparación del terreno es con retroaraña, es decir 1, 8 y 9, será de 2,5 x 2,5 metros, mientras que, para el resto de los rodales, con menor densidad y pendiente, también será un marco al tresbolillo pero con una distancia de 3 x 3 metros.

Para conseguir una buena protección de las plántulas, eficaces tanto para herbívoros de la zona como conejos u otros mamíferos, se colocarán unos protectores compuestos por una malla de plástico rígido de una altura de 60 centímetros alrededor de cada plántula, estos protectores se recuperarán una vez se haya superado la edad de peligro.

Siembra y colocación de los protectores

Al igual que ocurre con la plantación, debido a las altas pendientes este proceso no se puede mecanizar, por lo que se tendrá que hacer manualmente. La densidad y la necesidad de semilla va a variar en función del rodal en el que se esté ejecutando la siembra.

De forma simultánea se colocará el respectivo protector de siembra (Reque y Martín, 2015, nº patente: ES 2383420 A1) para proteger la semilla de la depredación de herbívoros que estará hecha de malla metálica cuenta con un embudo en la parte inferior que cierre completamente el protector para impedir el acceso a la semilla, además contará con un protector de planta unido a la parte superior como los colocados en los brinzales para continuar protegiéndola una vez haya germinado y se esté desarrollando. Serán retirados una vez la semilla haya germinado y la plántula resultante haya alcanzado un tamaño suficiente.

1.5.2. Descripción de las obras

Las obras se realizan de acuerdo con los Planos, las prescripciones presentes en este Pliego y las órdenes complementarias del Ingeniero Director de las Obras.

Localización de las obras

Las obras descritas en este proyecto se realizan en el término municipal de Valle de Cerrato, en la provincia de Palencia, afectando a 5 montes del mismo municipio llamados 'La Fuente', 'La Requejada', 'Valdepú', 'Sendero Castrillo' y 'Pilondra'.

La superficie de la zona a repoblar es de 32 ha. La distribución de la zona de la repoblación se encuentra indicada en la Memoria, Anejos y Planos del presente proyecto.

Apeo de los rodales

Los rodales de repoblación se han determinado en función de la homogeneidad que presenta el terreno respecto a la pendiente, ya que todo el terreno presentaba grandes similitudes respecto a vegetación y suelo, la pendiente iba a ser el factor más limitante para elegir el método de preparación del terreno.

En función del presente planteamiento, la zona a repoblar ha sido dividida en 4 rodales, definidos, localizados y caracterizados tanto en la Memoria como en los Planos de este Proyecto.

Las actuaciones en los diversos rodales se encuentran resumidas a continuación:

- Rodal 1

Superficie: 2,49 ha

Pendiente: 25-30%

Preparación del terreno: Ahoyado con retroaraña

Método de plantación: Manual

Densidad: 1600 plantas/ha

Marco de plantación: 2,5 x 2,5 m

Especies a implantar: *Pinus halepensis* (70%), *Pinus pinea* (20%) y *Crataegus monogyna* (10%).

- Rodal 2

Superficie: 5,52 ha

Pendiente: 5-15%

Preparación del terreno: Ahoyado con retroexcavadora

Método de plantación: Manual

Densidad: 1100 plantas/ha

Marco de plantación: 3 x 3 m

Especies a implantar: *Pinus halepensis* (70%), *Amygdalus communis* (15%) y *Juniperus thurifera* (15%).

- Rodal 3
Superficie: 3,39 ha
Pendiente: 5-15%
Preparación del terreno: Ahoyado con retroexcavadora
Método de plantación/siembra: Manual
Densidad: 1100 plantas/ha
Marco de plantación: 3 x 3 m
Especies a implantar: *Pinus halepensis* (70%), *Sorbus domestica* (10%) y *Quercus faginea* (20%).
- Rodal 4
Superficie: 2,69 ha
Pendiente: 5-15%
Preparación del terreno: Ahoyado con retroexcavadora
Método de plantación/siembra: Manual
Densidad: 1100 plantas/ha
Marco de plantación: 3 x 3 m
Especies a implantar: *Pinus halepensis* (70%), *Quercus ilex* subsp. *ballota* (15%) y *Amygdalus communis* (15%).
- Rodal 5
Superficie: 3,56 ha
Pendiente: 15-25%
Preparación del terreno: Ahoyado con retroexcavadora
Método de plantación: Manual
Densidad: 1100 plantas/ha
Marco de plantación: 3 x 3 m
Especies a implantar: *Pinus halepensis* (90%) y *Sorbus domestica* (10%).
- Rodal 6
Superficie: 2,56 ha
Pendiente: 15-20%
Preparación del terreno: Ahoyado con retroexcavadora
Método de plantación: Manual
Densidad: 1100 plantas/ha
Marco de plantación: 3 x 3 m
Especies a implantar: *Pinus halepensis* (90%) y *Crataegus monogyna* (10%).

- Rodal 7
Superficie: 1,26 ha
Pendiente: 15-20%
Preparación del terreno: Ahoyado con retroexcavadora
Método de plantación/siembra: Manual
Densidad: 1100 plantas/ha
Marco de plantación: 3 x 3 m
Especies a implantar: *Pinus halepensis* (70%), *Pinus pinea* (15%) y *Quercus faginea* (15%).
- Rodal 8
Superficie: 3,56 ha
Pendiente: 20-30%
Preparación del terreno: Ahoyado con retroaraña
Método de plantación: Manual
Densidad: 1600 plantas/ha
Marco de plantación: 2,5 x 2,5 m
Especies a implantar: *Pinus halepensis* (85%), *Juniperus thurifera* (10%) y *Prunus spinosa* (5%).
- Rodal 9
Superficie: 2,24 ha
Pendiente: 20-30%
Preparación del terreno: Ahoyado con retroaraña
Método de plantación: Manual
Densidad: 1600 plantas/ha
Marco de plantación: 2,5 x 2,5 m
Especies a implantar: *Pinus halepensis* (75%), *Juniperus thurifera* (15%) y *Prunus spinosa* (10%).
- Rodal 10
Superficie: 2,24 ha
Pendiente: 15-25%
Preparación del terreno: Ahoyado con retroexcavadora
Método de plantación/siembra: Manual
Densidad: 1100 plantas/ha
Marco de plantación: 3 x 3 m

Especies a implantar: *Pinus pinea* (85%), *Quercus faginea* (10%) y *Ephedra distachya* (5%).

- Rodal 11

Superficie: 2,65 ha

Pendiente: 15-25%

Preparación del terreno: Ahoyado con retroexcavadora

Método de plantación/siembra: Manual

Densidad: 1100 plantas/ha

Marco de plantación: 3 x 3 m

Especies a implantar: *Pinus halepensis* (85%), *Quercus ilex* subsp. *ballota* (10%) y *Ephedra distachya* (5%).

2. UNIDADES DE OBRA

2.1. Condiciones generales de medición y abono

Todos los precios unitarios, a los que se refieren las normas de medición y abono contenidas en este apartado del presente Pliego de Condiciones, se entenderá que incluyen siempre el suministro, manipulación y empleo de todos los materiales, maquinaria y mano de obra necesaria para la ejecución, así como las necesidades circunstanciales que se requieran para que la obra se realice con arreglo a lo especificado en este Pliego y en los Planos, siendo todo aprobado por la Administración.

Se entenderá también que están incluidos todo lo que esté relacionado con la reparación de daños inevitables que se produzcan en la maquinaria a lo largo de la ejecución de las obras así como la conservación de la misma durante el plazo de garantía de las obras.

2.2. Condiciones generales que deben de cumplir los materiales

Todos los materiales que se han de utilizar en las obras tienen que cumplir las condiciones que se hayan establecido en este Pliego de Condiciones al igual que la condiciones establecidas en la normativa vigente y deben de ser aprobados por el Ingeniero Director de las Obras.

El contratista tiene la libertad para obtener los materiales que las obras precisen a lo largo de las mismas que él estime convenientes sin modificación de los precios establecidos en el presente Proyecto.

En el caso de que el vivero de origen no esté fijado en el proyecto, el contratista puede obtener la planta de los viveros de suministro que a él le parezcan oportunos exigiendo, en todos los casos, la procedencia que señalen los documentos informativos del proyecto así como teniendo en cuenta las observaciones complementarias que pueda realizar el Ingeniero Director de las Obras.

El contratista tiene el deber de informar al Ingeniero Director el vivero del que se propone obtener la planta con una antelación suficiente y, si dicho ingeniero lo

requiere, aportando las muestras y datos necesarios para demostrar la posibilidad de aceptación tanto por calidad como por cantidad.

La Administración no asume la responsabilidad de asegurar que el contratista encuentre el lugar de procedencia elegido al igual que tampoco asegurará la planta en cantidades adecuadas para las repoblaciones proyectadas en el momento de su ejecución.

En ningún caso podrá ser utilizada planta que no haya sido aprobada por el Ingeniero Director. La aceptación de una planta en cualquier momento no supondrá un obstáculo para que no sea aceptada en un futuro en el caso de que se encuentre algún defecto respecto a su calidad.

Se contempla la posibilidad de que el contratista acopie planta que no cumpla con las condiciones expuestas en este Pliego, en este caso, el Ingeniero Director dará las órdenes pertinentes para que, sin peligro de que se produzca una confusión, sean separadas de aquellas plantas que sí cumplan y sustituidas por otras que sean adecuadas para lo establecido.

Cuando la planta proceda de viveros de la Administración o sea proporcionada por ésta, el contratista dará visto bueno a su calidad mediante un acta levantada al efecto.

El contratista deberá cumplir con el mayor rigor posible las instrucciones sobre manejo y cuidado de la planta que queden detalladas en este Pliego. Si se incumple cualquiera de las instrucciones, será el Ingeniero Director el que pueda ordenar la eliminación de la planta maltratada que, en el caso de que haya sido proporcionada por la Administración, será cargada al contratista al precio que figure en el proyecto.

El contratista deberá cumplir con la normativa europea de Comercialización de Material Genético, aportando documentos tales como el Pasaporte Sanitario o el Certificado de Procedencia de la Semilla.

Las plantas que se empleen para la repoblación deben tener un aspecto que demuestre no haber sufrido desecaciones o temperaturas elevadas durante el transporte, especialmente respecto a la turgencia y coloraciones adecuadas. Se tendrá especial cuidado también con su estado fitosanitario.

Bajo ningún concepto serán aceptadas procedencias de plantas cuyo origen no se encuentre en la Península Ibérica.

Las características de la planta a utilizar, según las especies vendrán dadas por los valores mínimos exigibles de los siguientes parámetros:

- **Altura:** definida por la longitud desde el extremo de la yema terminal al cuello de la raíz.
- **Edad:** se determina por el número de savias o tiempo de permanencia en el vivero hasta que se traslada al monte. En años o periodos vegetativos.
- **Estado:** la planta a utilizar no debe presentar signos de enfermedad ni coloraciones que puedan deberse a deficiencias nutritivas o a haber sufrido temperaturas elevadas o desecaciones durante el proceso de transporte. Hay que tener especial cuidado distinguiendo las coloraciones producidas por deficiencias nutricionales con aquellas que se deben a heladas.

- Forma del sistema radical: ramificado de forma adecuada y se evitará en todo caos planta que presente raíces ascendentes.
- Hojas y ramificaciones: las coníferas deben de tener el tipo de acículas que corresponde a su edad en vivero, bien ramificadas. Aquella planta de tallo espigado y sin ramificar será rechazada ya que no superará el mínimo exigible para el diámetro de la raíz. Se rechazarán también las plantas que tengan una fuerte curvatura en el tallo o las que tengan tallos múltiples. La planta no debe presentar heridas sin cicatrizar dado que estas pueden favorecer el ataque de insectos y son más susceptibles a enfermedades.
- Robustez: definida por el diámetro del cuello de la raíz.
- Relación raíz – parte aérea: tiene que estar equilibrado, el peso de cada una de las partes no debe superar 1,8 veces el de la otra.
- Teniendo en cuenta que se está utilizando mayormente planta en contenedor, se comprobará que el sustrato del envase no esté muy compactado y que presente cierta humedad en el momento previo a la plantación. Los envases utilizados deberán tener implementados sistemas que eviten la espiralización de la raíz para evitar que la raíz se enrolle y se produzca su estrangulamiento, además, las paredes tienen que ser impermeables para que las raíces no pasen de un contenedor a otro. En el vivero, los envases tendrán que estar a una altura adecuada para que se produzca un buen repicado.

Los valores mínimos exigibles para la planta a introducir en la repoblación son los siguientes:

- 1 savia
- Planta en contenedor
- Todos los materiales forestales deben disponer del pasaporte fitosanitario y del documento del proveedor regulado por el RD 289/2003 y demás disposiciones aplicables.

Además, deberán cumplir con la región de procedencia de algunas especies introducidas en el presente proyecto, son la siguientes:

Pinus halepensis: Repoblaciones de la Meseta Norte

Pinus pinea: Meseta Norte

Quercus faginea: Páramos castellanos

Quercus ilex subsp. *ballota*: Cuenca central del Duero

Amygdalus communis: Páramos del Duero-Fosa Almazán/Tierras del pan y del vino

2.3. Forma de realizarse los trabajos-operaciones de repoblación

Tanto las operaciones que comprenden la repoblación como la forma de realizarse varían según las condiciones particulares que presente cada proyecto.

2.3.1. Preparación del terreno

Proceso operativo: Ahoyado mecanizado con retroaraña

Este es el proceso operativo que ha sido seleccionado para los rodales 1, 8 y 9. La máquina que se ha decidido utilizar, como se ha descrito anteriormente en este Pliego, es una retroaraña, especializada en trabajar en terrenos forestales con pendientes pronunciadas.

Esta máquina tendrá una potencia de 100 CV y con un cazo de hasta 1 m³. Antes de realizar el ahoyado, es necesario hacer un marcado previo con el marco elegido, en estos rodales el marco al tresbolillo será de 2,5 x 2,5 m, con el que se conseguirá una densidad de 1600 pies/ha.

La máquina se desplazará por la ladera apoyándose sobre el cazo. Los hoyos por realizar tendrán unas medidas de 60 x 60 x 60 cm, con lo que la operación de extracción de tierra sobre cada hoyo se realizará varias veces.

Proceso operativo: Ahoyado mecanizado con retroexcavadora

Este es el proceso operativo que ha sido seleccionado para los rodales 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10 y 11, de menor pendiente que los anteriores.

La máquina utilizada es una retroexcavadora de cadenas especializada para trabajar en terrenos forestales, con una potencia de aproximadamente 95 CV y equipada con un cazo de hasta 1 m³.

Opera desplazándose en línea de máxima pendiente, a medida que se mueve por el terreno va realizando los hoyos que previamente han sido marcados con un marco al tresbolillo de 3 x 3 m, con lo que se consigue en estos rodales una densidad de 1100 plantas/ha.

La operación con el cazo se efectuará el número de veces necesarias para obtener las medidas establecidas de 60 x 60 x 60 cm para cada hoyo de plantación.

2.3.2. Plantación

La plantación se hará en los hoyos que hayan sido abiertos tanto en el ahoyado con retroaraña (rodales 1, 8 y 9) como con el ahoyado con retroexcavadora (rodales 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10 y 11).

El punto de plantación será el hoyo abierto, y en cualquier caso, cada punto de plantación deberá tener el terreno suelto y estar libre de matorral o piedras.

La planta se extraerá de su respectivo envase con cuidado para que no se desmorone el cepellón.

La planta extraída se sujetará con una mano a la altura del cuello de la raíz introduciéndola en el hoyo hasta que quede ligeramente por debajo del nivel del suelo. El hoyo en el que ha sido introducida la planta se tapaná con la tierra que ha sido extraída, comprobando que las raíces han sido introducidas de forma vertical y compactando la tierra mediante un ligero pisoteo para evitar que queden huecos o cámaras de aire en el interior.

La herramienta que se va a utilizaren esta labor es una azada de boca estrecha.

Los envases de planta deberán de ser recogidos con el fin de no crear residuos, cumpliendo así con la normativa, así como por el efecto negativo que tienen no sólo en el ambiente si no también a nivel visual.

Posteriormente, se comprobará que la planta ha sido correctamente plantada y que el número se corresponde al indicado en el Proyecto.

La época de plantación queda especificada en el Título II del presente Pliego de Condiciones.

Las plantas constituyen un material muy delicado por lo que su manejo deberá presentar un cuidado especial:

- Previo a la introducción de la planta en el terreno, se protegerán en todo momento de la desecación, luz directa, calor excesivo, asfixia, congelación, roturas, variaciones bruscas en la temperatura y contacto con sustancias tóxicas o perjudiciales.
- No se formarán grandes montones de planta para permitir la libre circulación de aire entre las bandejas.
- La planta será transportada a primera hora de la mañana para evitar horas de calor y siempre con vehículos cubiertos.
- Las plantas deben quedar espaciadas y enterradas, sin raíces en la superficie y con un mínimo de 10 cm de tierra sobre ellas.
- Durante la plantación, el número de plantas que lleve cada obrero será el que pueda llevar con holgura pero evitando riesgos de caída con el fin de perder la menor cantidad de planta posible. En ningún caso se dejarán plantas sin utilizar para detenerse ya que supondría exponer durante mucho tiempo las plantas al sol.
- Cada planta deberá manejarse con destreza, separarse con cuidado de las demás y depositarse con rapidez y destreza sobre el hoyo de la plantación.

2.3.3. Colocación de los protectores de plántulas

La colocación de los protectores se hará simultánea a la plantación.

Los protectores que se van a colocar consisten en una malla rígida de plástico con forma cilíndrica y con una altura de 60 centímetros. Se colocan alrededor de cada plántula para protegerlas tanto de los ataques de herbívoros como de las inclemencias del tiempo, ya que estos protectores crean en el interior del tubo una especie de microclima favorable para el crecimiento de la planta. Junto con el protector, un tutor de acacia de 80 centímetros de altura que lo fije bien al terreno.

Este tipo de protectores no producen ningún cambio físico a la morfología de las plantas y se deben retirar una vez éstas hayan alcanzado porte suficiente como para no correr riesgo de depredación, y así tampoco se producirán deformaciones en la ramificación.

Los protectores son recuperables, con lo que una vez retirados, se podrá recuperar parte de la inversión realizada en ellos.

2.3.4. Siembra

La siembra se realizará en los hoyos sobrantes de la plantación en los cuatro rodales que conforman la repoblación de este proyecto. Esta siembra se hará con las especies que se ha decidido introducir pertenecientes al género *Quercus*, más concretamente serán *Quercus faginea* y *Quercus ilex* subsp. *ballota*, con el fin de aumentar el éxito de estas especies en la presente repoblación.

El punto de siembra será el hoyo abierto con la ayuda de una azada de boca estrecha, y en cualquier caso, cada punto de siembra deberá estar libre de matorral o piedras.

La semilla se introducirá en el suelo dentro de un protector de semillas de Eduardo Martínez fabricado con una malla metálica al que se le añade en la parte superior un protector de plántulas como los colocados para los brinzales, dentro de cada protector de semillas habrá dos semillas de la misma especie para así poder asegurar la germinación de al menos, una de ellas.

Antes de la siembra, la semilla deberá almacenarse en buenas condiciones con el fin de que no pierda su viabilidad, habrá que tener especial cuidado ya que las semillas de estas especies son recalcitrantes por lo que no aguantan mucho tiempo conservadas, será necesario mantenerlas a una temperatura y humedad adecuadas además de comprobar su viabilidad previamente a su introducción en el terreno, una forma fácil y rápida de hacerlo es sumergirlas en agua y aquellas que floten, no son válidas y serán retiradas.

La época de siembra queda detallada en el Título II del Pliego de Condiciones presente en este Proyecto.

2.3.5. Colocación de los protectores de semillas

La colocación de estos protectores de semilla (Reque y Martín, 2015, nº patente: ES 2383420 A1) se hará de forma simultánea a la siembra ya que en su interior se colocan las semillas. Estos protectores consisten en una malla de metálica con forma cilíndrica en cuya parte inferior se colocan las semillas y esta se cierra con forma de embudo para que los posibles depredadores no puedan acceder a ella ni excavando. Junto con el protector será necesario colocar también un tutor de acacia para fijar tanto el protector de semillas como el de planta localizado en la parte superior.

El hoyo en el que serán introducidos se hará con una azada de boca estrecha consiguiendo una profundidad de 10 a 15 centímetros, se echa tierra sin piedras hasta cubrir las semillas, encima de estas semillas se coloca una pelota de plástico para evitar el acceso de depredadores hasta ella, se continúa echando tierra hasta que dicha pelota quede también cubierta. La tierra no se compactará, debe quedar suelta para facilitar la germinación de la semilla.

Una vez la semilla haya germinado y la plántula resultante tenga una altura suficiente, este protector será retirado. En el caso de que hayan germinado con éxito las dos semillas, será necesario escoger a una de las dos plántulas resultantes, eliminando la otra de forma simultánea a la que se van quitando los protectores.

2.3.6. Trabajos complementarios

En este Proyecto han sido incluidos una serie de trabajos complementarios expuestos a continuación y más detalladamente en la Memoria, Anejos y Planos que lo componen, con el fin de aumentar la calidad de la masa:

- Reparación de caminos

Se propone la reparación de los caminos que sirven de acceso a la zona del Proyecto previo a la preparación del terreno con el fin de que éstos estén en perfecto estado a la hora de pasar la maquinaria y el personal de obra.

Se utilizará una retroexcavadora provista de un cazo con el fin de recuperar la anchura útil del camino de 3,5 metros, rellenando con material existente en la pista.

Este trabajo se efectuará una semana antes al comienzo de la preparación del terreno y, en caso de que se produzcan fuertes episodios de lluvia que hayan podido afectar al estado del firme, se valorará una actuación sobre el mismo, con la aprobación del Ingeniero Director de Obra.

- Riegos

En el presente proyecto se incluyen una serie de riegos mensuales durante la época estival, a lo largo de los dos primeros años con el fin de asegurar el éxito de la repoblación y reducir las marras lo máximo posible.

Se propone hacer un riego a mediados de cada mes, comenzando en el mes de junio y finalizando en el mes de septiembre. Tanto la dosis como el número de riegos se podrán adaptar en función de las precipitaciones previstas con la aprobación pertinente del Ingeniero Director de Obra.

- Cortafuegos perimetral

Con el fin de romper con la continuidad del combustible, además de las posteriores podas, claras y clareos previstas en la plantación con el paso de los años, se propone hacer un cortafuegos con un fin preventivo frente a los incendios forestales.

Se hará un desbroce con un tractor de cadenas, evitando el decapado debido al impacto visual que tiene este sobre el terreno además de un efecto negativo sobre la restauración hidrológica.

Se prevé que se efectúe a lo largo del invierno junto con la campaña de prevención de incendios forestales.

2.4. Programa de pruebas a las que ha someterse la repoblación

Para el control de la ejecución de las obras de repoblación, se establecerá un programa de pruebas en dos etapas, la primera durante la ejecución de los trabajos y la segunda, una vez haya finalizado la garantía.

2.4.1. Pruebas durante la ejecución de los trabajos

Fase de preparación del terreno

Se centrará en la distribución y dimensiones de los hoyos, especialmente en la profundidad de estos.

Fase de plantación y colocación de los protectores

- Descalce de plantas 1 ó 2 días después de la plantación para comprobar la posición de la raíz.
- Ligero intento de arranque de las plantas para comprobar si el terreno ha quedado bien compactado alrededor de la misma, con cuidado de no producir ninguna herida a la planta.
- Medición del tamaño de los hoyos.
- Observación de las características que presenta la planta.
- Colocación de los protectores individuales.

El resultado de estas comprobaciones deberá estar en concordancia con las condiciones que han sido establecidas previamente en los procesos operativos correspondientes. El Ingeniero Director de las Obras podrá efectuarlas en el momento y con la frecuencia que él estime y también podrá hacer otro tipo de comprobaciones que estime necesarias aunque no hayan sido reflejadas en este documento con el fin de verificar la correcta ejecución de los trabajos.

Una vez haya finalizado el plazo de garantía, se procederá a realizar un muestreo sistemático por la zona de repoblación por todos los rodales, en el cual, el porcentaje real de marras no deberá superar el 10%.

Fase de siembra y colocación de los protectores

- Medición del tamaño de los hoyos.
- Previamente se deberá de comprobar el estado de las semillas, coloración, si presenta algún tipo de perforación o signo de mal estado.
- Colocación de la pelota por encima de las semillas.
- Correcta colocación vertical de los protectores en el suelo.

El resultado de estas comprobaciones deberá estar en concordancia con las condiciones que han sido establecidas previamente en los procesos operativos correspondientes. El Ingeniero Director de las Obras podrá efectuarlas en el momento y con la frecuencia que él estime y también podrá hacer otro tipo de comprobaciones que estime necesarias aunque no hayan sido reflejadas en este documento con el fin de verificar la correcta ejecución de los trabajos.

Una vez haya finalizado la garantía, se realizará un muestreo sistemático en el que se comprobará si el porcentaje de marras está por debajo del establecido, asimismo, en el caso de que hayan germinado las dos semillas introducidas en el protector se procederá a elegir uno de los dos brotes.

2.4.2. Parcelas de contraste

Para determinar correctamente el porcentaje de marras debidas a fallos en la técnica de plantación o siembra, y en consecuencia imputables al contratista, la Administración será la encargada de establecer parcelas de contraste en las mismas condiciones en las que se ha ejecutado la repoblación en el resto de la superficie.

Estas parcelas estarán ubicadas dentro de la zona de la repoblación, concretamente una dentro de cada rodal, con una superficie lo suficientemente significativa como para llegar a alguna conclusión, se establece como medidas para la parcela 1000 m².

El replanteo de las mismas será simultáneo al de los rodales de repoblación, los gastos corren de cuenta del contratista.

La plantación de estas parcelas se hará ajo la supervisión directa del Ingeniero Directos de las Obras junto con los representantes de la Administración y con el personal obrero por cuenta del contratista.

El Ingeniero Director fijará el momento de su plantación con la misma planta utilizada por el contratista para el resto de la obra de repoblación.

Montaje del protector de semillas (Reque y Martín, 2015)

(Fuente de las imágenes: Eduardo Martín)

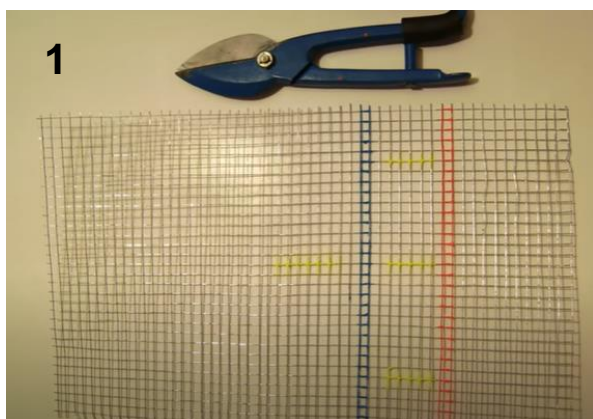


Figura 1. Pieza de malla electrosoldada.

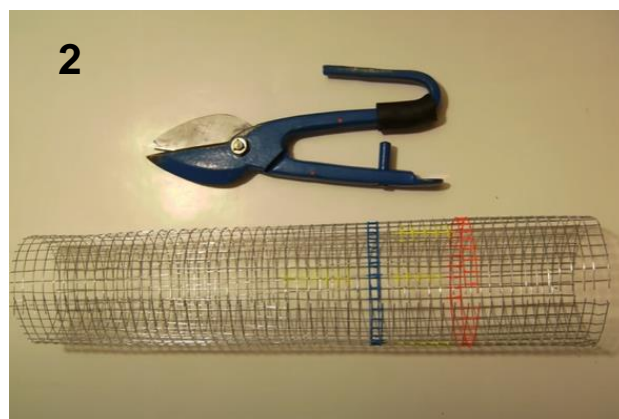


Figura 2. Doblar con forma de cilindro uniendo las varillas de los extremos con ayuda de un alicate.

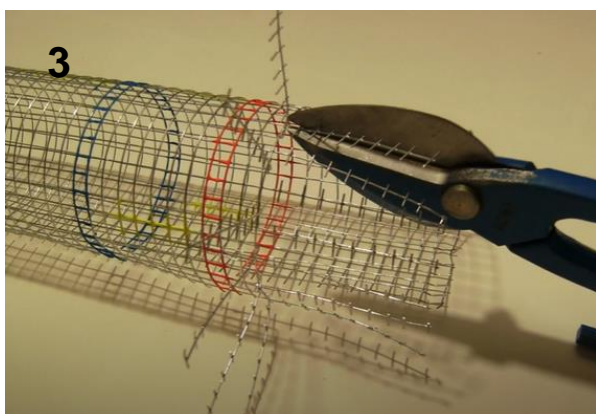


Figura 3. Cortar los alambres de la zona inferior.



Figura 4. Formar un embudo con los alambres uniendo uno sí uno no y con los restantes formas una corona. (Unido con un hilo biodegradable).

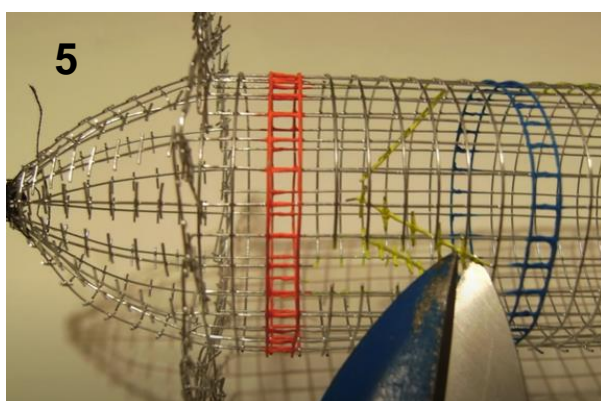


Figura 5. Cortar dos pares de alambres de cada lado, meterlos hacia dentro para hacer de sujeción de la semilla.

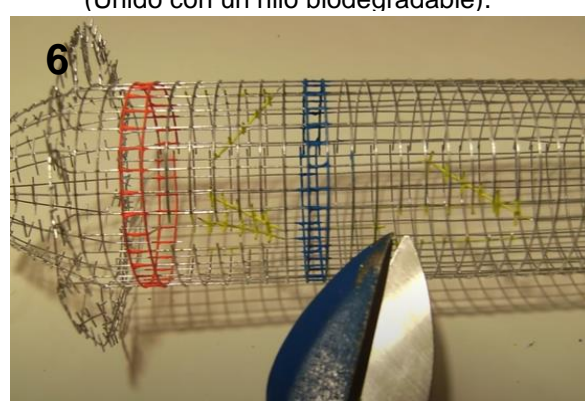


Figura 6. Cortar otros dos pares de alambres más arriba para que hagan de sujeción de la esfera plástica.

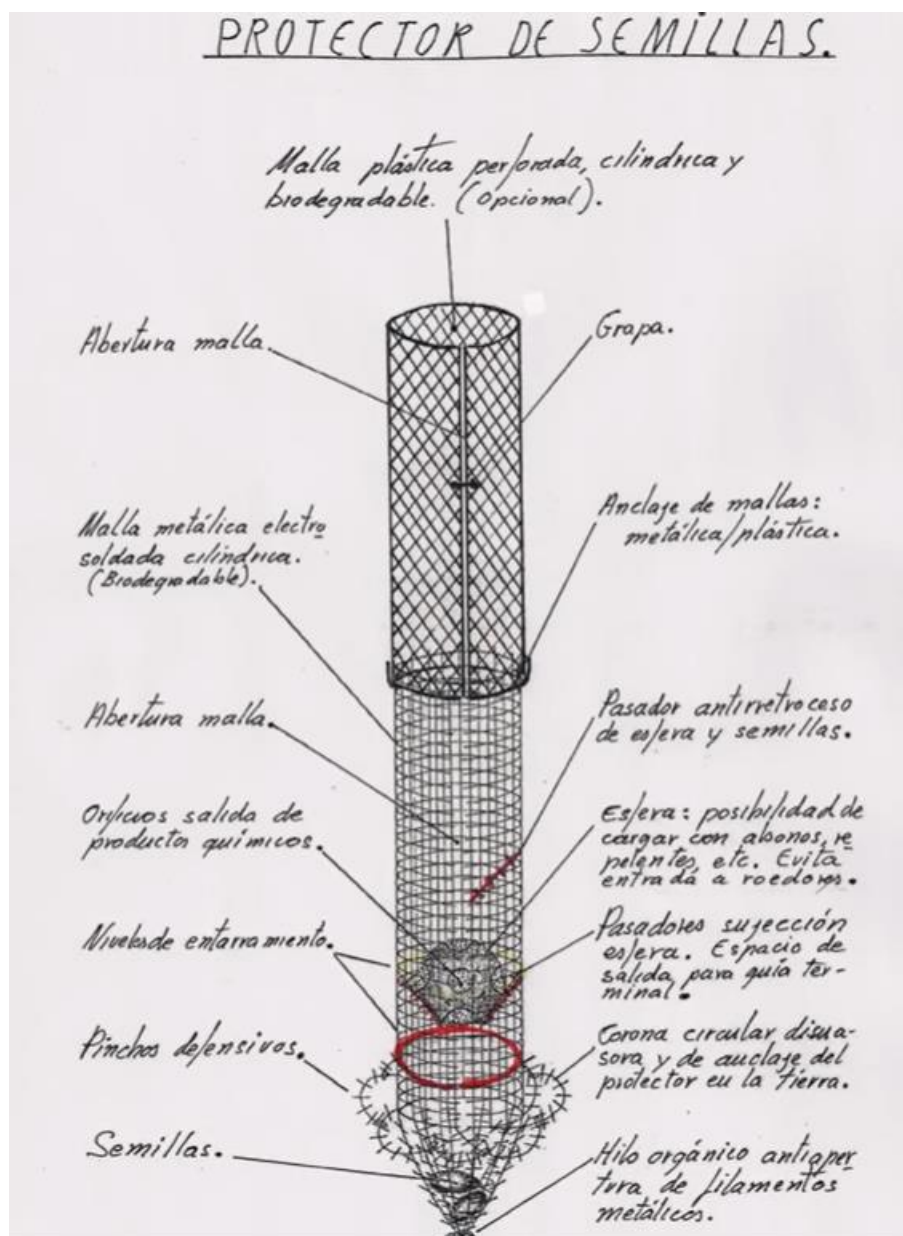


Figura 7. Estructura del protector de semillas para repoblaciones (Fuente: Eduardo Martín).

TÍTULO II: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO PARA EL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO FORESTAL DE 32 HA DE CINCO MONTES DEL MUNICIPIO DE VALLE DE CERRATO (PALENCIA)

1. DIRECCIÓN E INSPECCIÓN DE LAS OBRAS

1.1. Dirección de las obras

La dirección, control y vigilancia de las obras estará a cargo del Ingeniero Director de Obra, que deberá poseer alguna de estas titulaciones: Ingeniería Técnica Forestal, Ingeniería Superior de Montes, Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural o Máster en Ingeniería de Montes.

1.2. Ingeniero Director de las Obras

El Ingeniero Director de las Obras será directamente responsable de la comprobación y vigilancia de la correcta realización de las obras contratadas.

1.3. Unidad administrativa a pie de obra

Esta unidad es la responsable de la organización inmediata de las obras que componen el presente Proyecto.

El Director de Obra en la ejecución de su trabajo podrá contar con colaboradores que desarrollen su labor en función de las atribuciones derivadas de sus títulos profesionales o conocimientos específicos y que integrarán lo que en este Pliego se entiende por dirección de obra.

El jefe de la Unidad de Obras dependerá directamente del Ingeniero Director, este último será el que le indique las instrucciones y medios para garantizar el cumplimiento de su función de control y vigilancia.

1.4. Inspección de obras

A lo largo de la ejecución de las obras detalladas en este Proyecto, cabe la posibilidad de que en cualquier momento se haga una inspección por parte del personal determinado por la Administración.

En caso de que esta inspección se produzca, tanto el Ingeniero Director de Obra como el contratista deberán poner a su disposición los documentos y medios necesarios para la realización de dicha inspección.

1.5. Funciones del Ingeniero Director de las Obras

Las funciones que el Ingeniero Director de las Obras debe cumplir a lo largo de la ejecución de éstas son las siguientes:

- Obtener previamente los permisos necesarios de la Administración para la ejecución de las obras.

- Garantizar que la ejecución de estas obras se ajuste al proyecto que ha sido previamente aprobado, o a sus modificaciones posteriores autorizadas, exigiendo al contratista el cumplimiento de las condiciones presentes.
- Decidir acerca de la interpretación de los planos y de las condiciones de materiales y sistemas de ejecución de unidades de obra incluidos a lo largo de este Pliego, siempre y cuando no se vean modificadas las condiciones establecidas en el contrato.
- Definir aquellas condiciones técnicas que el actual Pliego de Condiciones deja a su criterio, como puede ser la suspensión de trabajos por heladas, calidad de la planta, altas temperaturas, ...
- Asumir en caso de emergencia o gravedad, bajo su propio criterio y responsabilidad, la dirección en operaciones o trabajos en curso, para lo cual, el contratista deberá poner a su disposición tanto personal como materiales necesarios.
- Resolver las cuestiones que surjan acerca de las condiciones de los materiales y sistemas de unidades de obra, siempre que no se vean modificadas las condiciones establecidas en el contrato.
- Realizar el replanteo de las obras.
- Estudiar las incidencias o problemas presentados en las obras, tramitando cuando sea necesario, las propuestas correspondientes.
- Participar en las recepciones provisionales y definitivas.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud presentado por el contratista.
- Redactar la liquidación de las obras.
- Acreditar al contratista las obras realizadas, conforme a las condiciones dispuestas en los documentos del contrato.
- Notificar al contratista cualquier incompetencia u objeción de algún empleado y solicitar su sustitución en las obras con la mayor brevedad posible.
- Notificar las órdenes al contratista por escrito y firmadas con arreglo a las normas habituales en las relaciones técnico-administrativas.
- En el caso de que las obras no se estén ejecutando de la forma correcta y establecida, puede decidir suspenderlas.
- Asumir la representación de la propiedad frente al contratista.

Por otro lado, el contratista tiene la obligación de prestar total colaboración al Ingeniero Director de Obra para el total y normal cumplimiento de las anteriores funciones a este encomendadas.

1.6. Representante del contratista

El contratista debe asignar a un ingeniero competente, poseedor de alguna de las titulaciones nombradas anteriormente en el punto 1.1. del Título II de este Pliego, dicho ingeniero deberá estar perfectamente informado del presente proyecto para

poder actuar ante la Administración como Delegado de la Obra del Contratista. Los poderes concedidos deberán ser suficientes para realizar las siguientes funciones:

- Ostentar la representación del contratista en caso de que esto sea necesario según el 'Reglamento General de Contactos' y los 'Pliegos de Cláusulas', así como todas las catas derivadas del cumplimiento de las obligaciones presentadas en el contrato.
- Poner en marcha el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el propio contratista que ha sido posteriormente aprobado por el Director de las obras.
- Organizar la ejecución de la obra y poner en práctica las órdenes recibidas del Director de Obra.
- Colaborar con la Dirección de la Obra en la resolución de los problemas que se vayan planteando a lo largo de la ejecución de las obras.

1.7. Partes e informes

Es obligación del contratista suscribir, con su conformidad, dudas o reparos, las partes e informes sobre las obras, siempre que estas sean requeridas.

1.8. Órdenes al contratista

Como ya se ha citado anteriormente en las funciones que debe de cumplir el Director de Obra, notificará las órdenes al contratista por escrito, numeradas y firmadas, quedando este obligado a firmar el recibo en el duplicado de la orden.

1.9. Libro de órdenes

A partir de la orden de iniciación de la obra, será obligatoria la apertura a pie de obra de un Libro de Órdenes en el que se expondrá por duplicado todas aquellas órdenes que se dicten, especificando cada día de trabajo y las incidencias con el contratista.

Las órdenes deberán ser firmadas por el Jefe de la Unidad de obras y revisado por el Ingeniero Director de Obra, entregándose una copia firmada al contratista.

2. TRABAJOS PREPARATORIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

2.1. Comprobación del replanteo

Se debe comprobar la realidad geométrica del proyecto así como la disponibilidad de los terrenos necesarios para la ejecución de este obligatoriamente.

Se hará posterior a la aprobación del proyecto y previo a la tramitación del expediente de contratación de la obra.

2.2. Fijación de los puntos de replanteo y conservación de los mismos

Para la comprobación de los diferentes puntos de replanteo se deberá incluir el perímetro de los diferentes rodales de repoblación y el trazado aproximado de vías de acceso con puntos de referencia.

Los puntos de referencia para estos replanteos serán marcados mediante estacas, o en caso de que las estacas corran riesgo de desaparición, se hará mediante mojones de hormigón y piedra.

Se realizará un acta de replanteo en la que se anotarán los datos pertinentes y cotas de los puntos que se hayan fijado. Este acta se unirá al expediente de la obra del que se deberá entregar una copia al contratista.

El contratista deberá responsabilizarse de la conservación de los puntos de replanteo que hayan sido entregados.

3. DESARROLLO Y CONTROL DE LAS OBRAS

3.1. Replanteo de detalle de las obras

El Ingeniero Director de Obra aprobará los replanteos de detalle que sean necesarios para la ejecución de las obras incluidas en el proyecto, y suministrará al contratista toda la información que precise para que esos trabajos puedan realizarse.

El contratista deberá proveerse a su costa de todos los materiales, equipos y mano de obra necesarios para efectuar los replanteos y determinar los puntos de control que considere necesarios.

3.2. Equipos y maquinaria

Situar, como mínimo, los equipos de maquinaria necesarios para la ejecución de las obras es obligación del contratista.

El Ingeniero Director de Obra deberá aprobar los equipos de maquinaria e instalaciones necesarias para la obra.

La maquinaria y demás elementos de trabajo deberán estar en perfectas condiciones de funcionamiento y quedarán adscritas a la obra mientras dure el curso de ejecución de las unidades en las que deban utilizarse. No se podrán retirar sin el consentimiento del Ingeniero Director de Obra.

3.3. Ensayos

Cualquier tipo de ensayo deberá realizarse según las instrucciones que hayan sido determinadas por el Ingeniero Director de las Obras.

3.4. Materiales

Todos los materiales que sean necesarios para la ejecución del presente Proyecto deberán cumplir las condiciones mínimas que se establecen en este Pliego de Condiciones y serán suministrados por el contratista. Todos los materiales deben provenir de aquellos lugares que hayan sido previamente aprobados por el Ingeniero Director de Obra. En el caso de que existan normas oficiales en relación con su empleo, deberán satisfacer las que estén en vigor en la fecha de licitación.

El contratista notificará a la Dirección de Obra tanto la procedencia como las características que presenten los materiales para poder determinar su aptitud.

Todos los materiales habrán de ser de lo que se ha considerado como primera calidad y podrán ser examinados antes de emplearlos por el Director Técnico de Obra, que será quien dé su aprobación, con posibilidad de rechazo en el caso de que los considere inadecuados, con lo que deberán ser retirados de forma inmediata por el contratista.

En los casos en los que el Pliego no fijara zonas o lugares adecuados para la extracción de materiales naturales serán designados bajo responsabilidad del contratista.

Será responsabilidad, y cuenta del contratista, la obtención de todos los permisos, autorizaciones, pagos, arrendamientos, indemnizaciones y otros que deba efectuar por el uso de las zonas destinadas a acopios.

3.5. Trabajos nocturnos

Para la realización de trabajos nocturnos, estos deben de ser previamente autorizado por el Ingeniero Director y realizados únicamente en las unidades de obra que el propio Ingeniero indique.

Será el contratista el que tiene la obligación de instalar los equipos de iluminación, del tipo e intensidad que el Ingeniero Director de Obra ordene y mantenerlos en un estado propicio para su uso.

3.6. Trabajos no autorizados y trabajos defectuosos

Los trabajos que hayan sido efectuados por el contratista modificando lo que se ha prescrito en el contrato sin la pertinente autorización, no serán bajo ningún concepto abonables. Por ello, el contratista estará obligado a restablecer las condiciones originales a su costa.

El contratista será responsable además de aquellos otros daños que puedan derivarse para la Administración, igual responsabilidad acarreará la ejecución de los trabajos que el Ingeniero Director de Obra considere defectuosos.

3.7. Construcción y conservación de desvíos

Si por necesidades surgidas posteriormente se deben construir rampas de acceso se harán siguiendo las órdenes directas del Ingeniero Director de Obra.

3.8. Señalización de las obras

El contratista queda obligado a señalar las obras de objeto en el contrato del presente Proyecto, siguiendo las instrucciones y modelos que reciba del Ingeniero Director de Obra.

3.9. Precauciones especiales durante la ejecución de las obras

3.9.1. Lluvias

Durante la época de lluvias, los trabajos sobre el terreno podrán ser suspendidos por el Ingeniero Director de Obra cuando estas estén dificultando la labor sobre el propio terreno.

3.9.2. Sequía

Los trabajos de preparación del terreno, plantación y siembra podrán ser suspendidos por el Ingeniero Director de Obra cuando la falta de tempero pueda llegar a suponer el fracaso de la propia repoblación.

3.9.3. Heladas

Tanto durante los trabajos de preparación del terreno como en la época de plantación y siembra en temporada de heladas, la hora de comienzo de los trabajos será marcada por el Ingeniero Director de Obra.

3.9.4. Incendios

El contratista deberá atenerse a las disposiciones vigentes para la prevención y control de incendios así como a las instrucciones complementarias que figuren en este Pliego de Condiciones, o aquellas que sean dictadas por el propio Ingeniero Director de Obra.

3.9.5. Granizo y nieve

En el caso de que se produzcan episodios de granizo o nieve los trabajos en el terreno tendrán que ser suspendidos y será el Ingeniero Director de Obra el responsable de ordenar la paralización de las obras.

3.9.6. Niebla

La falta de visibilidad debido a la presencia de niebla puede provocar la suspensión de actividades y operaciones ya que se dificulta la localización de los puntos de replanteo establecidos. Será el Ingeniero Director de Obra el que estime lo que es más oportuno.

3.9.7. Plagas

Si durante la ejecución de los trabajos se observa la propagación de cualquier plaga o enfermedad el Ingeniero Director de Obra podrá suspender total o parcialmente la ejecución de las obras, ya sea de forma parcial o definitiva según sea el estado o evolución de la presente plaga o enfermedad.

3.10. Modificaciones de obra

Como consecuencia si se dan razones técnicas imprevistas, entre las que se puede encontrar: falta de disponibilidad de planta, aparición de roca o falta de suelo en

lugares no previstos así como cualquier escenario no contemplado en que no puedan realizarse las actuaciones proyectadas, el Ingeniero Director de Obra puede ordenar la variación técnica según considere conveniente, siempre y cuando se respete la legislación vigente y no se introduzcan cambios en los precios unitarios proyectados ni en el presupuesto aprobado.

Si el contratista no está conforme con las indicaciones del Ingeniero Director de Obra, tendrá la posibilidad de apelar al Órgano de Contratación de la Administración que tomará la decisión de aceptar o no la variación técnica introducida.

En ningún otro caso el Ingeniero Director de Obra o el adjudicatario podrán introducir o ejecutar modificaciones en las obras comprendidas en el contrato sin la aprobación y/o autorización para ejecutarla.

4. RESPONSABILIDADES ESPECIALES DEL CONTRATISTA DUTANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

4.1. Daños y perjuicios

El contratista será el responsable, durante toda la ejecución de las obras, de todos los daños y perjuicios directos e indirectos causados a cualquier persona, propiedad, servicio público o privado, como consecuencia de los actos, omisiones o negligencias del personal a su cargo, o de una deficiencia en la organización de las obras.

Los servicios públicos o privados que resulten dañados deberán ser reparados, a su costa, con arreglo a la legislación vigente sobre el particular.

Las personas que resulten perjudicadas deberán ser compensadas a su costa adecuadamente.

Las propiedades públicas o privadas que resulten dañadas deberán ser reparadas, a su costa, restableciendo las condiciones primitivas o compensando adecuadamente los daños y perjuicios ocasionados.

4.2. Objetos encontrados

En el caso de que se encuentre o descubran objetos en el terreno durante la ejecución del proyecto, será responsabilidad del contratista dar cuenta inmediatamente de estos hallazgos al Ingeniero Director de Obra, y colocarlos bajo su custodia.

4.3. Evasión de contaminaciones

El contratista deberá adoptar las medidas necesarias para evitar la contaminación del monte, ríos y depósitos de agua, por efecto de los combustibles, aceites, residuos o desperdicios, o cualquier otro material que pueda ser perjudicial o deteriore el entorno.

Se tendrá especial cuidado en la recogida de basuras y restos de comidas y otros que deberán de ser retirados para su vertido en un lugar conveniente.

4.4. Permisos y licencias

El contratista deberá obtener todos los permisos y licencias que sean necesarios para la ejecución de las obras a excepción de los que se corresponden con expropiaciones, servidumbres y servicios que se hayan definido en el contrato.

4.5. Personal del contratista

El contratista estará obligado a presentar para las obras al personal técnico al que se comprometió con la licitación.

El Ingeniero Director de Obra tendrá la posibilidad de prohibir la permanencia en la obra del personal del contratista por motivos de falta de obediencia o de respeto o por causa de actos que comprometan o perturben la marcha de los trabajos. El contratista podrá recurrir si entendiéndose que no hay motivos fundados para dicha prohibición.

El contratista está obligado al cumplimiento de lo establecido en el Estatuto de los Trabajadores y demás normativa legal vigente en materia laboral.

4.6. Edificios o materiales que la administración forestal entregue al contratista para su utilización

Si el contratista hace uso de material o útiles que sean propiedad de la Administración, tendrá la obligación de conservarlos y hacer entrega de ellos en perfecto estado a la finalización del contrato, respondiendo en caso de que los haya inutilizado sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en el material que haya usado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material correspondiente el contratista no hubiera cumplido con lo establecido anteriormente, la Administración lo hará a costa de éste.

4.7. Envases recuperables

El contratista estará obligado a devolver al vivero forestal del que procedan la totalidad de los envases utilizados en la repoblación. En caso contrario, será devuelto el valor unitario que se fije para cada envase no devuelto por la Sección de Coordinación del Medio Natural.

5. DISPOSICIONES GENERALES

5.1. Periodos de ejecución

5.1.1. Repoblación

- Reparación de caminos

Esta operación se realizará antes de comenzar con la preparación del terreno para asegurar un acceso óptimo a la zona del proyecto, el periodo necesario para esto estará comprendido entre los días 3 y 5 de mayo.

- Marcado de hoyos

Esta operación tiene que hacerse previamente a la preparación del terreno para que el operario de la maquinaria sepa dónde tiene que abrir el hoyo. Se realizará entre los días 6 y 19 de mayo.

- Ahoyado mecanizado con retroaraña

Este proceso se hará en el periodo comprendido entre el 20 de mayo y el 17 de junio, incluyendo festivos.

- Ahoyado mecanizado con retroexcavadora

Este proceso se hará en el periodo comprendido entre el 20 de mayo y el 29 de julio, incluyendo festivos.

- Plantación manual

Esta operación será realizada en el periodo situado entre el 1 de octubre y el 1 de noviembre.

- Colocación de protectores de plántulas

Se hará de forma simultánea a la plantación manual.

- Siembra manual

Esta operación se hará de forma simultánea que la plantación en el periodo comprendido entre el 1 de octubre y el 1 de noviembre.

Así mismo, también se prevén posibles retrasos con la cantidad de bellota necesaria, por lo que estas labores se extenderían al mes de noviembre.

- Colocación de protectores de semillas

Se hará de forma simultánea a la siembra.

- Cortafuegos perimetral

Se hará entorno a la zona del proyecto con fines preventivos de conservación de la masa a lo largo del invierno.

- Riegos

Se establece un programa de riegos durante la época estival de forma mensual siendo le primero a mediados de julio y el último a principios de septiembre. Este planteamiento podrá sufrir modificaciones en función de las precipitaciones siempre que haya sido aprobado por el Ingeniero Director de Obra.

Se prevé que con la cantidad de planta presente y las dosis establecidas, se necesiten 8,5 jornales de 8 horas para llevar a cabo los riegos de toda la plantación.

5.2. Conservación durante la ejecución y plazo de garantía

El adjudicatario queda comprometido a conservar hasta que sean recibidas todas las obras que integran el proyecto.

También queda obligado a conservar las obras de infraestructura vial, prevención de incendios, cerramientos y cualquier otra obra auxiliar o instalación que esté incluida en el proyecto, durante el plazo de garantía a partir de la fecha de

recepción provisional. En este plazo se deberán realizar cuantos trabajos sean necesarios para mantener las obras en un perfecto estado, de acuerdo con el Real Decreto Legislativo 3/2011, del 14 de noviembre por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.

6. DISPOSICIONES VARIAS

6.1. Cuestiones no previstas en este pliego

Todas las cuestiones técnicas que surjan entre el adjudicatario y la Administración cuya relación no esté prevista en las prescripciones de este Pliego, serán resueltas de acuerdo con el Real decreto Legislativo 3/2011, del 14 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público y demás disposiciones vigentes en la materia.

TÍTULO III. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA PARA EL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO FORESTAL DE 32 HA DE CINCO MONTES DEL MUNICIPIO DE VALLE DE CERRATO (PALENCIA)

1. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

1.1. Medición de las obras

Todas las mediciones expresadas en este proyecto van a ser referidas al plano horizontal.

La forma de realizar la medición y las unidades de medida que se van a utilizar han quedado definidas anteriormente en el Título I del presente Pliego de Condiciones para cada unidad de obra. Solamente podrá utilizarse la conversión de longitudes a superficies y viceversa cuando esté expresamente autorizado por el Título I del Pliego los factores de conversión deberán ser definidos por el mismo o, en su defecto, por el Ingeniero Director de Obra que por escrito deberá justificar al contratista los valores adoptados previo a la ejecución de la unidad correspondiente.

Para la medición serán validados los levantamientos topográficos mediante la utilización de GPS, con un error admisible de 0,05 m, y los datos que hayan sido recogidos por el Ingeniero Director de Obra.

Todas las mediciones básicas necesarias para el abono al contratista deberán ser conformadas por el Jefe de la Unidad Administrativa a pie de obra así como por el representante del contratista, tendrán que ser aprobadas por el Ingeniero Director de Obra.

1.2. Abono de las obras

1.2.1. Obras que se abonarán al adjudicatario

A esta figura se le abonará la obra que sea realmente ejecutada con sujeción al proyecto o a las modificaciones del mismo que hayan sido autorizadas por la autoridad competente. Por tanto, el número de unidades de cada clase que se consignen en el presupuesto no será fundamento para realizar reclamaciones de ninguna clase.

1.2.2. Precio de valoración de las obras certificadas

A las diversas obras que se hayan ejecutado realmente se les aplicarán los precios unitarios de ejecución material por contrata que figuran en el presupuesto (cuadro de precios unitarios de ejecución material por contrata) aumentados en los porcentajes para gastos generales de la empresa, beneficio industrial, IVA, etc. estén vigentes de acuerdo con el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público y de la cifra que se obtenga se deducirá lo que le corresponde proporcionalmente a la baja a las obras ejecutadas realmente.

Los precios unitarios fijados por el presupuesto de ejecución material para cada unidad de obra cubrirán siempre el suministro, manipulación y empleo de todos los materiales, maquinaria y mano de obra necesarios para su ejecución, incluidos en los

trabajos auxiliares, siempre que expresamente no se diga lo contrario en el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, así como necesidades circunstanciales que se requieran para la obra realizada de arreglo a lo especificado en el Pliego y en los planos, todo ello deberá ser aprobado por la Administración.

Cuando el contratista, con la autorización pertinente del Ingeniero Director de Obra, emplease voluntariamente material de mayor calidad, o ejecutase con mayores dimensiones cualquiera de las partes que compone la obra o introdujera en ella cualquier otra modificación que a juicio de la Administración sea beneficiosa, le corresponderá sin embargo lo que se hubiese construido si la obra estuviera sujeta estrictamente a lo proyectado y contratado.

1.2.3. Partidas alzadas

Se abonarán íntegras al contratista las partidas alzadas que se consignen en el Título I de este Pliego, bajo esta forma de pago.

Las partidas alzadas a justificar se abonarán consignando las unidades de obra que comprenden a los precios establecidos mediante contrato, o a los precios aprobados de forma posterior si se tratara de nuevas unidades no especificadas.

1.2.4. Instalaciones y equipos de maquinaria

Los gastos correspondientes a instalaciones y equipos de maquinaria que se consideren incluidos en los precios de las unidades correspondientes no serán abonados separadamente a no ser que expresamente se indique lo contrario en el contrato.

1.2.5. Certificaciones

Según lo indicado en el artículo 232 del Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, la Administración, a través de la figura del Director de Obra, expedirá mensualmente en los primeros 10 días siguientes al mes que corresponda, certificaciones que comprendan la obra ejecutada a lo largo de ese tiempo, salvo que se especifique lo contrario en el presente Pliego de Condiciones de cláusulas administrativas particulares, cuyos abonos tienen el concepto de pagos en función de variaciones que se puedan producir en la medición final y sin suponer de forma alguna, aprobación y recepción de las obras que lo comprenden.

El contratista tendrá derecho a recibir abonos con el importe correspondiente por operaciones preparatorias realizadas como instalaciones y acopio de materiales o equipos de maquinaria pesada adscritos a la obra, en las condiciones que se señalen en los respectivos pliegos de cláusulas administrativas particulares y conforme al régimen y los límites con carácter general que se determinen debiendo asegurar los referidos pagos mediante la prestación de garantía.

En el caso de que las obras no se hayan realizado de acuerdo con las normas previstas o no se encuentren en buen estado, o no cumplan el programa de pruebas establecido en el Pliego, el Ingeniero Director de Obra ni podrá certificarlos y dará por escrito al adjudicatario las normas y directrices necesarias para subsanar los defectos señalados.

Dentro del plazo de ejecución de las obras, éstas deberán estar totalmente terminadas siguiendo las normas y condiciones técnicas que hayan sido fijadas para la adjudicación.

1.2.6. Recepción de la obra

De acuerdo con lo dispuesto en el artículo 222 y 235 del Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, la recepción de la obra se efectúa a través de un acto formal y positivo de recepción o conformidad dentro del mes siguiente a la entrega o realización del objeto de contrato, o en el plazo que se determine en el pliego de cláusulas administrativas particulares debido a sus características.

A la recepción acude un facultativo asignado por la Administración que será encargado de la dirección de las obras y del contratista asistido si se considera esto oportuno.

Si las obras se encuentran en buen estado y con arreglo de las prescripciones previstas, el funcionario técnico designado por la Administración contratante y representante de la misma, dará por recibidas, levantando el acta correspondiente y comenzando en ese mismo instante el plazo de garantía.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas se hará constar así en el acta y el Director de estas deberá señalar los defectos observados y detallará las instrucciones que se precisen fijando a su vez un plazo para subsanar estos fallos.

Si una vez transcurrido ese plazo el contratista no lo hubiera efectuado, se le podrá conceder otro plazo improrrogable o declarar resuelto el contrato.

Dentro del plazo de tres meses contados a partir de la recepción, el órgano de contratación deberá aprobar la certificación final de las obras ejecutadas, que será abonada al contratista a cuenta de la liquidación del contrato en el plazo previsto en esta Ley.

1.2.7. Plazo de garantía

A partir de lo establecido en el artículo 235, el plazo de garantía deberá ser establecido en el pliego de cláusulas administrativas particulares atendiendo a la naturaleza y complejidad de la obra y no podrá ser inferior a un año, salvo excepciones.

1.2.8. Liquidación

De acuerdo con el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, la Administración tendrá la obligación de abonar el precio dentro de los 30 días siguientes a la presentación de las certificaciones de obra y si se demora deberá abonar al contratista, a partir del vencimiento de dicho plazo, los intereses de demora y la indemnización por los costes de cobro en los términos previstos en la Ley 3/2004, de 29 de diciembre, por la que se establecen las medidas de lucha contra la morosidad en las operaciones comerciales.

1.3. Otros gastos por cuenta del contratista

Siempre que en contrato no se exprese de forma explícita lo contrario sobre los siguientes gastos, correrán de cuenta del contratista:

- Gastos de construcción, demolición y retirada de construcciones auxiliares e instalaciones provisionales.
- Gastos de protección de materiales contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo con los requisitos vigentes de almacenamiento de explosivos y carburantes.
- Gastos de limpieza y evacuación de desperdicios y basuras.
- Gastos de conservación que han sido previstos en el apartado específico del presente Pliego, a lo largo del plazo de garantía.
- Gastos de herramienta y materiales.
- Gastos de montaje, conservación y retirada de instalaciones para el suministro del agua necesaria para las obras.
- Gastos de reparación de la red viaria existente antes de la ejecución de las obras, cuyo deterioro haya sido motivado por la realización de dichas obras.
- Los gastos que origine la copia de documentos, planos, ...
- Gastos de retirada de aquellos materiales que hayan sido rechazados y corrección de deficiencias observadas y puestas de manifiesto por las correspondientes pruebas y ensayos.
- Gastos de replanteo de la obra.
- Gastos de protección y seguros de la obra ejecutada.
- Gastos de liquidación y retirada, en caso de anulación del contrato por cualquier causa y en cualquier momento.

TÍTULO IV. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL PARA EL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO FORESTAL DE 32 HA DE CINCO MONTES DEL MUNICIPIO DE VALLE DE CERRATO (PALENCIA)

1. DOCUMENTOS QUE DEFINEN

1.1. Descripción

La descripción de las obras a realizar para este Proyecto se encuentra en el Título I: Pliego de Condiciones Técnicas de este mismo documento, así como en la Memoria y en los Planos.

En los capítulos mencionados se contiene la descripción general y localización de la obra, las condiciones que han de cumplir los materiales y las instrucciones para la ejecución de las propias obras.

En el Título III: Pliego de Condiciones de Índole Económica, constituye la norma guía que debe de seguir el contratista en cuestiones de mediciones y el abono de las unidades de obra a la que se refiere.

1.2. Planos

Constituyen un conjunto de documentos que definen geoméricamente las obras y las ubican geográficamente. Contienen la localización del monte y las actuaciones necesarias para ejecutar las obras.

1.3. Contradicciones, omisiones o errores

El contratista está obligado a señalar la Dirección Facultativa, con antelación al inicio de las obras, todas las contradicciones y omisiones que haya advertido entre los documentos del Proyecto para proceder a su oportuna aclaración. De no hacerse así, las descripciones que figuren en un documento del Proyecto y hayan sido omitidas en los demás, habrán de considerarse como expuestos en todos ellos.

En caso de que exista una contradicción entre los planos y el pliego, prevalece lo escrito en este último.

Aquello que esté mencionado en el Pliego y omitido en los Planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos, siempre que, a juicio del Ingeniero Director quede suficientemente definida la unidad de obra que corresponda, y ésta tenga un precio establecido por contrato. Si aparece alguna contradicción entre la Memoria y dicho Pliego prevalece lo expuesto en la Memoria.

En todo caso, las contradicciones, omisiones o errores que se adviertan en estos documentos por el Ingeniero Director, o por el contratista deberán reflejarse perceptivamente en el acta de comprobación de replanteo.

1.4. Planos de detalle

Todos los planos de detalle preparados durante la ejecución de las obras deberán estar suscritos por el Ingeniero Director de Obra, sin cuya aprobación no podrán ejecutarse los trabajos correspondientes.

1.5. Documentos que se entregan al contratista

Los documentos, tanto del proyecto como otros complementarios que sean entregados al contratista pueden tener un valor contractual o ser meramente informativos.

1.5.1. Documentos contractuales

Los documentos que quedan incorporados al contrato como contractuales, salvo que queden excluidos del mismo, son los siguientes:

- Pliego de condiciones.
- Planos.
- Cuadro de precios unitarios.
- Presupuesto total.

Aunque se incluya en el contrato las mediciones, no implica que estas sean exactas respecto a la realidad. También se incluirá el Estudio de Seguridad y Salud.

La posibilidad de contratación con la Administración se encuentra regulada por el Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector público.

Los contratos que celebren las Administraciones Públicas deberán formalizarse en un documento administrativo dentro del plazo de 10 días hábiles, que comienzan a contar desde el siguiente a la notificación de la adjudicación definitiva, constituyendo dicho documento título suficiente para acceder a cualquier registro público. No obstante, el contratista podrá solicitar que el contrato se eleve a escritura pública, siendo el responsable de los propios gastos de estos, tal y como se detalla en el artículo 140 de la Ley 30/2007.

En el contrato se especificarán las particularidades que convengan a ambas partes completando lo señalado en este Pliego de Condiciones, que se incorpora al contrato, como anteriormente se ha mencionado, siendo integrante del mismo.

1.5.2. Documentos informativos

Los datos sobre suelo y vegetación, características de los materiales, ensayos, condiciones locales, estudios de maquinaria, programación, condiciones climáticas, justificación de precios y en general, todos los que se incluyen habitualmente en la memoria de los proyectos, son documentos meramente informativos.

Estos documentos no suponen que se responsabilice de la certeza de los datos que se suministren en ellos, y, en consecuencia, deberán aceptarse únicamente como información complementaria que el contratista debe adquirir directamente y con sus propios medios.

Por tanto, el contratista será el responsable de los errores que se puedan derivar de su defecto o negligencia en la consecución de todos los datos que afectan al contrato, el planeamiento y la ejecución de las obras.

1.6. Rescisión del contrato

Se siguen las causas de rescisión del contrato especificadas en el artículo 206 de la Ley 30/2007.

En el caso de muerte o quiebra del contratista, la contrata quedará rescindida, a no ser que los herederos o síndicos de la quiebra quieran llevarlo a cabo.

Además, quedará rescindido el contrato en caso de que el contratista no cumpla las condiciones establecidas en el presente Pliego.

Otra causa de rescisión será cuando la Autoridad Contratante lo desee, si el contratista lo pide o si el comienzo de las obras se retrasa más de un mes sin presentar una causa justificada.

1.7. Tramitación de propuestas

En el proceso de tramitación llevado a cabo con la Administración del contrato, vendrá condicionado de principio a fin por los siguientes puntos pertenecientes a la Ley 30/2007, de 30 de octubre, de Contratos del Sector Público.

- Acta de replanteo, según indica el artículo 110 de esta ley “Aprobado el proyecto y previamente a la tramitación del expediente de contratación de obra, se procederá a efectuar el replanteo del mismo, el cual consistirá en comprobar la realidad geométrica de la misma y la disponibilidad de los terrenos precisos para su normal ejecución, que será requisito indispensable para la adjudicación en todos los procedimientos. Asimismo se deberán comprobar cuántos supuestos figuren en el proyecto elaborado y sean básicos para el contrato a celebrar”.
- Acta de comprobación del replanteo: de acuerdo con el artículo 212 de la Ley de contratos actualmente vigente “La ejecución del contrato a obras comenzará con el acta de comprobación del replanteo. A tales efectos, dentro del plazo que se consigne en el contrato que no podrá ser superior a un mes desde la fecha de su formalización salvo casos excepcionales justificados, el servicio de la Administración encargada de las obras procederá, en presencia del contratista, a efectuar la comprobación del replanteo hecho previamente a la licitación, extendiéndose acta del resultado que será firmada por ambas partes interesadas, remitiéndose un ejemplar de la misma al órgano que celebró el contrato.
- Petición de representante e intervención: “En todo caso, su constatación exigirá por parte de la Administración y acto formal y positivo de recepción o conformidad dentro del mes siguiente a la entrega o realización del objeto de contrato, o en el plazo que se determine en el pliego de cláusulas administrativas particulares por razón de sus características. A la Intervención de la Administración correspondiente le será comunicado, cuando ello sea preceptivo, la fecha y lugar del acto, para su eventual asistencia en ejercicio de

sus funciones de comprobación de la inversión” según el artículo 205.2 de la Ley de Contratos.

- Liquidación del contrato: “Excepto en los contratos de obras, que se regirán por lo dispuesto en el artículo 218, dentro del plazo de un mes, a contar desde la fecha del acta de recepción o conformidad, deberá acordarse y ser notificada al contratista la liquidación correspondiente del contrato y abonársele, en su caso, el saldo resultante. Si se produjera demora en el pago del saldo de liquidación, el contratista tendrá derecho a recibir los intereses de demora y la indemnización por los costes de cobro en los términos previstos en la Ley 3/2004, de 29 de diciembre, por la que se establecen medidas de lucha contra la morosidad en las operaciones comerciales” de acuerdo con el artículo 205.4 de la Ley 30/2007.
- Certificaciones mensuales: tal y como se indica en el artículo 215 de la Ley de Contratos “A los efectos del pago, la Administración expedirá mensualmente, en los primeros diez días siguientes al mes que correspondan, certificaciones que comprendan la obra ejecutada durante dicho periodo de tiempo salvo prevención en contrario en el pliego de cláusulas administrativas particulares, cuyos abonos tienen el concepto de pagos a cuenta sujetos a las rectificaciones y variaciones que se produzcan en la medición final y sin suponer en forma alguna, aprobación y recepción de las obras que comprenden.
- Acta de recepción de obra: “Si se encuentran las obras en buen estado y con arreglo a las prescripciones previstas, el funcionario técnico designado por la Administración contratante y representante de ésta las dará por recibidas, levantándose la correspondiente acta y comenzando entonces el plazo de garantía. Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas se hará constar así el acta y el Director de las mismas señalará los defectos observados y detallará las instrucciones precisas fijando un plazo para remediar aquéllos. Si transcurrido dicho plazo el contratista no lo hubiere efectuado, podrá concedérsele otro nuevo plazo improrrogable o declarar resuelto el contrato” siguiendo el artículo 218.2 de la Ley de Contratos vigente.
- Plazo de garantía: se realizará de acuerdo con lo estipulado en los artículos 205.3 y 218.3 de la Ley de Contratos vigente, siendo este primero: “En los contratos se fijará un plazo de garantía a contar de la fecha de recepción o conformidad, transcurrido el cual sin objeciones por parte de la Administración, salvo los supuestos en que se establezca otro plazo en esta Ley o en otras normas, quedará extinguida la responsabilidad del contratista. Se exceptúan del plazo de garantía aquellos contratos en que por su naturaleza o características no resulte necesario, lo que deberá justificarse debidamente en el expediente de contratación, consignándolo expresamente en el pliego”. Y en el artículo 218.3: “El plazo de garantía se establecerá en el pliego de cláusulas administrativas particulares atendiendo a la naturaleza y complejidad de la obra y no podrá ser inferior a un año salvo casos especiales”.

1.8. Cuestiones no previstas en el Pliego

Todos los asuntos no previstos o que no hayan quedado descritos en este Pliego, así como las relaciones entre los diferentes componentes del Proyecto, serán regidos por la legislación vigente en la materia correspondiente.

Palencia, octubre de 2021

A handwritten signature in dark ink, reading "Alba Magarzo Manchón". The signature is written in a cursive style and is enclosed within a hand-drawn oval shape.

Fdo: Alba Magarzo Manchón



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

**Proyecto de restauración hidrológico forestal
de 32 ha de cinco montes del municipio de
Valle de Cerrato (Palencia)**

Documento 4. Mediciones

Alumno/a: Alba Magarzo Manchón

Tutor/a: Joaquín Navarro Hevia

Octubre de 2021

CAPÍTULO I. REPARACIÓN DE LAS VÍAS DE ACCESO	1
CAPÍTULO II. PREPARACIÓN DEL TERRENO	1
CAPÍTULO III. PLANTACIÓN Y SIEMBRA	2
CAPÍTULO IV. APERTURA DEL CORTAFUEGOS	5
CAPÍTULO V. RIEGOS ESTIVALES	5

DOCUMENTO 4. MEDICIONES

CAPÍTULO I. REPARACIÓN DE LAS VÍAS DE ACCESO

Tabla 1. Mediciones del Capítulo I. Reparación de las vías de acceso.

Nº Orden	Código	Unidad	Descripción de la unidad de obra	Nº unidades	Medición
1.1.	NIFVE0209	m	Repaso explanación, terreno de tránsito con retroexcavadora. Metro lineal de repaso de pista ya existente en terrenos de tránsito mediante retroexcavadora provista de cazos de excavación con el fin de recuperar una anchura útil de 3,5 m rellenando con material existente de la pista los regueros y socavones, procedimiento al saneamiento de los blandones existentes. Incluye compactación sin riego.		
			Total partida 1.1.	4.710,00	4.710,00 4.710,00

CAPÍTULO II. PREPARACIÓN DEL TERRENO

Tabla 2. Mediciones del Capítulo II. Preparación del terreno.

Nº Orden	Código	Unidad	Descripción de la unidad de obra	Nº unidades	Medición
2.1.	FOR6596	ha	Replanteo del terreno con GPS según plano facilitado utilizando estaca.		
			Total partida 2.1.	32,00	32,00 32,00
2.2.	SOGF21.C.1.12	ud	Apertura mecanizada de un hoyo aproximadamente de 60x60x60 cm con retroexcavadora, en terrenos con pendiente inferior o igual al 30%		

Alumno/a: Alba Magarzo Manchón
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 2 (cont.). Mediciones del Capítulo II. Preparación del terreno.

Nº Orden	Código	Unidad	Descripción de la unidad de obra	Nº unidades	Medición
			Total partida 2.2.	26.257,00	26.257,00 26.257,00
2.3.	SOGF21.C.1.07	mill	Apertura o remoción mecanizada de mil hoyos de 60x60x60 cm, con retroaraña, pendiente superior al 30%, y hasta donde esta lo permita. Con una densidad de hoyos superior a 700 hoyos/ha.	13,264	13,264 13,264
			Total partida 2.3.		

CAPÍTULO III. PLANTACIÓN Y SIEMBRA

Tabla 3. Mediciones del capítulo III. Plantación y siembra.

Nº Orden	Código	Unidad	Descripción de la unidad de obra	Nº unidades	Medición
3.1.1.	NZ1RPP001	ud	Plantación en terrenos con pendiente inferior al 50% y densidad de plantación igual o superior a 700 plantas/ha y/o no dispersa de <i>Pinus halepensis</i> . (Con protector y tutor).	30.195,00	30.195,00 30.195,00
			Total partida 3.1.1.		
3.1.2.	NZ1RPP001	ud	Plantación en terrenos con pendiente inferior al 50% y densidad de plantación igual o superior a 700 plantas/ha y/o no dispersa de <i>Pinus pinea</i> . (Con protector y tutor).	3.254,00	3.254,00 3.254,00
			Total partida 3.1.2.		

3.1.3.	NZ1RPP001	ud	Plantación en terrenos con pendiente inferior al 50% y densidad de plantación igual o superior a 700 plantas/ha y/o no dispersa de <i>Ephedra distachya</i> . (Con protector y tutor). Total partida 3.1.3.	282,00	282,00 282,00
3.1.4.	NZ1RPP001	ud	Plantación en terrenos con pendiente inferior al 50% y densidad de plantación igual o superior a 700 plantas/ha y/o no dispersa de <i>Juniperus thurifera</i> . (Con protector y tutor). Total partida 3.1.4.	1.756,00	1.765,00 1.765,00
3.1.5.	NZ1RPP001	ud	Plantación en terrenos con pendiente inferior al 50% y densidad de plantación igual o superior a 700 plantas/ha y/o no dispersa de <i>Crataegus monogyna</i> . (Con protector y tutor). Total partida 3.1.5.	583,00	583,00 583,00
3.1.6.	NZ1RPP001	ud	Plantación en terrenos con pendiente inferior al 50% y densidad de plantación igual o superior a 700 plantas/ha y/o no dispersa de <i>Amygdalus communis</i> . (Con protector y tutor). Total partida 3.1.6.	1.422,00	1.422,00 1.422,00

3.1.7.	NZ1RPP001	ud	Plantación en terrenos con pendiente inferior al 50% y densidad de plantación igual o superior a 700 plantas/ha y/o no dispersa de <i>Prunus spinosa</i> . (Con protector y tutor). Total partida 3.1.7.	464,00	464,00 464,00
3.1.8.	NZ1RPP001	ud	Plantación en terrenos con pendiente inferior al 50% y densidad de plantación igual o superior a 700 plantas/ha y/o no dispersa de <i>Sorbus domestica</i> . (Con protector y tutor). Total partida 3.1.8.	803,00	803,00 803,00
3.2.1.	NZ1RPP062	ud	Siembra manual con protector de semillas y a mayores el protector de 0,60 cm de plantase introducen dos semillas de <i>Quercus faginea</i> por protector, en pendiente igual o inferior al 50%. Incluye protector y transporte. Total partida 3.2.1.	1.260,00	1.260,00 1.260,00
3.2.2	NZ1RPP062	ud	Siembra manual con protector de semillas y a mayores el protector de 0,60 cm de plantase introducen dos semillas de <i>Quercus ilex</i> por protector, en pendiente igual o inferior al 50%. Incluye protector y transporte. Total partida 3.2.2.	772,00	772,00 772,00

3.3.	SOGF21.C.3.43	mil	Retirada de tubos protectores en plantas procedentes de densificación forestal. Incluyendo transporte y descarga en vertedero.		
				34,907	34,907
			Total partida 3.3.		34,907

CAPÍTULO IV. APERTURA DEL CORTAFUEGOS

Tabla 4. Mediciones del Capítulo IV. Apertura del cortafuegos.

Nº Orden	Código	Unidad	Descripción de la unidad de obra	Nº unidades	Medición
4.1.	SOGF21.A.5.03	ha	Apertura mecanizada de cortafuegos mediante un doble pase de bulldozer.		
				5,16	5,16
			Total partida 4.1.		5,16

CAPÍTULO V. RIEGOS ESTIVALES

Tabla 5. Mediciones del Capítulo V. Riegos estivales.

Nº Orden	Código	Unidad	Descripción de la unidad de obra	Nº unidades	Medición
5.1.	NZ1RPO020	ud	Riego 30 l para planta forestal		
				37.540,00	37.540,00
			Total partida 5.1.		37.540,00



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

**Proyecto de restauración hidrológico forestal
de 32 ha de cinco montes del municipio de
Valle de Cerrato (Palencia)**

Documento 5. Presupuesto

Alumno/a: Alba Magarzo Manchón

Tutor/a: Joaquín Navarro Hevia

Octubre de 2021

CUADRO DE PRECIOS Nº 1	1
Capítulo I. Reparación de vías de acceso.....	1
Capítulo II. Preparación del terreno	1
Capítulo III. Plantación y siembra	2
Capítulo IV. Apertura de cortafuegos perimetral	2
Capítulo V. Riegos durante la época estival	2
CUADRO DE PRECIOS Nº2	3
Capítulo I. Reparación de vías de acceso.....	3
Capítulo II. Preparación del terreno	3
Capítulo III. Plantación y siembra	5
Capítulo IV. Apertura de cortafuegos perimetral	10
Capítulo V. Riegos durante la época estival	10
PRESUPUESTOS PARCIALES	11
Capítulo I. Reparación de vías de acceso.....	11
Capítulo II. Preparación del terreno	11
Capítulo III. Plantación y siembra	12
Capítulo IV. Apertura de cortafuegos perimetral	14
Capítulo V. Riegos durante la época estival	14
PRESUPUESTO GENERAL	15
Presupuesto general de ejecución material	15
Presupuesto general de ejecución por contrata	16

CUADRO DE PRECIOS Nº 1

CAPÍTULO I. REPARACIÓN DE VÍAS DE ACCESO

Tabla 1. Cuadro de precios nº 1 del Capítulo I.

Nº orden	Código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Importe (€)	
				Letra	Cifra
1.1.	NIFVE0209	m	Repaso explanación, terreno de tránsito con retroexcavadora. Metro lineal de repaso de pista ya existente en terrenos de tránsito mediante retroexcavadora provista de cazos de excavación con el fin de recuperar una anchura útil de 3,5 m rellenando con material existente de la pista. Incluye compactación sin riego.	DOS EUROS CON NOVENTA Y UN CÉNTIMOS	2,91

CAPÍTULO II. PREPARACIÓN DEL TERRENO

Tabla 2. Cuadro de precios nº1 del Capítulo II.

Nº orden	Código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Importe (€)	
				Letra	Cifra
2.1.	FOR6596	ha	Replanteo del terreno con GPS según plano facilitado utilizando estacas	CUARENTA EUROS	40,00
2.2.	SOGF21.C.1.12	ud	Apertura mecanizada de un hoyo aproximadamente de 60x60x60 cm con retroexcavadora, en terrenos con pendiente inferior o igual al 30%	UN EURO CON DIECISIETE CÉNTIMOS	1,17
2.3.	SOGF21.C.1.07	mil	Apertura o remoción mecanizada de hoyos de 60x60x60 cm, con retroaraña, pendiente superior al 30% y hasta donde esta lo permita. Con una densidad de hoyos superior a 700 hoyos/ha.	MIL SESENTA Y CINCO EUROS CON OCHO CÉNTIMOS	1.065,08

CAPÍTULO III. PLANTACIÓN Y SIEMBRA

Tabla 3. Cuadro de precios nº1 del Capítulo III.

Nº orden	Código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Importe (€)	
				Letra	Cifra
3.1.	NZ1RPP001	ud	Plantación con pendiente menor al 50% y densidad igual o mayor a 700 plantas/ha y/o no dispersa	TREINTA Y UN CÉNTIMOS	0,31
3.2.	NZ1RPP062	ud	Siembra manual con protector de semillas y a mayores el protector de 0,60 cm de planta se introducen dos semillas por protector, en pendiente igual o inferior al 50%. Incluye protector y transporte.	NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	0,94
3.3.	SOGF21.C.3.43	mil	Retirada de tubos protectores en planta procedentes de densificación forestal. Incluyendo transporte y descarga en vertedero autorizado.	TRESCIENTOS CINCUENTA Y UN EUROS CON CATORCE CÉNTIMOS	315,14

CAPÍTULO IV. APERTURA DE CORTAFUEGOS PERIMETRAL

Tabla 4. Cuadro de precios nº1 del Capítulo IV.

Nº orden	Código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Importe (€)	
				Letra	Cifra
4.1.	SOGF21.A.5.03	ha	Apertura cortafuegos con desbrozadora	DOSCIENTOS SESENTA Y SIETE EUROS CON OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS	267,88

CAPÍTULO V. RIEGOS DURANTE LA ÉPOCA ESTIVAL

Tabla 5. Cuadro de precios nº 1 del Capítulo V.

Nº orden	Código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Importe (€)	
				Letra	Cifra
5.1.	NZ1RPO020	ud	Riego de planta forestal de 30 l	CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS	0,55

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CAPÍTULO I. REPARACIÓN DE VÍAS DE ACCESO

Tabla 6. Cuadro de precios nº 2 del Capítulo I.

Nº Orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
1.1	NIFVE0209		m	Repaso explanación, terreno de tránsito con retroexcavadora. Metro lineal de repaso de pista ya existente en terrenos de tránsito mediante retroexcavadora provista de cazos de excavación con el fin de recuperar una anchura útil de 3,5 m rellenando con material existente de la pista. Incluye compactación sin riego.			
	MA012	0,031	h	Retroexcavadora oruga hidráulica 131/160 CV	73,15	2,27	
	MA022	0,010	h	Compactador vibro 101/130 CV	49,33	0,49	
	%002	2,500	%	Medios auxiliares	2,76	0,07	
		3,000	%	Costes indirectos	2,83	0,08	
Total partida							2,91

CAPÍTULO II. PREPARACIÓN DEL TERRENO

Tabla 7. Cuadro de precios nº 2 del Capítulo II.

Nº Orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
2.1.	FOR6596		ha	Replanteo del terreno con GPS según plano facilitado utilizando estacas			
	O002	0,9650	h	Jefe cuadrilla R.G.	24,00	23,17	
	O001	0,8700	h	Peón forestal R.G.	18,00	15,66	
		3,000	%	Costes indirectos		1,17	
Total partida							40,00

Tabla 7 (cont.). Cuadro de precios nº 2 del Capítulo II.

Nº Orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
2.2.	SOGF21.C.1.12 MA.46	0,022	ud	Apertura mecanizada de un hoyo aproximadamente de 60x60x60 cm con retroexcavadora, en terrenos con pendiente inferior o igual al 30%			
			h	Retroexcavadora oruga hidráulica (85 CV)	51,94	1,14	
			%	Costes indirectos	1,14	0,03	
					Total partida		1,17
2.3.	SOGF21.C.1.07 MA.43	16,500	mil	Apertura o remoción mecanizada de hoyos de 60x60x60 cm, con retroaraña, pendiente superior al 30% y hasta donde esta lo permita. Con una densidad de hoyos superior a 700 hoyos/ha.			
			h	Retroaraña 71/100 CV	62,67	1.034,06	
			%	Costes indirectos	1.034,06	31,02	
					Total partida		1.065,08

CAPÍTULO III. PLANTACIÓN Y SIEMBRA

Tabla 8. Cuadro de precios nº2 del Capítulo III.

Nº Orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
3.1.1.	NZ1RPP001		ud	Plantación con pendiente menor al 50% y densidad igual o mayor a 700 plantas/ha y/o no dispersa de <i>Pinus halepensis</i> .			
	O002	0,0020	h	Jefe cuadrilla R.G.	24,00	0,05	
	O001	0,0142	h	Peón forestal R.G.	18,00	0,25	
	NRPPLF01019	1	ud	<i>Pinus halepensis</i> de 1 savia cont. 300cc, con categoría MFR, en vivero	0,66	0,66	
	P0401	1	ud	Protector 0,60 cm	0,50	0,50	
	P0410	1	ud	Tutor de acacia 0,80 m	0,42	0,42	
	%001	3,000	%	Costes indirectos	0,300	0,01	
	Total partida						1,89
3.1.2.	NZ1RPP001		ud	Plantación con pendiente menor al 50% y densidad igual o mayor a 700 plantas/ha y/o no dispersa de <i>Pinus pinea</i> .			
	O002	0,0020	h	Jefe cuadrilla R.G.	24,00	0,05	
	O001	0,0142	h	Peón forestal R.G.	18,00	0,25	
	NRPPLF01025	1	ud	<i>Pinus pineas</i> de 1 savia cont. 300cc, con categoría MFR, en vivero	0,62	0,62	
	P0401	1	ud	Protector 0,60 cm	0,50	0,50	
	P0410	1	ud	Tutor de acacia 0,80 m	0,42	0,42	
	%001	3,000	%	Costes indirectos	0,300	0,01	
	Total partida						1,85

3.1.3.	NZ1RPP001		ud	Plantación con pendiente menor al 50% y densidad igual o mayor a 700 plantas/ha y/o no dispersa de <i>Ephedra distachya</i> .			
	O002	0,0020	h	Jefe cuadrilla R.G.	24,00	0,05	
	O001	0,0142	h	Peón forestal R.G.	18,00	0,25	
	NRPPLF01008	1	ud	<i>Ephedra distachya</i> de 1 savia cont. 250 cc, con categoría MFR, en vivero	0,76	0,76	
	P0401	1	ud	Protector 0,60 cm	0,50	0,50	
	P0410	1	ud	Tutor de acacia 0,80 m	0,42	0,42	
	%001	3,000	%	Costes indirectos	0,300	0,01	
						Total partida	1,99
3.1.4.	NZ1RPP001		ud	Plantación con pendiente menor al 50% y densidad igual o mayor a 700 plantas/ha y/o no dispersa de <i>Juniperus thurifera</i> .			
	O002	0,0020	h	Jefe cuadrilla R.G.	24,00	0,05	
	O001	0,0142	h	Peón forestal R.G.	18,00	0,25	
	NRPPLF01015	1	ud	<i>Juniperus thurifera</i> de 1 savia cont. 300cc, con categoría MFR, en vivero	0,77	0,77	
	P0401	1	ud	Protector 0,60 cm	0,50	0,50	
	P0410	1	ud	Tutor de acacia 0,80 m	0,42	0,42	
	%001	3,000	%	Costes indirectos	0,300	0,01	
						Total partida	2,00
3.1.5.	NZ1RPP001		ud	Plantación con pendiente menor al 50% y densidad igual o mayor a 700 plantas/ha y/o no dispersa de <i>Crataegus monogyna</i> .			
	O002	0,0020	h	Jefe cuadrilla R.G.	24,00	0,05	

	O001	0,0142	h	Peón forestal R.G.	18,00	0,25	
	NRPPLF02034	1	ud	<i>Crataegus monogyna</i> de 1 savia cont. 300cc, con categoría MFR, en vivero	0,72	0,72	
	P0401	1	ud	Protector 0,60 cm	0,50	0,50	
	P0410	1	ud	Tutor de acacia 0,80 m	0,42	0,42	
	%001	3,000	%	Costes indirectos	0,300	0,01	
					Total partida		1,95
3.1.6.	NZ1RPP001		ud	Plantación con pendiente menor al 50% y densidad igual o mayor a 700 plantas/ha y/o no dispersa de <i>Amygdalus communis</i> .			
	O002	0,0020	h	Jefe cuadrilla R.G.	24,00	0,05	
	O001	0,0142	h	Peón forestal R.G.	18,00	0,25	
	NRPPLF02103	1	ud	<i>Amygdalus communis</i> de 1 savia cont. 300cc, con categoría MFR, en vivero	0,76	0,76	
	P0401	1	ud	Protector 0,60 cm	0,50	0,50	
	P0410	1	ud	Tutor de acacia 0,80 m	0,42	0,42	
	%001	3,000	%	Costes indirectos	0,300	0,01	
					Total partida		1,99
3.1.7.	NZ1RPP001		ud	Plantación con pendiente menor al 50% y densidad igual o mayor a 700 plantas/ha y/o no dispersa de <i>Prunus spinosa</i> .			
	O002	0,0020	h	Jefe cuadrilla R.G.	24,00	0,05	
	O001	0,0142	h	Peón forestal R.G.	18,00	0,25	
	NRPPLF01008	1	ud	<i>Prunus spinosa</i> de 1 savia cont. 300cc, con categoría MFR, en vivero	0,72	0,72	
	P0401	1	ud	Protector 0,60 cm	0,50	0,50	
	P0410	1	ud	Tutor de acacia 0,80 m	0,42	0,42	

	%001	3,000	%	Costes indirectos	0,300	0,01	
					Total partida		1,95
3.1.8.	NZ1RPP001		ud	Plantación con pendiente menor al 50% y densidad igual o mayor a 700 plantas/ha y/o no dispersa de <i>Sorbus domestica</i> .			
	O002	0,0020	h	Jefe cuadrilla R.G.	24,00	0,05	
	O001	0,0142	h	Peón forestal R.G.	18,00	0,25	
	NRPPLF02168	1	ud	<i>Sorbus domestica</i> de 1 savia cont. 300cc, con categoría MFR, en vivero	0,75	0,75	
	P0401	1	ud	Protector 0,60 cm	0,50	0,50	
	P0410	1	ud	Tutor de acacia 0,80 m	0,42	0,42	
	%001	3,000	%	Costes indirectos	0,300	0,01	
					Total partida		1,98
3.2.1	NZ1RPP062		ud	Siembra manual con protector de semillas y a mayores el protector de 0,60 cm de planta se introducen dos semillas de <i>Quercus faginea</i> por protector, en pendiente igual o inferior al 50%. Incluye protector y transporte.			
	O002	0,006	h	Jefe cuadrilla R.G.	24,00	0,14	
	O001	0,042	h	Peón forestal R.G.	18,00	0,76	
	P0401	1	ud	Tubo protector 0,60 m	0,50	0,50	
	FOR5996	1	ud	Protector de semillas (Reque y Martín, 2015)	0,50	0,50	
	P0410	1	ud	Tutor de acacia 0,80 m	0,42	0,42	
	NRPSEF02006	0,007	kg	Dos semillas(kg) de <i>Quercus faginea</i> ES.44-15 AMARILLA	6,08	0,04	
	%001	1,000	%	Costes indirectos considerados para trabajos forestales y medioambientales	1,00	0,01	

		3,000	%	Costes indirectos	0,91	0,03	
					Total partida		2,40
3.2.2.	NZ1RPP062		ud	Siembra manual con protector de semillas y a mayores el protector de 0,60 cm de planta se introducen dos semillas de <i>Quercus ilex</i> por protector, en pendiente igual o inferior al 50%. Incluye protector y transporte.			
	O002	0,006	h	Jefe cuadrilla R.G.	24,00	0,14	
	O001	0,042	h	Peón forestal R.G.	18,00	0,76	
	P0401	1	ud	Tubo protector 0,60 m	0,50	0,50	
	FOR5996	1	ud	Protector de semillas (Reque y Martín, 2015)	0,50	0,50	
	P0410	1	ud	Tutor de acacia 0,80 m	0,42	0,42	
	NRPSEF02006	0,010	kg	Dos semillas (kg) de <i>Quercus ilex</i> ES.45-11 AMARILLA	3,61	0,04	
	%001	1,000	%	Costes indirectos considerados para trabajos forestales y medioambientales	1,00	0,01	
		3,000	%	Costes indirectos	0,91	0,03	
					Total partida		2,40
3.3.	SOGF21.C.3.43		mil	Retirada de tubos protectores en planta procedentes de densificación forestal. Incluyendo transporte y descarga en vertedero autorizado.			
	MO.1	23,400	h	Peón	10,02	234,47	
	MO.21	2,300	h	Capataz	13,62	31,33	
	MA.63	1,000	jor	Vehículo todoterreno 71-85 CV/remolque	75,11	75,11	
		3,000	%	Costes indirectos	340,91	10,23	
					Total partida		351,14

CAPÍTULO IV. APERTURA DE CORTAFUEGOS PERIMETRAL

Tabla 9. Cuadro de precios nº 2 del Capítulo IV.

Nº Orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
4.1.	SOGF21.A.5.03		ha	Apertura cortafuegos con desbrozadora			
	MA.53	4,090	h	Tractor cadenas (101/130 CV)	63,47	259,59	
		3,000	%	Costes indirectos	276,46	8,29	
	Total partida						267,88

CAPÍTULO V. RIEGOS DURANTE LA ÉPOCA ESTIVAL

Tabla 10. Cuadro de precios nº 2 del Capítulo V.

Nº Orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
5.1.	NZ1RPO020		ud	Riego de planta forestal de 3NI0I			
	O002	0,0010	h	Jefe cuadrilla R.G.	24,00	0,02	
	MA018	0,0110	h	Camión cisterna agua 131/160 CV cisterna 10.000l	43,92	0,48	
	P010509	0,0300	m ³	Agua (p.o.)	0,73	0,02	
	%001	1,000	%	Costes indirectos considerados para trabajos forestales y medioambientales	1,00	0,01	
		3,000	%	Costes indirectos	0,53	0,02	
Total partida						0,55	

PRESUPUESTOS PARCIALES

CAPÍTULO I. REPARACIÓN DE VÍAS DE ACCESO

Tabla 11. Presupuesto parcial del Capítulo I.

Nº orden	Código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Medición	Precio (€)	Importe (€)
1.1.	NIFVE0209	m	Repaso explanación, terreno de tránsito con retroexcavadora. Metro lineal de repaso de pista ya existente en terrenos de tránsito mediante retroexcavadora provista de cazos de excavación con el fin de recuperar una anchura útil de 3,5 m rellenando con material existente de la pista. Incluye compactación sin riego.			
				4.710,00	2,91	13.706,10
				Total Capítulo I		13.706,10

CAPÍTULO II. PREPARACIÓN DEL TERRENO

Tabla 12. Presupuesto parcial del Capítulo II.

Nº orden	Código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Medición	Precio (€)	Importe (€)
2.1.	FOR6596	ha	Replanteo del terreno con GPS según plano facilitado utilizando estacas			
				32,00	40,00	1.280,00
2.2.	SOGF21.C.1.12	ud	Apertura mecanizada de un hoyo aproximadamente de 60x60x60 cm con retroexcavadora, en terrenos con pendiente inferior o igual al 30%			
				26.257,00	1,17	30.720,69
2.3.	SOGF21.C.1.07	mil	Apertura o remoción mecanizada de hoyos de 60x60x60 cm, con retroaraña, pendiente superior al 30% y hasta donde esta lo permita. Con una densidad de hoyos superior a 700 hoyos/ha.			

				13,264	1.065,08	14.127,22
				Total Capítulo II		46.127,91

CAPÍTULO III. PLANTACIÓN Y SIEMBRA

Tabla 13. Presupuesto parcial del Capítulo III.

Nº orden	Código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Medición	Precio (€)	Importe (€)
3.1.1.	NZ1RPP001	ud	Plantación con pendiente menor al 50% y densidad igual o mayor a 700 plantas/ha y/o no dispersa de <i>Pinus halepensis</i> . (Con protector y tutor).	30.195,00	1,89	57.068,55
3.1.2.	NZ1RPP001	ud	Plantación con pendiente menor al 50% y densidad igual o mayor a 700 plantas/ha y/o no dispersa de <i>Pinus pinea</i> . (Con protector y tutor).	3.254,00	1,85	6.019,90
3.1.3.	NZ1RPP001	ud	Plantación con pendiente menor al 50% y densidad igual o mayor a 700 plantas/ha y/o no dispersa de <i>Ephedra distachya</i> . (Con protector y tutor).	282,00	1,99	561,18
3.1.4.	NZ1RPP001	ud	Plantación con pendiente menor al 50% y densidad igual o mayor a 700 plantas/ha y/o no dispersa de <i>Juniperus thurifera</i> . (Con protector y tutor).	1.756,00	2,00	3.512,00
3.1.5.	NZ1RPP001	ud	Plantación con pendiente menor al 50% y densidad igual o mayor a 700 plantas/ha y/o no dispersa de <i>Crataegus monogyna</i> . (Con protector y tutor).	583,00	1,95	1.136,85

3.1.6.	NZ1RPP001	ud	Plantación con pendiente menor al 50% y densidad igual o mayor a 700 plantas/ha y/o no dispersa de <i>Amygdalus communis</i> . (Con protector y tutor).	1.422,00	1,99	2.829,78
3.1.7.	NZ1RPP001	ud	Plantación con pendiente menor al 50% y densidad igual o mayor a 700 plantas/ha y/o no dispersa de <i>Prunus spinosa</i> . (Con protector y tutor).	464,00	1,95	904,80
3.1.8.	NZ1RPP001	ud	Plantación con pendiente menor al 50% y densidad igual o mayor a 700 plantas/ha y/o no dispersa de <i>Sorbus domestica</i> . (Con portector y tutor)	803,00	1,98	1.589,94
3.2.1.	NZ1RPP062	ud	Siembra manual con protector de semillas y a mayores el protector de 0,60 cm de planta se introducen dos semillas de <i>Quercus faginea</i> por protector, en pendiente igual o inferior al 50%. Incluye protector y transporte.	1.260,00	2,40	3.024,00
3.2.2.	NZ1RPP062	ud	Siembra manual con protector de semillas y a mayores el protector de 0,60 cm de planta se introducen dos semillas de <i>Quercus ilex</i> por protector, en pendiente igual o inferior al 50%. Incluye protector y transporte.	772,00	2,40	1.852,80
3.3.	SOGF21.C.3.43	mil	Retirada de tubos protectores em planta procedentes de densificación forestal. Incluyendo transporte y descarga em vertedero autorizado.	34,907	351,14	12.257,24
				Total Capítulo III		90.757,04

Alumno/a: Alba Magarzo Manchón
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
 Titulación de: Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

CAPÍTULO IV. APERTURA DE CORTAFUEGOS PERIMETRAL

Tabla 14. Presupuesto parcial del Capítulo IV.

Nº orden	Código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Medición	Precio (€)	Importe (€)
4.1.	SOGF21.A.5.03	ha	Apertura mecanizada de cortafuegos mediante un doble pase de bulldozer.	5,16	267,38	1.379,68
				Total Capítulo IV		1.379,68

CAPÍTULO V. RIEGOS DURANTE LA ÉPOCA ESTIVAL

Tabla 15. Presupuesto parcial del Capítulo V.

Nº orden	Código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Medición	Precio (€)	Importe (€)
5.1.	NZ1RPO020	ud	Riego de planta forestal de 30l	37.540,00	0,55	20.647,00
				Total Capítulo V		20.647,00

PRESUPUESTO GENERAL

PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN MATERIAL

Grupo de inversión 1: Reparación de vías de acceso

Capítulo I: Reparación de vías de acceso	13.706,10 €
Total grupo de inversión 1	13.706,10 €

Grupo de inversión 2: Repoblación

Capítulo II: Preparación del terreno	46.127,91 €
Capítulo III: Plantación y siembra	90.757,04 €
Total grupo de inversión 2	136.884,95 €

Grupo de inversión 3: Apertura de cortafuegos perimetral

Capítulo IV: Apertura de cortafuegos perimetral	1.379,68 €
Total grupo de inversión 3	1.379,68 €

Grupo de inversión 4: Riegos durante la época estival

Capítulo V: Riegos durante la época estival	20.647,00 €
Total grupo de inversión 4	20.647,00 €

Grupo de inversión 5: Seguridad y salud

Capítulo VI: Seguridad y salud	5.178,53 €
Total grupo de inversión 5	5.178,53 €

Total ejecución material 177.796,26 €

‘ASCIENDE EL **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL** DEL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO FORESTAL DE 32 HA DE CINCO MONTES DEL MUNICIPIO DE VALLE DE CERRATO (PALENCIA) A **CIENTO SETENTAY SIETE MIL SETECIENTOS NOVENTA Y SEIS EUROS CON VENTISEIS CÉNTIMOS (177.796,26 €)**’.

Palencia, octubre de 2021




Fdo.: Alba Magarzo Manchón

PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

Presupuesto de Ejecución Material	177.796,26 €
- Gastos generales (13%)	23.113,51 €
- Beneficio industrial (6%)	10.667,78 €
- Precio planta y semilla	26.030,56 €
Total parcial – Precio planta y semilla	185.546,99 €
- I.V.A. (21%)	38.964,87 €
- I.V.A. Planta y semilla (10%)	2603,06 €
Total ejecución por contrata	227.114,92 €

‘ASCIENDE EL **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA** DEL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO FORESTAL DE 32 HA DE CINCO MONTES DEL MUNICIPIO DE VALLE DE CERRATO (PALENCIA) A **DOSCIENTOS VENTISIETE MIL CIENTO CATORCE EUROS CON NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS (227.114,92 €)**’.

Palencia, octubre de 2021



Fdo.: Alba Magarzo Manchón